РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСТЕНИЕВОДСТВА имени Н.И. ВАВИЛОВА

Посвящен 110-летию со дня рождения А. Я. Трофимовской

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ
том 171

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ОВСА, РЖИ, ЯЧМЕНЯ

Редакционная коллегия

Д-р биол. наук, проф. *Н.И. Дзюбенко* (председатель), д-р биол наук *О.П. Митрофанова* (зам. председателя), канд. с.-х. наук *Н.П. Лоскутова* (секретарь), д-р биол. наук *С.М. Алексанян*, д–р биол наук *И.Н. Анисимова*, д-р биол. наук *Н.Б. Брач*, д-р с.-х. наук, проф. *В.И. Буренин*, д-р биол. наук, *М.А. Вишнякова*, д-р биол. наук *С.Д. Киру*, д-р биол. наук *И.Г. Лоскутов*, д-р биол. наук *Е.К. Потокина*, д-р биол. наук *Е.Е. Радченко*, д-р биол. наук *О.В. Солодухина*, д–р биол. наук *Ю.В. Чесноков*, канд. биол. наук *Е.И. Гаевская*, канд. биол. наук *И.А. Звейнек*, канд. биол. наук *Т.Н. Смекалова*, *В.Г. Лейтан*

Ответственный редактор тома д-р биол. наук *И.Г. Лоскутов*

САНКТ–ПЕТЕРБУРГ
2013

УДК 633.14: 633.16: 633.13: 631.52

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ. Т. 171. СПб.: ВИР, 2013. С. 298

Представлены тезисы докладов участников III Международной конференции в честь 110-й годовщины со дня рождения профессора А. Я. Трофимовской «Современные методы использования генетических ресурсов в селекции ячменя и овса», проходившей в рамках Координационного совещания по зернофуражным культурам отделения растениеводства Россельхозакадемии. Здесь представлены результаты изучения генетических ресурсов ячменя и овса за последние годы, как исходного материала для селекции. Обобщены данные по изучению генетических ресурсов этих культур на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам, использованию молекулярных маркеров в исследованиях генетического разнообразия и использованию современных методов изучения генофонда. Показана роль генетических ресурсов ячменя и овса для решения актуальных проблем селекции в различных регионах России, Украины, Беларуси и Казахстана.
Табл. 86, рис. 54, библиогр. 529 назв.
Для ресурсоведов, генетиков, селекционеров, преподавателей ВУЗов биологического и сельскохозяйственного профиля.

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING. V. 171. SPb: VIR, 2013. P. 298

The proceedings of abstracts of III International Conference “Modern methods of using genetic resources in breeding barley and oats” are presented. This publication presents the results of the latest researches on plant genetic resources, including the problems of their collecting, conservation and utilization. Smmarized here are the data obtained during plant genetic resources studies in such fields as resistance to biotic and abiotic stressorsm, use of molecular markers in genetic diversity analyses, and development of modern research methods for plant diversity. The role of genetic resources in solving burning problems of plant breeding and crop productionin Russia, Ukraine, Belarusand Kazakhstan is highlighted.
Tabl. 86, fig. 54, bibl. 529.
Addressed to genetic resources experts, geneticists, plant breeders, and lecturers of biological and agricultural universities and colleges.

Рекомендовано к печати
Ученым советом ГНУ ВИР Россельхозакадемии

Рецензент тома д-р биол. наук Е. Е. Радченко

Спонсоры проведения конференции - ООО "Syngenta", ОАО ПВ «Балтика»





Издание тома поддержано
Российским фондом фундаментальных исследований, проект № 13-04-06043

© Государственное научное учреждение
Всероссийский научно–исследовательский институт
растениеводства имени Н.И.Вавилова
Российской академии сельскохозяйственных наук
(ГНУ ВИР Россельхозакадемии), 2

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЯЧМЕНЯ И ОВСА

УДК: 633.16:632.4:631.523

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕНЕТИКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЯЧМЕНЯ К БОЛЕЗНЯМ

О. С. Афанасенко
ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: olga.s.afan@gmail.com

Резюме

В настоящее время более чем для 20 видов патогенов и вредителей ячменя (грибов, вирусов, нематод и тлей) известны генетические детерминанты устойчивости и их хромосомная локализация. Молекулярно-генетические исследования взаимоотношений в системе паразит – хозяин показали значительную генетическую вариабельность устойчивости, проявляющуюся в кластеризации генетических детерминант устойчивости, множественном аллелизме, аддитивных эффектах «малых» генов (QTL), специфичности взаимодействия не только генов качественной, но и количественной устойчивости. Практическое значение определения хромосомной локализации генетических детерминант устойчивости ячменя к болезням состоит в выявлении молекулярных маркеров (ММ) для селекции. Современный период характеризуется накоплением фундаментальных знаний по генетическому разнообразию устойчивости, структурной и функциональной организации генетических детерминант устойчивости растений.

Ключевые слова: ячмень, генетика устойчивости к болезням, картирование генетических детерминант устойчивости, QTL, молекулярные маркеры.

CURRENT STATUS OF RESEARCHES ON GENETICS OF BARLEY DISEASES RESISTANCE

O. S. Afanasenko

State Scientific Establishment All-Russian Institute for Plant Protection RAAS, St. Petersburg, Russia , e-mail: olga.s.afan@gmail.com

Summary

More than for 20 species of barley pathogens and pests (fungi, viruses, nematodes and aphids) and their chromosomal localization are known. Molecular and genetic researches of host-pathogen interactions showed the considerable genetic variability of resistance: clustering of resistance genes to different races and different pathogens, a multiple allelizm, additive effects of minor genes (QTL), specific interactions with hemibiotrophic pathogens of barley genotypes both with quantitative and qualitative genes of resistance. Practical value of mapping of major and minor barley resistance genes consists in identification of the molecular markers (MM) for barley breeding. The modern period is characterized by accumulation of basic knowledge of a genetic diversity of resistance, the structural and functional organization of resistance genes.

Key words: barley, genetics of resistance to diseases, mapping of genetic determinants of resistance, QTL, molecular markers.

Мировое производство продукции растениеводства, в том числе и в России ориентировано на ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии. Базовой составляющей таких технологий является возделывание устойчивых к болезням сортов сельскохозяйственных культур. Ячмень одна из самых уязвимых для болезней культур: известно более 40 возбудителей болезней и несколько типов неинфекционных заболеваний. Австралийские исследователи определили средние ежегодные потери урожая ячменя от болезней за период

1998 – 2008 в \$252 × 10^6 или 19,6% урожая культуры (Murray, Brennan, 2009). По мнению авторов, устойчивые сорта снижают потери более чем на 50%.

В настоящее время более чем для 20 видов патогенов и вредителей ячменя (грибов, вирусов, нематод и тлей) известны генетические детерминанты устойчивости и их хромосомная локализация: к листовой ржавчине *Puccinia hordei* (символ гена *Rph*), стеблевой ржавчине *Puccinia graminis* (*Rpg*), желтой ржавчине *Puccinia striiformisf.* sp. *hordei* (*Rps*), мучнистой росе *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* (=*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) (*Ml; Reg*), net-форме сетчатой пятнистости *Pyrenophora teres* f. *teres* и spot-форме сетчатой пятнистости *Pyrenophora teres* f. *maculata* (*Rpt*), темно-бурой пятнистости *Cochliobolus sativus* (*Rcs*), полосатой пятнистости *Pyrenophora graminea* (*Rdg; Rhg*), ринхоспориозу *Rhynchosporium secalis* (*Rrs; Rh*), септориозу *Septoria passerini* (*Rsp*), фузариозу колоса *Fusarium spp*. (*fb*), снежной плесени *Typhula incarnata* (*Rti*), пыльной головне *Ustilago nuda* (*Run; un*), ложной пыльной головне *Ustilago nigra* (*Ung)*, покрытой головне *Ustilago hordei* (*Ruh*), вирусу желтой карликовости (*Ryd*; BYDV), вирусу желтой мозаики BaYMV и вирусу слабой мозаики BaMMV (*Rym; ym*), вирусу полосатой мозаики (*Rsm; sm*), тле *Schizaphis graminum* (*Rsg*) и злаковой цистообразующей нематоде *Heterodera avenae* (*Rha*).

К этому списку вредоносных болезней ячменя в России в 2011 г. прибавилось еще одно заболевание - рамуляриоз ячменя, выявленный нами в Краснодарском крае (Афанасенко и др., 2011). Также spot-форма сетчатой пятнистости *P. teres* f. *maculata* впервые была обнаружена в условиях Краснодарского края России в 2010 г. Новые проблемы, связанные с обнаружением этих болезней состоят в отсутствии сведений об устойчивости отечественных сортов и селекционного материала, а также отсутствием генетических коллекций источников и доноров устойчивости. Между тем потери урожая от spot-формы сетчатой пятнистости могут достигать от 23 до 44% (Jayasena et al.,2007), потери от рамуляриоза составляют 10 ц/га и выше (Reitan, Salamati, 2006).

Все основные стратегии создания генетически защищенных сортов с.-х. культур базируются на наличии генетического разнообразия устойчивости, так как возделывание сортов с высокоэффективными генами устойчивости на больших территориях, неизбежно приводит к потере устойчивости, вследствие микроэволюционных процессов в популяциях паразитов. В связи с этим потребность практической селекции в новых генах устойчивости является постоянной.

С появлением новых технологий молекулярного картирования генетических детерминант устойчивости значительно расширились наши представления о природе устойчивости и ее генетическом разнообразии.

В мировой практике стандартная процедура картирования генетических детермитнант, как качественной, так и количественной устойчивости ячменя включает получение гибридного потомства от двух родителей (устойчивого и восприимчивого), создание дигаплоидной популяции, фенотипирование по признаку устойчивости, генотипирование с использованием ММ и поиск ко-сегрегирующих с устойчивостью ММ.

Альтернативным методом является картирование, основанное на статистическом анализе ассоциации между генотипами, определенными с помощью ММ и их фенотипическими свойствами (association mapping). Сравнительный анализ данных, полученных при картировании генетических детерминант устойчивости ячменя к возбудителю темно-бурой пятнистости (Roy et al., 2010) и пшеницы к фузариозу колоса (Miedaner, 2010) в дигаплоидных популяциях и путем ассоциативного картирования, показал преимущество последнего метода, проявляющееся в увеличении спектра выявляемых аллелей и значительной экономии времени. Особенный интерес технология ассоциативного картирования представляет для исследователей, имеющих большие коллекции источников устойчивости к болезням, в которых возможно выявление всего генетического разнообразия устойчивости (пула генов устойчивости) к определенным патогенам.

С развитием геномики растений изменились представления о генетической природе устойчивости растений к болезням и, в частности, о специфичности устойчивости. В большинстве случаев устойчивость к гемибиотрофным патогенам ячменя контролируется наряду с так называемыми «большими» генами с высокой экспрессией признака (качественные

реакции) серией QTL, детерминирующих количественное проявление признака. На многих примерах был показан изолят-специфический контроль количественной устойчивости ячменя к сетчатой, темно-бурой и полосатой пятнистостям (Gupta et al., 2010; Grewal et al., 2011; Arru et al., 2003). Например, устойчивость сорта ячменя Steptoe к двум изолятам *Pyrenophora graminea* (Ito and Kuribayashi) была детерминирована, как общими для обоих изолятов QTL (локусы количественных признаков), на длинном плече хромосомы 2H и двумя сцепленными QTLs на хромосоме 3H, так и изолят-специфичными QTLs на хромосомах 2H и 5H (Arru et al., 2003). В настоящее время 57 генетических детерминант специфической устойчивости к перечисленным выше болезням картированы на хромосомах ячменя и большое количество локусов количественной устойчивости (QTL) (Friedt & Ordon, 2007). Например, известны только два гена с высокой экспрессией признака устойчивости к возбудителю темно-бурой пятнистости: Rcs5 локализованный на хромосоме 7H (Alsop 2009; Bilgic et al. 2005; Steffenson et al. 1996; Yun et al., 2006) и QRcs1 на хромосоме 1H (Grewal, 2011) и 12 QTL на всех хромосомах ячменя кроме 4H и 6H (Roy et al., 2010; Grewal, 2011).

Гены и QTL, детерминирующие устойчивость к возбудителю сетчатой пятнистости ячменя *Pyrenophora teres* f. *teres* были локализованы почти на всех хромосомах ячменя: *Pt.a* на хромосоме 3HL (Graner et al., 1996), *QRpts2S* (на хромосоме 2HS), *QRpts3L* (3HL), *QRpts2L* (2HL), *QRpts3La* (3HL), *QRpts3Lb* (3HL), *QRpts4* (4H) and *QRpts6L* (6HL) (Raman et al., 2003), *Rpt-4H-5-7, Rpt-3H-4 and Rpt-1H-5-6* (Yun et al., 2005), *Rpt5* (6H) (Manninen et al., 2006; Gupta et al., 2010), *QRpt6 (6H), QRtts2 (2H), QRtts4* (4H) (Grewal et al., 2008), *rpt.r* (6H*)* и *rpt.k* (6H) (Abu Qamar et al., 2008) и к другой форме этого возбудителя *P. teres* f. *maculata* на 4, 5, 6 и 7 хромосомах ячменя: *Rpt4* (7H) (Williams et al., 1999), *QRpts4* (4H), *QRpt7* (7H) и *QRpt6* (6H) (Grewal et al., 2008), QRptms1 (1H), QRptms4 (4H), QRptms6 (6H), *Rpt6* (5H) (Manninen et al., 2006).

Наличие наряду с «большими» генами, обеспечивающих высокую устойчивость, нескольких QTL с низким фенотипическим проявлением приводит к тому, что в гибридных популяциях с участием таких доноров появляется значительная вариабельность в типах реакции (Hickey et al., 2011). Чем больше QTL объединены в одном генотипе, тем более высокий уровень устойчивости проявляется у растений, что было, например, показано для возбудителя септориоза ячменя (Zhou, Steffenson, 2013). Авторами было показано, что наличие каждого из четырех, выявленных с использованием SNP-маркеров, QTL (Rsp-qtl-1H, Rsp-qtl-3H и 2 локуса на хромосоме 6H: Rsp-qtl-6H_11_21032 и Rsp-qtl-6H_11_10064) у линий ячменя приводило к снижению развития септориоза на 9-38%, а комбинация всех четырех локусов в одном генотипе снижала развитие болезни на 83%.

С другой стороны, имеются примеры эпистатических взаимодействий при объединении некоторых QTL. Например, при объединении в одном генотипе QTL на хромосомах ячменя 3H и 6H, контролирующих устойчивость к *Pyrenophora teres* f. *teres*, наблюдали существенное снижение устойчивости, по сравнению с генотипами, несущими QTL только на хромосомах 3H или 6H (Gupta et al., 2009).

Часто QTL, контролирующие устойчивость взрослых растений и проростков, локализованы на различных хромосомах, например, генетические детерминанты устойчивости к возбудителям сетчатой *P. teres f. teres* (Lehmensiek et al., 2007) и темно-бурой пятнистостям ячменя *Cochliobolus sativus* (Bilgic et al., 2006). Некоторые QTL обеспечивают устойчивость растений в течение всего онтогенеза, например, *QRpt6* на хромосоме 6H детерминировал устойчивость проростков и взрослых растений в поле к net форме возбудителя сетчатой пятнистости ячменя (Grewal et al., 2008); ген *Rcs6*, локализованный на хромосоме 1H, также контролировал устойчивость, как взрослых растений, так и проростков ячменя к *C. sativus* (Bilgic et al., 2006).

Кластеризация и множественный аллелизм генов устойчивости, как к облигатным, так и гемибиотрофным паразитам, являются распространенными явлениями, обусловленными внутри или межмолекулярными обменами участков ДНК, имеющих прямые или инвертированные повторяющиеся последовательности, обуславливающие неравный кроссинговер, дупликацию и последующие мутационные изменения предкового гена в процессе коэволюции хозяина и патогена (Дьяков и др., 2001). Например, известен кластер из 11 алле-

лей локуса Rrs1 на хромосоме 3H, детерминирующих устойчивость ячменя к *Rhynchosporium secales* (Björnstad Å., et al., 2002). В районе центромеры хромосомы ячменя 6H существует кластер генетических детерминант устойчивости ячменя к разным возбудителям: QTL *Rphq3*, контролирующий устойчивость к *Puccinia hordei* (Marcel et al., 2007), $QTL_{Triton}Rrs6H_{271-}$ к *Rynchosporium secalis* (Wagner et al., 2008), *Rpt5* (Manninen et al., 2006) и еще, по крайней мере, 2 локуса (Gupta et al., 2010) – к *Pyrenophora teres* f. *teres* и также *rym15* - к вирусам BaMMV/BaYMV (Le Gouis et al., 2004).

Клонирование R генов показало, что они кодируют сравнительно небольшое число типов белков с общими аминокислотными мотивами, таких как сайт связывания нуклеотидов (nucleotide-binding site, NBS), обогащенный лейцином повтор (leucine-rich repeat, LRR), область с гомологией цитоплазматическим доменам рецепторного белка Toll Drosophila и рецептора интерлейкина-1 млекопитающих (Toll/Interleukin-1 receptor, TIR) (цит. по Шамрай, 2003). Клонированные четыре R-гена устойчивости ячменя mlo, Mla1, Mla6 и Rpg1 относятся к классу NBS-LRR.

Практическое значение определения хромосомной локализации генетических детерминант устойчивости растений к болезням состоит в выявлении молекулярных маркеров (ММ) для селекции. Маркер вспомогательная селекция (marker assisted selection - MAS) растений на устойчивость к болезням в настоящее время широко используется в Европе, США, Канаде, Австралии. Ее преимущества очевидны, особенно при пирамидировании генов устойчивости, при вовлечении в селекцию генов «взрослой» устойчивости, а также генетических детерминант количественной устойчивости растений к болезням. С разработкой молекулярных маркеров в селекции растений на устойчивость к болезням появился уникальный шанс не только ускорить процесс селекции и снизить затраты на многолетние испытания, но и направить усилия на создание сортов с длительной и групповой устойчивостью, за счет объединения в одном генотипе определенных комбинаций генов, детерминирующих устойчивость к одной болезни или к разным патогенам. Традиционной селекцией эту проблему решить практически невозможно, так как создание конвергентных сортов традиционными методами требует неоднократного проведения анализирующих скрещиваний для определения числа генов, переданных после каждого скрещивания. Этот процесс может растянуться на десятилетия, поэтому данный метод не нашел применения в селекции, хотя теоретически обеспечивает длительную устойчивость к патогенам.

Однако не все разработанные ММ имеют значение для селекции с.-х. культур на разных континентах. Очень часто невозможно использовать разработанные за рубежом ММ в практической селекции, особенно для признака устойчивости растений к болезням из-за различной экспрессии признака в различных агроклиматических условиях и особенностей структуры местных популяций паразитов. В связи с этим актуальными являются исследования по определению ММ у эффективных против местных популяций паразитов доноров устойчивости. В то же время есть много примеров успешного использования разработанных за рубежом ММ для генов, универсально эффективных в любом агроценозе. В настоящее время, несмотря на большое количество картированных генов устойчивости и выявленных ММ, имеется всего 2 примера практического их использования при создании устойчивых сортов ячменя: это два рецессивных гена устойчивости к вирусу желтой мозаики ячменя *rym4/rym5* и рецессивная аллель гена *mlo,* контролирующая длительную устойчивость к мучнистой росе (Miedaner, Korzun, 2012).

С целью выявления генетического разнообразия устойчивости ячменя к гемибиотрофным патогенам в созданной в ВИЗР, совместно с ВИР коллекции источников устойчивости нами были инициированы исследования по созданию дигаплоидных картирующих популяций ячменя (Лашина и др., 2009) и картированию генетических детерминант устойчивости и разработке ММ для селекции (Потокина и др., 2010).

Основным источником пополнения новыми генами устойчивости являются аборигенные образцы из центров генетического разнообразия культур и дикие виды культурных растений. Анализ устойчивости около 300 образцов культурного *Hordeum vulgare ssp. vulgare* и 400 дикого *H. vulgare ssp. spontaneum* ячменей из Израиля (Средиземноморский генцентр) к возбудителю сетчатой пятнистости показал, что почти 50% образцов дикого ячменя

были устойчивы к возбудителю, тогда как среди культурного ячменя выявлено только 5% устойчивых форм (Афанасенко, 2009).

Развитие новых, в том числе и генно-инженерных технологий, позволит эффективно использовать ценные для селекции гены устойчивости. Использование в селекционной работе ММ генетических детерминант устойчивости значительно упростит процедуру объединения нескольких генов и QTL в одном генотипе растения. В этой связи особенно важным становится выявление наиболее полезных для селекции комбинаций генов устойчивости, как к различным расам одного патогена, так и к разным видам возбудителей.

Таким образом, развитие новых технологий картирования и секвенирования генетических детерминант устойчивости растений к болезням открыло новые перспективы для генетической защиты сельскохозяйственных культур от болезней. Интенсивные исследования зарубежных научных коллективов по выявлению генетического разнообразия устойчивости основных сельскохозяйственных культур к болезням и определению ММ для локусов качественных и количественных признаков позволило к настоящему времени обеспечить селекцию генетически разнородными донорами устойчивости, значительно сократить процесс введения новых генов в перспективный селекционный материал, охарактеризовать ценность для селекции отдельных QTL и их комбинаций. Особый интерес представляют исследования по насыщению селекционных программ адаптированными к местным условиям донорами с известной хромосомной локализацией генетических детерминант устойчивости. С этой целью необходимо развитие исследований по определению ММ у доноров устойчивости, эффективных в определенных агроклиматических зонах. В то же время современное состояние исследований можно охарактеризовать как накопление фундаментальных знаний по генетическому разнообразию устойчивости, структурной и функциональной организации генетических детерминант устойчивости растений и вирулентности патогенов. Совершенно очевидно, что исследования в этом направлении будут способствовать реализации генетического потенциала устойчивости для защиты сельскохозяйственных культур от болезней.

Литература

Афанасенко О. С.. Роль А. Я. Трофимовской в развитии исследований по иммунологической характеристике ячменя из генетических центров эволюции // Труды по прикладной ботанике, селекции и генетике. 2009. Т. 165. С. 1-5.

Афанасенко О.С., Михайлова Л.А., Мироненко Н.В. и др. Новые и потенциально опасные болезни зерновых культур в России // Вестник защиты растений. 2011. № 4. С. 3-18.

Дьяков Ю. Т., Озерецковская О. Л., Джавахия В. Г. и др. Общая и молекулярная фитопатология. Москва: Общество фитопатологов. 2001. 301 с.

Лашина Н. М., Анисимова А. В., Афанасенко О. С. и др. Определение эффективности регенерации в культуре пыльников у образцов ячменя устойчивых к пятнистостям листьев // Вестник защиты растений. 2009. № 1. С. 48-51.

Потокина Е. К., Хедлэй П., Афанасенко О. С. и др. Картирование QTL (Quantitative Trait Loci), детерминирующих устойчивость к сетчатой пятнистости ячменя. // Технологии создания и использования сортов и гибридов с групповой и комплексной устойчивостью к вредным организмам в защите растений. 2010, СПб, ГНУ ВИЗР. С. 229-236.

Шамрай С. Н. Гены устойчивости растений: молекулярная и генетическая организация, функция и эволюция// Журнал общей биологии. 2003. Т. 64. №3. С. 195-214.

Abu Qamar M., Liu Z.H., Faris J.D. et. al. A region of barley chromosome 6H harbors multiple major genes associated with net type net blotch resistance // The Theoretical and applied genetics. 2008. Vol. 117. N 8. P. 1261-1270.

Arru L., Francia E., Pecchioni N. Isolate-specific QTLs of resistance to leaf stripe (Pyrenophora graminea) in the Steptoe × Morex spring barley cross//Theor. Appl. Genet. 2003. 106. P. 668-675.

Bilgic H., Steffenson B. J., Hayes P. M. Molecular Mapping of Loci Conferring Resistance to Different Pathotypes of the Spot Blotch Pathogen in Barley // Phytopathology. 2006. Vol. 96. N 7. P. 699-708.

Bjørnstad Å., Patil V., Tekauz A., Marøy A.G. et. al. Resistance to scald (*Rhynchosporium secalis*) in barley (*Hordeum vulgare*) Studied by Near-Isogenic Lines: Markers and Differential Isolates // Phytopathology. 2002. Vol. 7. P. 710-20.

Friedt W., Ordon F. Molecular varkers for gene pyramiding and disease resistance breeding in barley. Genomics Assisted Crop Improvement. Vol. 2. Genomics Applications in Crops. Springer. 2007. P. 81-101.

Murray G. M., J. P. Brennan Estimating disease losses to the Australian barley industry// Australasian Plant Pathology. 2009. V. 39(1) P. 85–96.

Graner A., Foroughi-Wehr B., Tekauz A. RFLP mapping of a gene in barley conferring resistance to net blotch (*Pyrenophora teres*) // Euphytica. 1996. Vol. 91. P. 229-234.

Grewal T. S., Rossnagel B. G., Pozniak C. J. et al. Mapping quantitative trait loci associated with barley net blotch resistance // Theor Appl. Genet. 2008. Vol. 116. P. 529–539.

Grewal T. S., Rossnagel B. G., Scoles G. J. Mapping quantitative trait loci associated with spot blotch and net blotch resistance in a doubled-haploid barley population//Mol. Breeding. 2011. 267-279.

Gupta S., Li C. D., Loughman R. et. al. Quantitative trait loci and epistatic interactions in barley conferring resistance to net type net blotch (*Pyrenophora teres* f. *teres*) isolates. // Plant Breeding. 2010. Vol. 129. N. 4. P. 362-368.

Gupta S., Li C. D., Loughman R., Cakir M. et al. Quantitative trait loci and epistatic interactions in barley conferring resistance to net type net blotch (Pyrenophora teres f. teres) isolates// Plant Breeding. 2009. V. 4. P.268-362.

Jayasena, KW; Van Burgel, A; Tanaka et al. R Yield reduction in barley in relation to spot-type net blotch// Australian Plant Pathology. 2007. 36 (5): 429-433.

Reitan L., Salamati S. Field screening in Norway for resistance to Ramularia collo-cygni in old and new barley material. // Proceedings 1st European Ramularia Workshop March 2006, Gottingen, Germany. 2006, P. 73-82.

Le Gouis J., Devaux P., Werner K. et. al. *Rym15* from the Japanese cultivar Chikurin Ibaraki 1 is a new barley mild mosaic virus (BaMMV) resistance gene mapped on chromosome 6H // TAG. 2004. Vol. 108. N. 8. P. 1521-1525.

Lehmensiek A., Platz G. J., Mace E. et. al. Mapping of adult plant resistance to net form of net blotch in three Australian barley populations // Australian Journal of Agricultural Research. 2007.Vol. 58. N 12. P. 1191-1197.

Manninen O.M., Jalli M., Kalendar R. et al. Mapping of major spot-type and net-type net blotch resistance genes in the Ethiopian barley (*Hordeum vulgare*) line CI9819 // Genome. 2006.Vol. 49. P. 1564-157.

Marcel T., Aghnoum R., Durand J. et. al. Dissection of the barley 2L1.0 region carrying the 'Laevigatum' quantitative resistance gene to leaf rust using near-isogenic lines (NIL) and subNIL // Mol Plant Microbe Interact. 2007. Vol. 20. N 12. P. 1604-1615.

Miedaner T., Korzun V. Marker-Assisted Selection for Disease Resistance in Wheat and Barley Breeding // Phytopathology. 2012. 102: 560-566.

Miedaner T.A., Würschum T.A., Maurer H.P.A. et. al. Association mapping for *Fusarium* head blight resistance in European soft winter wheat // Molecular Breeding. 2010. P. 1-9.

Raman H., Venkatanagappa S., Rehman A. et. al. Graphical genotyping of barley using molecular markers linked with malting quality, disease resistance and aluminium tolerance // Barley Technical Cereal Chemistry. 2003. P. 246-249.

Roy J. K., Smith K.P., Muehlbauer G.J. et. al. Associating mapping of spot blotch resistance in wild barley // Mol. Breeding. 2010. Vol. 26. P. 243-256.

Steffenson B. J., Hayes P. M., Kleinhofs A. Genetics of seedling and adult plant resistance to net blotch (Pyrenophora teres f. teres) and spot blotch (Cochliobolus sativus) in barley // Theor. Appl. Gen. 1996. V. 92. P. 552–558.

Williams K.J., Lichon A., Gianquitto P. et. al. Identification and mapping of gene conferring resistance to the spot form of net blotch (*Pyrenophora teres* f. *maculata*) in barley // Theor. Appl Genet. 1999. Vol. 99. P. 323-327.

Yun S.J., Gyenis L., Hayes P.M. et. al. Quantitative trait loci for multiple disease resistance in wild barley // Crop. Sci. 2005. Vol. 45. P. 2563-2572.

Zhou H., Steffenson BJ. Association mapping of septoria speckled leaf blotch resistance in u.s. Barley breeding germplasm// Phytopathology. 2013. V. 103. P. 600-609.

УДК 575.162

АЛЛЕЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГЕНОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ[1]

М.М. Злотина, А.А. Киселёва, О.Н. Ковалева, И.Г. Лоскутов, Е.К. Потокина
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: e.potokina@vir.nw.ru

Резюме

Для оценки генетического разнообразия устойчивости сортов ячменя отечественной селекции из коллекции ВИР был проанализирован полиморфизм генов *Ppd-H1* и *Rpg1* с помощью методов молекулярного маркирования. Установлено, что из 97 проанализированных сортов только 6 несут доминантный аллель гена *Ppd-H1* (6%), и столько же сортов в своем составе имеют генотипы, несущие доминантный аллель гена *Rpg1*. Скудное аллельное разнообразие генов, определяющих сроки колошения и длительную устойчивость к возбудителю стеблевой ржавчины может существенно ограничивать адаптивный потенциал сортов ячменя, культивируемых на территории России.

Ключевые слова: генетическое разнообразие устойчивости, ячмень, *Ppd-H1, Rpg1,* молекулярное маркирование.

ALLELIC DIVERSITY OF GENES, DETERMINING ADAPTIVE POTENTIAL OF BARLEY VARIETIES CULTIVATED IN RUSSIA

M.M. Zlotina, A.A. Kiseleva, O.N. Kovaleva, I.G. Loskutov, E.K. Potokina
N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, e-mail: e.potokina@vir.nw.ru

Abstract

To estimate genetic diversity of barley varieties maintained at the VIR collection polymorphism of *Ppd-H1* and *Rpg1* genes were analyzed using molecular markers. It is determined that among 97 analyzed varieties there are only 6 varieties carrying the dominant allele of *Ppd-H1* (6%) and 6 those having dominant allele of *Rpg1* as admixture. Limited allelic diversity of the genes determining photoperiod response and durable resistance to stem rust suggests restricted adaptive potential of barley varieties currently cultivated in Russia.

Key words: genetic resistance diversity, barley, *Ppd-H1, Rpg1,* molecular markers.

Для возделывания ячменя на обширной территории Российской Федерации, отличающейся разнообразными климатическими условиями, способность растений адаптироваться к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам является необходимым условием. Такая адаптивная способность растений может быть обусловлена как генами специфического ответа, так и генами общей неспецифической устойчивости.

Одним из факторов, определяющих адаптивный потенциал растений является регуляция продолжительности вегетационного периода, которая дает возможность растениям переходить к генеративной фазе развития во время, оптимальное для опыления, развития и распространения семян (Cockram et al. 2007). Фотопериодическая чувствительность оказывает влияние не только на скорость развития и степень адаптации растений к условиям среды, но и на такие признаки, как компоненты структуры урожая, высота растений, морозо- и зимостойкость, потребность в яровизации, засухоустойчивость, «уход» от высоких летних температур воздуха, размеры листовой пластинки, устойчивость к фитопатогенам и вредителям.

[1] Работа выполнена при поддержке грантов межгосударственной целевой программы ЕврАзЭС «Инновационные биотехнологии» (2011-16-МЦП/16) и гранта РФФИ № 12-04-01161-а.

Ключевым геном, определяющим фотопериодическую чувствительность и, тем самым, сроки зацветания и начала колошения ячменя, является *Ppd-H1*. Присутствие доминантного аллеля *Ppd-H1* у растений ячменя определяет быструю реакцию на удлинившийся световой день, обуславливая раннее зацветание в условиях длинного дня (Turner et.al., 2005).

Другим фактором, детерминирующим устойчивость злаковых, является устойчивость к различным фитопатогенам. Одним из наиболее распространенных патогенов злаковых является гриб *Puccinia graminis,* вызывающий заболевание стеблевой ржавчиной. Ареал этого патогена перекрывается с зоной возделывания ячменя. Отсутствие устойчивых сортов ячменя может приводить к значительной потере урожая. Длительную устойчивость к *Puccinia graminis* у ячменя определяет ген *Rpg1* (Brueggeman et al., 2002).

Для оценки генетического разнообразия устойчивости необходимо проводить скрининг культивируемых сортов и владеть информацией об аллельном разнообразии ключевых генов, контролирующих развитие и адаптивные способности растений. С этой целью мы проанализировали полиморфизм генов *Ppd-H1* и *Rpg1* методами молекулярного маркирования у сортов ячменя отечественной селекции из коллекции Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР).

Материалы и методы

Исследование проводилось на 97 сортах ячменя, районированных в различных климатических зонах России и сохраняемых в коллекции ВИР.

Для молекулярно-генетического анализа аллелей генов *Ppd* и *Rpg1* геномную ДНК выделяли из листьев ячменя по стандартной методике с использованием CTAB-буфера (Saghai-Maroof et al., 1984). Маркирование генов *Ppd* и *Rpg1* осуществляли с помощью ПЦР с использованием опубликованных аллель-специфичных праймеров (табл. 1) и последующего рестрикционного анализа (в случае *Ppd-H1*).

Таблица 1 Последовательности аллель-специфичных праймеров, опубликованные для генов *Ppd-H1* и *Rpg1* ячменя, использованные в анализе

Ген	Тестируемый аллель	Последовательность аллель-специфичных праймеров, использованных в анализе	Tm отжига праймеров (^{o}C)	Ожидаемый размер ДНК-фрагмента, п.н.	Литературный источник
Ppd-H1	*Ppd-H1*	Jones5-F: GATGGATTCAAAGGCAAGGA Jones5-R: CGTTAGAGCCCTGCTTCATC	60	620/*MspI* = 276+269+70	Jones et al., 2008
Ppd-H1	*ppd-H1*	Jones5-F: GATGGATTCAAAGGCAAGGA Jones5-R: CGTTAGAGCCCTGCTTCATC	60	620/*MspI* = 276+339	
Rpg-1	*Rpg-1*	RPG1RF: CGGCTAATCACATCAAGTAA RPG1RR: TTCTCCATTGTCCAACCTC	58	610	Eckstein et al., 2003
Rpg-1	*rpg-1*	RPG1SF: GGCTAATCACATCAAGGTT RPG1SR: CCACGACCAA TTATGTTCTG	58	487	

ПЦР проводили в термоциклере (GeneAmp PCR system 9700). При выявлении аллелей гена *Ppd-H1* в состав реакционной смеси, объемом 20 мкл, входили: 50-100 нг ДНК, 1хбуфер для Taq полимеразы (pH 8.6, 2,5mM Mg2+) (Sileks), 200 мкмоль dNTPs, 0,25 мкмоль каждого праймера и 2,5 ед. Taq полимеразы (Dialat). Рестрикционный анализ проводили в общем объеме 15 мкл, содержащем 3 мкл продукта ПЦР, 1x SEBuffer B (pH 7,6), 7,5 ед. активности эндонуклеазы *Msp I.*

Для выявления аллеля, детерминирующего устойчивость ячменя к стеблевой ржавчине, реакционная смесь объемом 25 мкл содержала: 2мкл (50-100 нг) ДНК добавленных к пре-амплификационной смеси (18,5 мкл стерильной дистиллированной воды, 2,5 мкл 10xPCR буфера (Sileks), 0,5 мкл 10mM dNTPs, по 0,5 мкл каждого из праймеров (10пкмоль/мкл) и 0,5 мкл Taq полимеразы (5 единиц/мкл) (Dialat). ПЦР проводилась при

следующем режиме: преднатурация - 3 мин при 94°С, далее 26 циклов (30 сек – 94°С, 45 сек – 58°С и 1 мин – 72°С), заключительный этап - 5 минут при 72°С (по Eckstein et al., 2003). С последующей визуализацией в 1 % агарозном геле.

Результаты и обсуждения

В ходе работы был проведен молекулярный анализ сортов ячменя из коллекции ВИР с целью изучения аллельного разнообразия генов *Ppd-H1* и *Rpg1,* участвующих в формировании адаптивного потенциала растений (рис.1, 2).

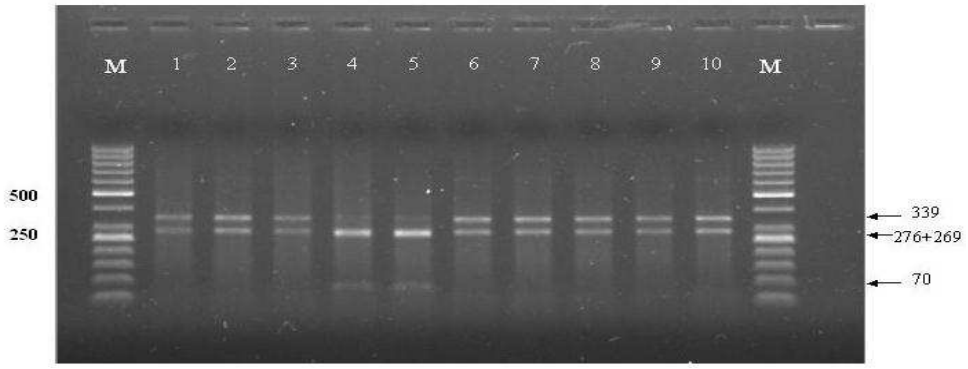


Рис. 1. Выявление рецессивного (276 + 339 пн) и доминантного (276 + 269 + 70 пн) аллелей гена *Ppd-H1* с использованием CAPS маркера (эндонуклеаза *MspI*) у сортов: 1-Bankuti korai , 2-Marii, 3-Импульс 90, 4-Weeah, 5-Australische, 6- Гандвиг, 7- Корнет, 8- Jo 1310, 9-Buch, 10- Sumko.

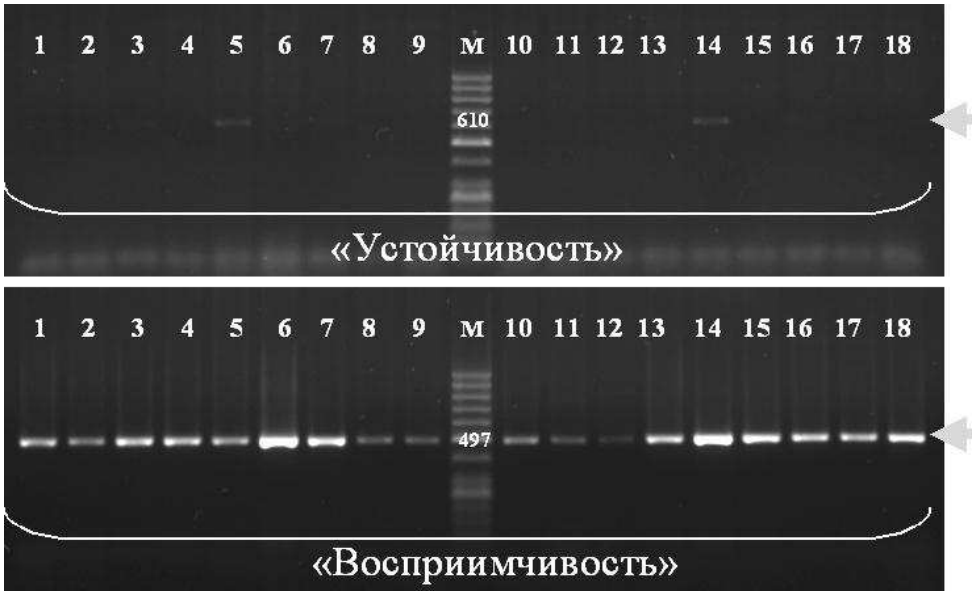


Рис. 2. Электрофореграмма продуктов ПЦР с маркерами, выявляющими «устойчивые» и «восприимчивые» аллели ген *Rpg-1*. Сорта: 1-Криничный, 2-774-04, 3-Анакин, 4-Одон, 5-Белогорский, 6-Суздалец, 7-Тонус, 8-Оренбургский 17, 9-Quench, 10-730303_2, 11-Basik-3, 12-SC 112-16-1, 13-Сталы К-30212, 14-Гандвиг, 15-Australische К-23351, 16-Таусень, 17-Сонет, 18-Бином.

Фотопериодическая чувствительность ячменя контролируется двумя локусами: на длинном дне – геном *Ppd-H1*, расположенном на хромосоме 2Н, на коротком дне - *Ppd-H2* (хромосома 1Н) (Laurie et al., 1995). Доминантный аллель *Ppd-H1* определяет чувствитель-

чувствительность растений ячменя к длинному фотопериоду и, тем самым, индуцирует раннее зацветание в условиях длинного дня. Задержка перехода к фазе колошения на длинном дне связана с наличием рецессивного аллеля (*ppd-H1*).

Ген *Rpg1* обуславливает длительную устойчивость к патогенному грибу *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* у ячменя. *Rpg1* картирован на 7H хромосоме (Søgaard et al., 1987). После того, как ген *Rpg1* был клонирован и аннотирован (Brueggeman et al., 2002), была разработана система аллель-специфичных SCAR маркеров (Eckstein et al., 2003). Установлено, что для восприимчивых к патогену сортов характерно присутствие одной из трех форм измененной последовательности гена *Rpg1*. У четвертой группы восприимчивых сортов данный ген отсутствует. Для всех трех типов рецессивных, «восприимчивых» аллелей характерна инсерция в 3 п.н. Доминантный аллель определяет устойчивость растения к патогену. В таблице 2 представлены результаты молекулярного маркирования генов *Ppd-H1* и *Rpg1* у 97 сортов ячменя коллекции ВИР.

Таблица 2. Выявленные аллели генов *Ppd-H1* и *Rpg1* у проанализированных сортов ячменя*

Название сорта, линии	№ каталога ВИР	Происхождение	*Ppd-H1*	*Rpg1*
Суздалец	30314	Московск. обл.	R	R
Родник Прикамья	31077	Кировская обл.	R	R
774-04	пр. 7985	Кировская обл.	R	R
Анакин	пр. 8004	Дания	R	R
Posada	пр. 8005	Германия	R	R
Себастьян	пр.7980	Чехия	R	R
Ворсинский 2	31109	Алтайск. НИИСХ	R	R
Хомо	31147	Беларусь	R	R
Магутны	31149	Беларусь	R	R
Одон	31118	Бурятия	R	R
Грэйс	31126	Германия	R	R
Шармей	31127	Дания	R	R
Московский 86	31128	Московск. обл.	R	R
Белогорский	22089	Ленинградская обл.	R	**DR**
Чилл	31130	Германия	R	R
Чиор	пр. 8140	Канада	R	R
Ладны	пр. 8011	Беларусь	R	R
Батька	пр. 8012	Беларусь	R	R
Якуб	пр. 8013	Беларусь	R	R
Зубр	пр. 8014	Беларусь	R	R
Бровар	пр. 8015	Беларусь	R	R
Абава	24724	Латвия	R	R
Maresi	29669	Германия	R	R
Оренбургский 17	30596	Оренбургск. обл.	R	R
Анна	30829	Оренбург обл.	R	R
Хаджибей	30844	Белгородская обл.	R	R
Золотник	30845	Алтайский край	R	R
Сигнал	30846	Алтайский край	R	R
Ясный	30847	Ростовская обл.	R	R
Astoria	30857	Франция	R	R
Стимул	30882	Краснодарский кр	**D**	R

Продолжение табл. 2

Название сорта, линии	№ каталога ВИР	Происхождение	*Ppd-H1*	*Rpg1*
Тонус	30958	Ростовская обл.	R	R
Оскар	31040	Красноярский край	R	R
Як-401	31042	Саратовская обл.	R	R
Эльф	30174	Московская обл.	R	R
Сибирский авангард	31142	Омская обл.	R	R
Сталы	30212	Беларусь	R	R
Гандвиг	29836	Россия	R	**DR**
Дзівосны	30213	Беларусь	R	R
Weeah	21799	Австралия	**D**	R
Вежа	29912	Беларусь	R	R
Корнет	29808	Россия	R	R
Атаман	30568	Беларусь	R	R
Селянин	29916	Беларусь	R	R
Бурштын	30566	Беларусь	R	R
Импульс 90	30749	Екатеринбургская обл.	R	R
Золак	30570	Беларусь	R	R
Australische	23351	Австралия	**D**	R
Jo 1310	27563	Финляндия	R	R
Sumko	30265	Канада	R	R
Bankuti korai	18095	Венгрия	R	R
Паніч	30572	Беларусь	**D**	R
Mari	19354	Швеция	R	R
Buch	30173	Канада	R	R
Ванік (Итог)	29913	Беларусь	R	R
Густ	30569	Беларусь	**D**	R
530-98	пр. 7986	Кировская обл.	R	**DR**
775-04	пр. 7987	Кировская обл.	R	R
780-04	пр. 7988	Кировская обл.	R	R
781-04	пр. 7989	Кировская обл.	R	R
Прикумский 47	31045	Ставропольский край	**D**	R
Неофит	пр. 7981	Украина	R	R
Египет	пр. 7979	Украина	R	R
Сибиряк	30987	Кемерово	R	R
Таусень	31115	Архангельская обл.	R	R
Лунь	31101	Пензенская обл.	R	R
Белогорский	22089	Ленинградская обл.	R	**DR**
Jumara	31144	Латвия	R	R
Фобос	31148	Беларусь	R	R
Криничный	27605	Беларусь	R	**DR**
Кедр	28119	Красноярский край	R	R
Харьковский 99	29548	Украина	R	R
Волгарь	29831	Куйбышевская обл.	R	R
Сонет	30448	Свердловская обл.	R	R
Зерноградец 770	30451	Ростовская обл.	R	R
Задонский 8	30452	Ростовская обл.	R	R
Рахат	30591	Московская обл.	R	R
Раушан	30592	Московская обл.	R	R
Приазовский 9	30595	Ростовская обл.	R	R
Нур	30820	Московская обл.	R	R

Окончание табл. 2

Название сорта, линии	№ каталога ВИР	Происхождение	*Ppd-H1*	*Rpg1*
Сокол	30827	Ростовская обл.	R	R
Messina	30967	Германия	R	R
Владимир	30981	Московская обл.	R	R
Велес	30982	Белгородская обл.	R	R
Бином	30985	Свердловская обл.	R	R
Ястреб	30986	Самарская обл.	R	R
Т-12	30990	Оренбургская обл.	R	R
Жозефин	31038	Германия	R	R
Таловский 9	31041	Воронежская обл.	R	R
Марни	31044	Германия	R	R
Щедрый	31046	Ростовская обл.	R	R
Саншайн	31129	Германия	R	R
Поспех	31122	Беларусь	R	R
Липень	пр. 7908	Беларусь	R	**DR**
Дублет	пр. 7909	Беларусь	R	R
Селянин	29916	Беларусь	R	R

*Примечание. D – доминантный аллель, R – рецессивный аллель. D/R – выявлена гетерозиготность локуса.

В результате анализа установлено, что из 97 проанализированных сортов только 6 несут доминантный аллель гена *Ppd-H1* (6%), и столько же сортов в своем составе имеют в виде примеси генотипы, несущие доминантный аллель гена *Rpg1*. Такое ограниченное аллельное разнообразие генов, выявленное с помощью молекулярного маркирования, свидетельствует о том, что адаптивный потенциал сортов ячменя, возделываемых на территории РФ, может быть значительно улучшен за счет привлечения в селекцию доноров доминантных аллелей этих генов. Рациональное использование генетических ресурсов в сельском хозяйстве подразумевает возделывание в конкретных регионах страны сортов с сочетанием аллелей, оптимальным для данных условий. Для получения высокоадаптивных сортов сельскохозяйственных культур необходимо внедрять новые, «подходящие» для конкретных условий аллели генов в создаваемые новые сорта. Проблема рационального использования генотипов ячменя для возделывания на обширной территории РФ, отличающейся широким спектром климатических условий, может быть решена путем поддержания генетического разнообразия сортов.

Литература

Brueggeman R. Rostoks N., Kudrnaet D. et al. The barley stem rust-resistance gene Rpg1 is a novel disease-resistance gene with homology to receptor kinases // Proceedings of the National Academy of Sciences., 2002. V. 99, № 14, P. 9328-9333.

Cockram J., Jones H., Leigh F., et al. Haplotype analysis of vernalization loci in European barley germplasm reveals novel *VRN-H1* alleles and a predominant winter *VRN-H1/VRN-H2* multi-locus haplotype // Theoretical and Applied Genetics. 2007, V. 115, № 7, P. 993-1001.

Eckstein P., Rossnagel B. and Scoles G. Allele-Specific Markers within the Barley Stem Rust Resistance Gene (*Rpg1*) // Barley Genetics newsletter. 2003, V. 33.

Jones H., Leigh F., Mackay I. et al. Population-based resequencing reveals that the flowering time adaptation of cultivated barley originated east of the Fertile Crescent // Molecular biology and evolution. 2008, V. 25, № 10, P. 2211-2219.

Laurie D. A., Pratchett, N., Snape, J. W., & Bezant, J. H. RFLP mapping of five major genes and eight quantitative trait loci controlling flowering time in a winter× spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cross // Genome. 1995, V. 38, № 3, P. 575-585.

Saghai-Maroof M., Soliman K., Jorgensen R., et al. Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics // Proceedings of the National Academy of Sciences. 1984, V. 81, №. 24, P. 8014-8018.

Søgaard B., von Wettstein-Knowles P. Barley: genes and chromosomes //Carlsberg Research Communications. 1987, V. 52, № 2, P. 123-196.

Turner A., Beales J., Faure S., Dunford R.P., Laurie D.A. Pseudo – response regulator Ppd-H1 provides adaptation to photoperiod in barley. // Science, 2005, V.2005, № 5750, P. 1031-1035.

УДК 635.21: 631.527.12: 631.524.86: 577.21

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В БЕЛАРУСИ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ SSR АНАЛИЗА[2]

А.М. Шимкевич, Н.В. Луханина, О.Г. Давыденко
Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: cytoplasmic@mail.ru

Резюме

Идентификация сортов, линий и гибридов растений является неотъемлемым элементом селекции и семеноводства. Сорту предоставляется правовая охрана, если он обладает такими характеристиками как отличимость, однородность и стабильность. В Республике Беларусь определение сортовых качеств семян осуществляется методом апробации, грунтового или лабораторного контроля в соответствии с государственными стандартами, что позволяет оценить сортовую чистоту и сортовую принадлежность только посевов.

Ключевые слова: ячмень, селекция, сорта.

THE IDENTIFICATION OF BARLEY VARIETIES GROWN IN BELARUS BY THE SSR ANALYSIS

A.M. Shymkevich, N.V. Lukhanina, O.G. Davydenko
Institute of Genetics and Cytology, NAS of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: cytoplasmic@mail.ru

Summary

Identification of plant varieties, line and hybrids is one of essential part of breeding and seed-farming. If variety has got special description such as distinguishability, uniformity and stability it got the legal safeguard. In Belarus seeds variety quality is defined by field and laboratory checking and by approbation method in accordance with the state standards. It permits to estimate variety only in the fields.

Key words: barley, breeding, variety.

Согласно требованию европейских стандартов, сортовая чистота должна быть не ниже 95% (Таразанов, 2007). Однако, до момента реализации зерна на ряде технологических операций возможно засорение семенами других сортов или даже сортовая путаница (Поморцев, 2009). Кроме того, показано, что при сортовой чистоте пивоваренного ячменя ниже 90% качественные характеристики солода, а, следовательно, и конкурентоспособность, существенно падают (Хлыновский, 2007). Так, Поморцев и Лялина, оценивая сортовую чистоту партий семян ячменя в 2005-2008 г.г. в России, выявили, что доля партий, соответствующих по сортовой чистоте европейским стандартам (95% и более), составляла от 28,2 до 67,8%, а с сортовой чистотой ниже 90% – 46-47% (Поморцев, 2009). Данные по Беларуси в доступных нам источниках отсутствуют.

Отсутствие эффективного контроля сортовой чистоты семян является одной из причин низкой конкурентоспособности отечественных пивоваренных сортов по сравнению с зарубежными. Уникальную возможность для паспортизации и определения сортовой чистоты, создания четких комплексных фингерпринтов каждого сорта и исходных материнских линий представляет молекулярно-генетический анализ ДНК. Возможности ДНК-маркеров все шире используются в идентификации культурных растений. При этом к методике молекулярного маркирования предъявляются определенные требования: повторяемость и воспроизводи-

[2] Работа выполняется в рамках подпрограммы 1 «Инновационные биотехнологии в Республике Беларусь» МЦП ЕврАзЭС «Инновационные биотехнологии» на 2011-2015гг. (задание 3.5).

мость данных, в том числе, в различных лабораториях, высокая разрешающая способность, возможность создания баз данных, доступность методики. Использование микросателлитных маркеров (SSR метод) рассматривается, как практически единственный метод, способный удовлетворить все эти требования (UPOV, 2010).

В настоящей работе нами проводился SSR анализ пятнадцати сортов ячменя белорусской и зарубежной селекции, возделываемых на территории Беларуси. В работе использовано десять микросателлитных маркеров. Целью данного анализа является получение генетического профиля, который можно будет использовать для идентификации и паспортизации сортов.

Результаты, полученные после проведения SSR-анализа, для каждого сорта можно представить в виде формулы. В данной формуле каждый микросателлитный маркер для упрощения записи обозначен одной буквой латинского алфавита, рядом с которой указываются также размеры амплифицированных фрагментов (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Обозначения SSR-локусов ядерного генома, использованные для записи формулы генотипа

Название маркера	Обозначение в формуле сорта
Bmac 0163	A
Bmac 0156	B
EBmac 0701	C
Bmag 0507	D
Bmag 0603	E
Bmag 0606	F
HVM 68	G
Bmac 0316	H
HVM 74	I
Bmac 0093	J

Таблица 2. Результаты SSR-анализа сортов ячменя, выращиваемых в Беларуси

Название сорта	Формула генотипа
Талер	$A_{147}B_{170}C_{146}D_{148,150}E_{118}F_{150}G_{196}H_{171,190}I_{195}J_{163}$
Сталы	$A_{145}B_{170}C_{148}D_{146,148}E_{135}F_{150}G_{196}H_{165}I_{195}J_{163}$
Антьяго	$A_{145}B_{170}C_{148}D_{150,154}E_{118}F_{150}G_{196}H_{131}I_{197}J_{163}$
Тюрингия	$A_{147}B_{140}C_{146}D_{115}E_{118}F_{125}G_{209}H_{13}I_{197}J_{163}$
Сябра	$A_{145}B_{170}C_{148}D_{148}E_{118}F_{150}G_{216}H_{131}I_{197}J_{163}$
Гонар	$A_{145}B_{140}C_{138,150}D_{148,150}E_{118}F_{150}G_{199}H_{163}I_{197}J_{161}$
Атаман	$A_{145}B_{170}C_{138}D_{148}E_{118}F_{150}G_{216}H_{131}I_{197}J_{149,157}$
Дзівосны	$A_{145}B_{170}C_{146}D_{148}E_{118}F_{150}G_{223}H_{165}I_{195}J_{167}$
Стратус	$A_{145,147}B_{140}C_{146}D_{148}E_{135}F_{123}G_{216}H_{163}I_{197}J_{163}$
Якуб	$A_{145}B_{170}C_{148}D_{148}E_{118}F_{150}G_{209}H_{163}I_{197}J_{157}$
Гастинец	$A_{147}B_{170}C_{150}D_{148}E_{118}F_{123}G_{196}H_{131}I_{205}J_{159}$
Бурштын	$A_{145}B_{170}C_{146,148}D_{148}E_{118}F_{125}G_{209}H_{193}I_{197}J_{157}$
Зазерский	$A_{145}B_{140}C_{146}D_{148,154}E_{135}F_{150}G_{216}H_{131}I_{195}J_{159}$
Бацька	$A_{154}B_{155}C_{153}D_{153}E_{123}F_{125}H_{127}I_{191}J_{160}$
Фэст	$A_{152}B_{171}C_{120,151}D_{151}E_{123}F_{149}H_{160}I_{201}J_{160}$

Полученные результаты позволяют говорить о довольно высоком уровне полиморфизма исследованных локусов у сортов ячменя, выращиваемых в Беларуси. Ряд сортов ока-

зались гетерогенными по одному или нескольким локусам – EBmac 0701 (C), Bmag 0507 (D), Bmac 0093 (J), Bmac 0316 (H).

Кроме того, показано, что для некоторых аллелей частоты встречаемости заметно различаются у пивоваренных и кормовых сортов. Например, размер фрагмента у маркера Bmac 0163 – 145 пар нуклеотидов – встречается у 86 % сортов кормового назначения. У лучших пивоваренных сортов – Талер, Тюрингия, Стратус, Гастинец – размер фрагмента равен 147 п.н., однако у пивоваренного сорта Зазерский – 145 п.н.

Дальнейшие исследования предполагают расширение списка сортов и молекулярных маркеров.

Литература

Поморцев А.А., Лялина Е.В. Лабораторный контроль сортовой принадлежности партий семян и товарного зерна пивоваренного ячменя // Зерн. хозяйство России. 2009. № 6. С.43-55.

Таразанов В.А. Качественные аспекты получения пивоваренного ячменя // Мат. III междунар. конгресса «Зерно и хлеб России». С.-Петербург. 3-15 ноября 2007. С. 93.

Хлыновский А.Д., Ермолаева Г.А., Жаркова Л.П. Значение использования электрофоретического определения сотовой чистоты пивоваренного ячменя // Тр. Междунар. научно-практ. конф. «Современные принципы и методы селекции ячменя». Краснодар, 2007. С. 281-285.

Gudelines for DNA-profiling: molecular marker selection and database construction: forty-fourth ordinary session // International Union for the protection of new varieties of plants. UPOV/INF/17/1. Geneva, 21 october 2010. P. 13.

УДК 577.21;601;633:631.52

ПОИСК Sd3/Sd2H АЛЛЕЛЕЙ ВЫСОКОТЕРМОСТАБИЛЬНОЙ β-АМИЛАЗЫ У СТАРОДАВНИХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ[3]

Н. В. Луханина[1], А. М. Шимкевич[1], А. А. Зубкович[2], О. Г. Давыденко[1]

[1]Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail:cytiplasmic@mail.ru

[2]Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», г.Жодино, Беларусь, e-mail: aa_zoubkovitch@mail.ru

Резюме

Ячмень – одна из важнейших зерновых культур, традиционно используется в пивоварении. В настоящее время усилия селекционеров направлены на создание новых сортов, обладающих хорошими пивоваренными качествами. Улучшение пивоваренных свойств ячменя может быть достигнуто введением в геномы уже созданных сортов ценных аллелей генов.

Ключевые слова: ячмень, пивоваренные свойства.

GENOTYPING OF Sd3/Sd2H β -AMYLASE ALLELES IN BARLEY LANDRACES

N.V. Lukhanina[1], A.M. Shymkevich[1], A.A. Zoubkovich[2], O.G. Davydenko[1]

[1]Institute of Genetics and Cytology of NAS of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: cytoplasmic@mail.ru

[2]Republican Unitary Enterprise «The scientific and practical center for arable farming», Zhodino, Belarus e-mail: aa_zoubkovitch@mail.ru

[3] Данная работа проводится в рамках совместного проекта, выполняемого ИГиЦ НАН Беларуси и РУП “НПЦ НАН Беларуси по земледелию” (проект № 2.21 ГПНИ «Фундаментальные основы биотехнологий» подпрограмма «Геномика»).

Summary

Barley is one of the important crops. It is traditionally used in brewing .This time breeders try to create new cultivars with good malt quality. Introduce new alleles of important genes into genome of existent varieties can improve barley malt quality.
Key words: barley, malt quality.

Одним из основных ферментов пивоварения является β-амилаза, она гидролизует крахмал до мальтозы, субстрата для жизнедеятельности дрожжей. По сравнению с другими ферментами пивоварения, β-амилаза достаточно термолабильна, а термическая инактивация этого фермента в процессе приготовления пивного сусла является существенной проблемой. Известен ряд природных аллельных форм гена *Bmy1*– Sd1, Sd2H, Sd2L, Sd3, определяющие синтез ß-амилазы с разной термостабильностью и кинетическими свойствами (Paris et al., 2002; Malysheva-Otto et al., 2004). В генотипе пивоваренных сортов желательно присутствие Sd2H и Sd3 аллелей, детерминирующих синтез высокотермостабильных изоформ фермента.

Отсутствие аллелей высокотермостабильной β-амилазы в геноме типично для ячменей европейской селекции (Malysheva-Otto et al., 2004; Sjakste, Roder, 2004; Ovesna et al., 2010). Изучение современных сортов и сортообразцов, выращиваемых в Беларуси, показало, что в их геномах также отсутствуют аллели Sd3 и Sd2H, однако, такие формы были найдены среди стародавних сортов коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова (Луханина и др., 2010).

В связи с этим, поиск в геномах стародавних сортов аллелей Sd3 и Sd2H, детерминирующих высокотермостабильные изоформы фермента, представляет интерес в связи с возможностью обнаружения доноров этого полезного свойства. С другой стороны, данные о полиморфизме гена *Bmy1* могут быть использованы в филогенетических исследованиях (Saisho, Purugganan, 2007).

Целью данной работы являлся поиск аллелей Sd2H/Sd3 аллелей в геномах стародавних сортов ячменя с перспективой дальнейшего использования в селекционном процессе. Материалом для исследования являлись образцы ячменя, представляющие собой местные стародавние сорта культурного ячменя *H. v.* ssp. *vulgare* (landraces) из различных точек сбора в местах исторического земледелия, расположенных на территории Алжира, Египта, Израиля, Иордании, Ирака, Йемена, Палестины, Эфиопии. Они представлены 533 индивидуальными растениями и получены из Международного центра сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах (ICARDA-ИКАРДА) (г. Алеппо, Сирия), а также из Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВНИИР им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург). Данные образцы любезно предоставлены научным сотрудником ИОГен РАН д.б.н. А.А. Поморцевым.

Для поиска Sd2H и Sd3 аллелей осуществлен анализ ДНК индивидуальных растений ячменя с использованием подхода, сочетающего проведение полимеразной цепной реакции (ПЦР) и последующий ПДРФ анализ амплифицированных фрагментов (Malysheva-Otto et al., 2004). Данный подход позволяет дифференцировать образцы на 2 группы, в первую попадают образцы с аллелями Sd2L и Sd1, определяющими низкую и среднюю термостабильность, во вторую - с аллелями Sd2H и Sd3, детерминирующих высокую термостабильность, без дальнейшей детализации. Метод основан на том, что Sd2H и Sd3 аллели высокотермостабильной β-амилазы определяются присутствием цитозина вместо тимина в позиции 698 кДНК гена *Bmy 1,* что приводит к образованию сайта для рестриктазы Msp I (Paris et al., 2002).

Среди исследованных образцов выявлено 77 форм, несущих Sd2H/Sd3 аллели β- амилазы. Полученные данные представлены в таблице.

Наибольшее количество Sd2H/Sd3 аллелей β-амилазы выявлено в ячмене из Ирака и Египта – 38 и 19 образцов, их частоты равны 47% и 37% соответственно. В образцах из Алжира, Иордании, Сирии данные аллели не выявлены.

Распределение образцов с Sd2H/Sd3 аллелями β- амилазы по странам

Страна происхождения	Всего исследовано образцов в стране	Количество образцов		Частоты Sd2H/Sd3 аллелей в %
		без Sd2H/Sd3 аллелей	с Sd2H/Sd3 аллелями	
Алжир	22	22	0	0
Египет	51	32	19	37
Израиль	31	26	5	16
Иордания	33	33	0	0
Ирак	81	43	38	47
Йемен	56	55	1	2
Палестина	47	45	2	4
Сирия	92	92	0	0
Эфиопия	120	108	12	1
Всего	533	456	77	14

У исследованных образцов ячменя из предполагаемых центров происхождения частота встречаемости Sd2H/Sd3 аллелей высокотермостабильной β-амилазы составляет 14%. Такая высокая частота делает возможным использование образцов ячменя из центров генетического разнообразия в качестве доноров данных аллелей.

Несмотря на ценность Sd2H и Sd3 аллелей, данные литературы свидетельствуют об их отсутствии в геномах большинства современных европейских сортов и присутствии в старых сортах, диких *H. v.* ssp. *spontaneum* или сортах, полученные с их использованием, у шестирядных яровых ячменей из Азии (Eglington et al., 1998; Polakova et al., 2003; Sjakste, Roder, 2004). Выявлена также тенденция снижения доли аллелей высокотермостабильной β-амилазы в последние десятилетия (Chiapparino et al., 2006). Исчезновение Sd2H аллелей из геномов современных сортов, по всей видимости, объясняется тем, что отбор селекционных образцов производился с учетом важных для пивоварения признаков (например, низкого содержания белка, высокой экстрактивности), которые, как оказалось, коррелируют с низкой термостабильностью β-амилазы (Ovesna et al., 2010).

Таким образом, исследование стародавних сортов ячменя из центров генетического разнообразия с целью дифференциации по степени термостабильности β-амилазы, позволило выявить ряд форм, содержащих ценные для селекции Sd2H/Sd3 аллели. Два стародавних сорта, образцы CI 3551 и CI 3552 из Египта в настоящее время используются в для восполнения отсутствующих генов термостабильной β-амилазы в белорусских сортах пивоваренного ячменя.

Литература

Луханина Н. В. и др. Определение доноров термостабильных аллелей β-амилазы ячменя // Генетика. 2010. Т. 46. №1. С. 127-130.

Chiapparino E. et al. Distribution of β-amylase I haplotypes among European cultivated barleys // Mol. Breeding. 2006. Vol. 18. № 4. P. 341-354.

Eglington J.K. et al. Thermostability variation in alleles of barley β-amylase // J. Cereal Sci. 1998. Vol. 28. № 3. P. 301-309.
Malysheva-Otto L. V. et al. Evaluation of cultivated barley (*Hordeum vulgare L.)* germplasm for the presence of thermostable alleles of β-amylaser // Plant Breeding. 2004. Vol. 123. № 2. P. 128-131.
Ovesna J. et al. Haplotyping barley *bmy1* using the SNaPshot assay // Biologia. 2010. Vol. 65. № 1. P. 75-80.
Paris M. et al. Genotyping single nucleotide polymorphisms for selection of barley β-amylase alleles // Plant Mol. Biol. Rep. 2002. Vol. 20. № 2. P. 149-159.
Polakova E. et al. Characterization of β-amylase alleles in 79 barley varieties with Pyrosequencing // Plant Mol. Biol. Rep. 2003. Vol. 21. № 4. P. 439-447.
Saisho D., Purugganan M. D. Molecular Phylogeography of Domesticated Barley Traces Expansion of Agriculture in the Old World // Genetics. 2007. Vol. 177. № 3. P. 1765-1776.
Sjakste T., Roder M. Distribution and inheritance of β-amylase alleles in north European barley varieties // Hereditas. 2004. Vol. 141. № 1. P. 39-45.

УДК 633.16:524

FUNCTIONAL GENOMICS OF SALINITY STRESS TOLERANCE IN BARLEY ASSESSED BY THE MIFE™ TECHNOLOGY

С. Шабала, Х. Ву, Л. Шабала, М. Зоу
School of Agricultural Science, University of Tasmania, Private Bag 54, Hobart, Tas 7001, Australia; email: Sergey.Shabala@utas.edu.au

Резюме

Отсутствие доступных экспресс-методов функциональной оценки активности ключевых транспортных систем плазматической и вакуолярных мембран является серьезным препятствием для селекции растений на признак солеустойчивости. Разработка и введение в практику исследований системы МАЙФ для непроникающего колличественного измерения ионных потоков через растительные мембраны привела к качественному прогрессу в селекции растений на устойчивость к основным абиотическим факторам среды, включая засоление. В этом докладе применимость МАЙФ-метода проиллюстрирована на примере количественной функиональной оценки активности натрий-водородного антипортера (кодированного SOS1 геном) и калий-проницаемого ионного канала (кодированного GORK геном) в популяции ячменя. Показано, что МАЙФ-технологии позволяют отобрать перспективные генотипы для использования в качестве доноров вышеизложеных генов для селекции ячменя на признак солеустойчивости с помощью молекулярных маркеров.

Ключевые слова: ячмень, солеустойчивость, Майф-метод.

FUNCTIONAL GENOMICS OF SALINITY STRESS TOLERANCE IN BARLEY ASSESSED BY THE MIFE™ TECHNOLOGY

S. Shabala, H. Wu, L. Shabala, M. Zhou
School of Agricultural Science, University of Tasmania, Private Bag 54, Hobart, Tas 7001, Australia; email: Sergey.Shabala@utas.edu.au

Summary

This includes drought, flooding, oxidative stress, low and high temperatures, soil salinity and acidity, nutritional disorders, pathogens and elicitors. The above facts indicate strongly that targeting membrane transporters in breeding programs may be an efficient way of improving abiotic stress tolerance in crops. The bottleneck in this process was the lack of convenient and reliable screening tools. The suitable method

should allow quantification of activity of plasma membrane transporters at the cellular (protein) level) possessing at the same time a high throughput capacity to screen the large number of accessions. The introduction of the MIFE technique for non-invasive microelectrode ion flux measurements has filled the above gap, offering plant breeders a highly precise and convenient tool for non-destructive functional screening of plant germplasm. In this paper, we briefly summarize the general principles of MIFE ion flux measurements and describe its application for barley breeding for salinity stress tolerance.

Key words: barley, salt resistance, MIFE-technique

Of 25,000 protein sequences in the *Arabidopsis* genome, over 40% are associated with cellular membranes having at least one transmembrane spanning domain (Ward 2001). Electrophysiological and molecular genetic studies have revealed the crucial role of plasma membrane transporters in perception and signaling in response to virtually every known environmental factor (Zimmermann et al 1999). This includes drought, flooding, oxidative stress, low and high temperatures, soil salinity and acidity, nutritional disorders, pathogens and elicitors. The above facts indicate strongly that targeting membrane transporters in breeding programs may be an efficient way of improving abiotic stress tolerance in crops. The bottleneck in this process was the lack of convenient and reliable screening tools. The suitable method should allow quantification of activity of plasma membrane transporters at the cellular (protein) level) possessing at the same time a high throughput capacity to screen the large number of accessions. The introduction of the MIFE technique for non-invasive microelectrode ion flux measurements in mid-90s has filled the above gap, offering plant breeders a highly precise and convenient tool for non-destructive functional screening of plant germplasm. In this paper, we briefly summarize the general principles of MIFE ion flux measurements and describe its application for barley breeding for salinity stress tolerance.

The mife technology: basic principles

The principles of the MIFE measurements have been a subject of several extensive reviews (e.g. Newman 2001; Shabala et al 2006; Shabala et al 2012) and are only briefly summarized below:

- Using a glass capillary, a microelectrode with the tip diameter of several □m is pulled
- The electrode tip is then filled with liquid ionic exchanger (LIX) selective for some specific ion (Na^+, K^+, Ca^{2+}, NH_4^+ etc). Several microelectrodes filled with different LIX may be used concurrently during experiment.
- Once filled, electrodes are then calibrated in a known set of standards, and positioned closed to the surface of biological specimen to be studied (e.g. plant root or leaf tissue), using mechanical micromanipulators. In practical terms, electrode tips should be aligned and positioned at about 20 □m above the root surface.
- During measurements, computer-driven hydraulic manipulator moves electrodes between two positions - close to (e.g. 20 □m), and further away (e.g. 70 □m), from the root surface – in a square-wave manner, with a half cycle of around 5 sec.

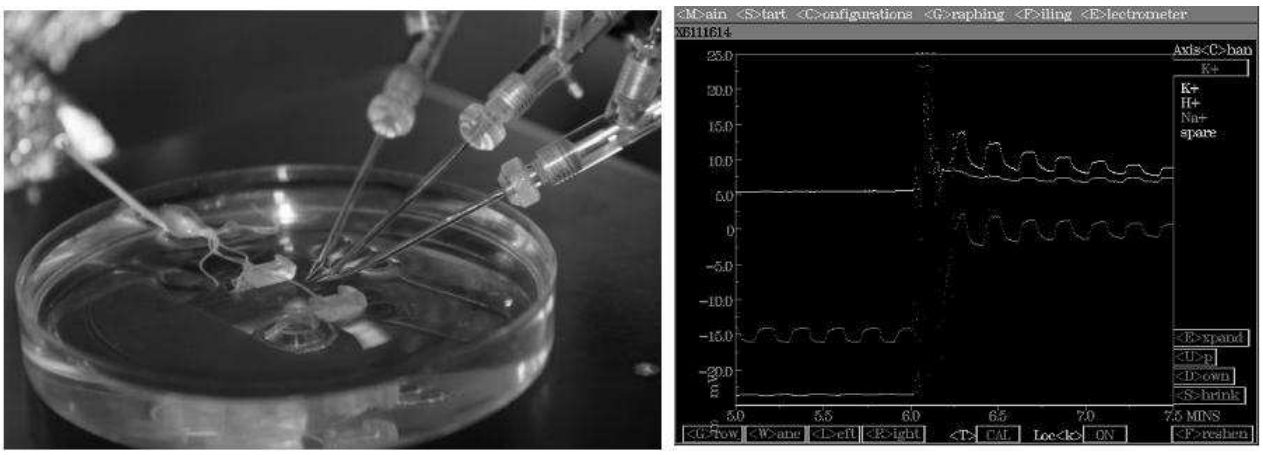


Fig 1. A close-up look at the MIFE experimental setup. A - 3 d old barley seedling is immobilized in a measuring chamber. Three ion selective microelectrodes (for H^+, Na^+ and K^+, respectively) are positioned close (ca 20 □m) from the root surface (on the right). B – the MIFE CHART display screen depicting original recordings.

- MIFE electronic and software measure and record electrode outputs (voltages) for each position and calculate net flux of each specific ion (in nmol m^{-2} s^{-1}) based on the difference in electrochemical potentials between positions 1 and 2.
- The magnitude of the flux is also visualized on the screen by the magnitude of the difference in electrical signal between two positions (Fig 1).

Complexity of salinity stress tolerance trait

Salt tolerance is a complex multigenic trait showing heterosis, dominance and additive effects (Fooland 1997; Flowers 2004). Salt tolerance is also multifaceted physiologically, with numerous tissue- and age-specific components involved (Shabala and Cuin 2008). As such, salt tolerance is determined by a number of sub-traits (specific for each particular species), any of which might, in turn, be determined by any number of genes. It is estimated that salinity affects the level of transcription of approximately 8% of all genes (Tester and Davenport 2003). Given such complexity and the large number of genes involved, it is highly unlikely that a simple phenotyping based on the assessment of a plant's ability to grow under saline condition will be able to deliver truly salt tolerant varieties. First, genotypes selected by such phenotyping under specific field conditions will not necessarily perform at their best under other conditions because they have been selected for a particular combination of environmental factors, but not salinity tolerance *per se*. Second, selection based on the grain yield under saline conditions does not necessarily guarantee that a selected genotype will have the optimal genetic "makeup" to increase its tolerance. For example, selecting genotypes for their ability to prevent Na^+ uptake will most likely miss cultivars that possess a superior ability for Na^+ sequestration in the vacuole. Nonetheless, both features are equally important for conferring salinity tolerance in plants (Blumwald et al 2000; Tester and Davenport 2003). Accordingly, if we are after highly salt tolerant cultivars, selection processes should be performed in a single factorial experiment (to avoid negative epistatic effects), and specific physiological traits (DIRECTLY related to salinity tolerance) should be targeted. Then salinity tolerant varieties can be created by "pyramiding" useful physiological traits via a range of molecular and breeding techniques. As shown below, the MIFE technology offers a possibility to do just that.

Using the mife technology to quantify specific traits contributing to salinity tolerance in barley

Trait 1: Sodium exclusion from uptake (functional activity of SOS1 Na^+/H^+ exchanger)

Na^+ extrusion from the cytosol to the external medium under saline conditions is an active, energy-consuming process that is mediated by the plasma membrane Na^+/H^+ antiporters encoded by

SOS 1 gene (Apse and Blumwald 2007). Until now, no non-destructive method was available to evaluate the functional activity SOS1 Na^+/H^+ exchanger. Recently, we have shown that the MIFE technique can be successfully used to fill in this gap. A so-called "recovery protocol" was developed to quantify the activity of plasma membrane Na^+ efflux systems in roots, using the MIFE technique. In brief:

- 4-5 d old seedlings are treated with high (100 mM or above) level of NaCl for 24 h;
- Plant roots are then quickly washed in 10 mM $CaCl_2$ solution to remove all apoplastic Na^+;
- Roots are immobilised in measuring chamber in Na^+-free solution (Fig 1A) and left to equilibrate for 20 min;
- Net Na^+ fluxes are then measured from the root for 5 min;
- Higher net Na^+ efflux corresponds to higher activity SOS1 Na^+/H^+ exchanger.

The above protocol was first validated on *Arabidospsis* by comparing responses from wild type and *sos1* knockout mutant (Cuin et al 2011). It was shown that Na^+ in the root apex (the region where levels of SOS1 expression have been shown to be the highest; Shi *et al*. 2002) was around several hundreds nmol m^{-2} s^{-1}. This efflux was totally abolished in the *sos1* mutant (Cuin et al 2011). The presence of 100 μM amiloride, a known blocker of Na^+/H^+ excganger, significantly ($P < 0.01$) reduced the extent of Na^+ efflux in wild type Arabidopsis plants.

Based on above findings, we have used the MIFE technology to screen a large number (50 in total) of barley accessions for SOS1 activity in root epidermis (Fig 2):

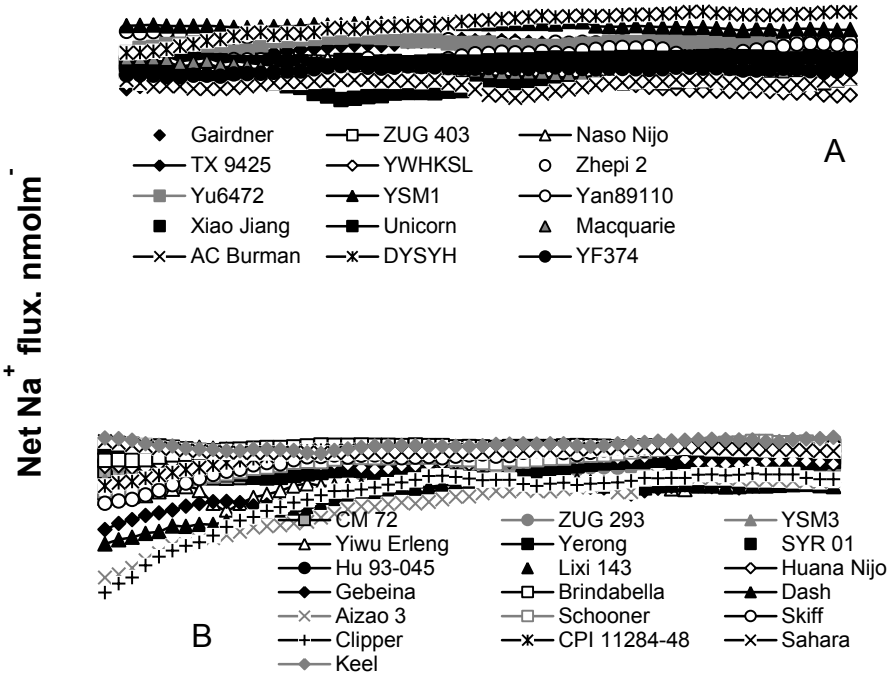


Fig 2. Net Na^+ fluxes measured from mature root zone of 4 d old barley seedlings after 24 h of 100 mM NaCl exposure and 20 min acclimation in Na-free media. Well known salt sensitive varieties Gairdner, Naso Nijo, and ZUG 403 showed relatively low (around 200 nmol m^{-2} s^{-1}) rate of Na^+ pumping (panel A). On the contrary, salt-tolerant varieties ZUG293, Yerong and CPI showed 2.5 to 3 fold higher SOS1 Na^+/H^+ activity, with net Na^+ efflux recorded in the range 500 to 600 nmol m^{-2} s^{-1} (panel B).

Trait 2: Potassium retention in leaf mesophyll (functional activity of the plasma membrane GORK channels)

We have previously reported a strong correlation between roots ability to retain K^+ and salinity tolerance in barley (Chen et al 2005; Chen et al 2007ab), as well as provided strong evidence for the heritability of this trait (Chen et al 2008). However, it ultimately a plant's ability (or inability) to control the K^+/ Na^+ ratio in photosynthetically active leaf tissues that determines its photosynthetic competence (and hence growth and yield) under saline conditions (Wu et al 2013). Long term salinity exposure increases the chance that one of the mechanisms responsible for preventing Na^+ from being delivered to the shoot will eventually fail, and high amounts of Na^+ will be delivered to the shoot with a transpiration flow. This will result in significant membrane depolarisation and a massive K^+ leak from leaf mesophyll (Shabala and Cuin 2008). Decrease in cytosolic K^+ pool may trigger activation of various protases and endonucleases, ultimately leading to the programmed cell death (Demidchik et al. 2010). Pharmacological and patch-clamp studies have suggested that the above K^+ leak from leaf mesophyll is conferred mainly by depolarization-activated outward-rectifying (GORK in Arabidopsis) K^+ channels.

In this work, the above barley genotypes were screened for their ability to control mesophyll cell GORK channels using the protocol described below.

Plants were grown under glasshouse conditions for ca 3 weeks. Seven to 10 day-old leaves were excised by a razor blade and brought into the laboratory. A cross-sectional cut was made across the middle part of the leaf blade exposing leaf mesophyll tissue. Leaf samples were then mounted in a Perspex holder and placed into measuring chambers filled with measuring solution. Net ion fluxes were measured for 5-10 min under control conditions, before 100 mM NaCl was added to the bath followed by another 50 to 60 min of measurements.

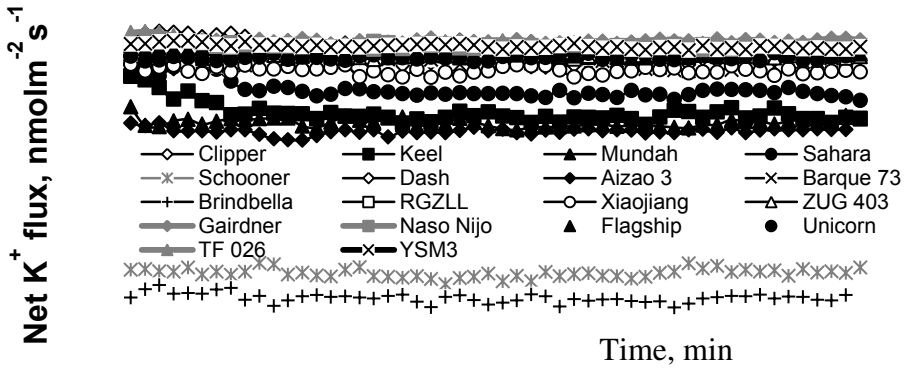


Fig 3. Net K^+ fluxes measured from barley leaf mesophyll in response to 100 mM NaCl treatment

A 5-fold variability in the magnitude of net K^+ efflux was measured among barley accessions (flux range from -300 to -1600 nmol m^{-2} s^{-1}). Minimal K^+ leak (highest tissue tolerance) was measured in varieties CM72, Numar, YYXT and Yerong**;** all known to possess superior salinity stress tolerance.

Overall, two major conclusions are made based on results reported above:

(1) Salinity stress tolerance in barley is conferred by multiple physiological mechanisms operating via a range of plasma membrane and organelle transporters;

(2) The MIFE technique for non-invasive ion flux measurements may be used as an efficient screening tool to quantify the functional activity of key membrane transporters contributing

to above traits. The non-destructive principle of the MIFE method makes it highly suitable for screening DH population for fine-mapping genes conferring key physiological traits behind salinity tolerance in plants.

References

Apse MP, Blumwald E (2007) Na^+ transport in plants. FEBS Lett 581, 2247-2254.

Blumwald E, Aharon GS, Apse MP (2000) Sodium transport in plant cells. Biochim Biophys Acta-Biomembr 1465, 140-151.

Chen Z, Newman I, Zhou M, Mendham N, Zhang G, Shabala S (2005) Screening plants for salt tolerance by measuring K+ flux: a case study for barley. Plant Cell Environ 28, 1230-1246.

Chen Z G, Shabala S, Mendham N, Newman I, Zhang G P, Zhou MX (2008) Combining ability of salinity tolerance on the basis of NaCl-induced K^+ flux from roots of barley. Crop Science 48, 1382-1388.

Chen ZH, Pottosin, II, Cuin TA, Fuglsang AT, Tester M, Jha D, Zepeda-Jazo I, Zhou MX, Palmgren MG, Newman IA and Shabala S (2007) Root plasma membrane transporters controlling K^+/Na^+ homeostasis in salt-stressed barley. Plant Physiol 145, 1714-1725.

Chen Z H, Zhou MX, Newman I A, Mendham N J, Zhang GP, Shabala S (2007) Potassium and sodium relations in salinised barley tissues as a basis of differential salt tolerance. Funct Plant Biol 34, 150-162.

Cuin TA, Bose J, Stefano G, Jha D, Tester M, Mancuso S, Shabala S (2011) Assessing the role of root plasma membrane and tonoplast Na^+/H^+ exchangers in salinity tolerance in wheat: in planta quantification methods. Plant Cell Environ 34, 947-961.

Demidchik V, Cuin TA, Svistunenko D, Smith SJ, Miller A J, Shabala S, Sokolik A, Yurin V (2010) Arabidopsis root K^+-efflux conductance activated by hydroxyl radicals: single-channel properties, genetic basis and involvement in stress-induced cell death. J. Cell Sci 123, 1468-1479.

Flowers TJ (2004) Improving crop salt tolerance. J Exp Bot 55, 307-319.

Fooland MR (1997) Genetic basis of physiological traits related to salt tolerance in tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. Plant Breeding 116, 53 – 58.

Newman IA (2001) Ion transport in roots: measurement of fluxes using ion- selective microelectrodes to characterize transporter function. Plant Cell Environ 24, 1-14.

Shabala S, Cuin TA (2008) Potassium transport and plant salt tolerance. Physiol Plant 133, 651-669.

Shabala L, Ross T, McMeekin T, Shabala S (2006) Non-invasive microelectrode ion flux measurements to study adaptive responses of microorganisms to the environment. FEMS Microb Rev 30, 472-486.

Shabala S, Shabala L, Newman IA (2012) Studying membrane transport processes by non-invasive microelectrodes: basic principles and methods. In: Plant Electrophysiology: Methods and Cell Electrophysiology (ED. AG Volkov). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. pp. 167-186

Shi H Z, Quintero F J, Pardo JM, Zhu JK (2002) The putative plasma membrane Na^+/H^+ antiporter SOS1 controls long-distance Na^+ transport in plants. Plant Cell 14, 465-477.

Tester M, Davenport R (2003) Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Ann Bot 91, 503-527.

Ward JM (2001) Identification of novel families of membrane proteins from the model plant Arabidopsis thaliana. Bioinformatics 17, 560–563.

Wu H, Shabala L, Barry K, Zhou M, Shabala S (2013) Ability of leaf mesophyll to retain potassium correlates with salinity tolerance in wheat and barley. Physiol Plantarum (in press)

Zimmermann S, Ehrhardt T, Plesch G, Muller-Rober B (1999) Ion channels in plant signalling. Cell Mol Life Sci 55, 183-203.

УДК 631:575.89

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СТАРОДАВНИХ ЯЧМЕНЕЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ[4]

Н. В. Алпатьева, М. А. Жук, О. Н. Ковалева, И. Г. Чухина, И. Н. Анисимова
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия
e-mail: i.chukhina@vir.nw.ru

Резюме

С помощью четырех полиморфных RAPD и ISSR маркеров изучено генетическое разнообразие 33 образцов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) стародавней селекции, собранных на территории Русского Алтая. Показано значительное разнообразие изученной выборки, включавшей 8 образцов из Китая, 5 из Тувы, 2 из Казахстана и 6 – европейского происхождения. Обсуждаются возможные пути появления ячменей на территории Алтайского края.

Ключевые слова: генетическое разнообразие, ячмень, староместные сорта, RAPD и ISSR маркеры, величина PIC.

MOLECULAR-GENETIC VARIABILITY OF BARLEY LANDRACES IN ALTAY REGION

N. V. Alpatieva, M. A. Zhuk, O. N. Kovaleva, I. G. Chukhina, I. N. Anisimova
N. I. Vavilov Research Institute of Plant Industry, St. Petersburg, Russia
e-mail: i.chukhina@vir.nw.ru

Summary

Genetic diversity among 33 barley landraces from Russian Altai, was investigated using four polymorphic RAPD and ISSR markers. Considerable diversity of the sample set which included eight accessions from China, five from Tuva, two from Kazakhstan and six of European origin was demonstrated. The question about possible ways of appearance of barley in the Altai territory is discussed.

Key words: genetic diversity, barley, landraces, RAPD and ISSR markers, PIC values.

Введение

Существует несколько представлений о путях формирования генофонда алтайских культурных ячменей (*Hordeum vulgare* L.), а именно, из европейской части с переселенцами, из Средней Азии, из Китая и из ближайших земледельческих районов Восточной Сибири. Поэтому для оценки уровня генетического разнообразия стародавних ячменей Алтая и выявления путей формирования этого разнообразия было проведено молекулярно-генетическое изучение образцов ячменя стародавней селекции, происходящих с территории Русского Алтая и хранящихся в коллекции ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР).

Культурные ячмени Алтая относятся к западносибирской агроэкологической группе (Культурная флора СССР, 1990). Наибольшее количество хранящихся в коллекции ВИР алтайских образцов принадлежат 2 разновидностям: *H. vulgare* subsp. *vulgare* convar. *vulgare* var. *pallidum* Ser. – разновидность многорядного пленчатого ячменя, широко распространенная во всех зонах возделывания, особенно озимого ячменя; *H. vulgare* subsp. *distichon* convar. *distichon* var. *nutans* Schubl. – разновидность двурядного пленчатого ячменя, самая распространенная разновидность из двурядных ячменей. Также представлены *H. vulgare* subsp. *vulgare* convar. *coeleste* var. *coeleste* L. – разновидность многорядного голозерного яч-

[4] Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 11-04-01207-а.

меня, встречающаяся почти во всех районах возделывания, чаще всего в Китае, Японии, горах Средней Азии и Эфиопии; *H. vulgare* subsp. *distichon* convar. *distichon* var. *erectum* Rode ex Schubl. – разновидность двурядного пленчатого ячменя, встречающаяся во всех европейских странах, в Азии (Закавказье, Иран, Средняя Азия, Сибирь, Япония), в Америке (США).

Материалы и методы

Учитывая первоначальные гипотезы о формировании генофонда алтайских ячменей несколькими путями, для сравнительного изучения были отобраны наиболее старые (первая половина XX века) образцы ячменя, собранные в Алтайском крае, Китае, Туве, Казахстане и европейской части России. Всего было изучено 33 образца ячменя из Алтая (табл.1), 8 из Китая, 5 из Тувы, 2 из Казахстана, 6 из европейской части (по 1 из Швеции, Архангельской, Ленинградской и Калужской областей, 2 из Куйбышевской обл.). Изученный материал включал представителей многорядных (*H. vulgare* subsp. *vulgare*) и двурядных (*H. vulgare* subsp. *distichon* (L.) Koern.) ячменей, а среди них – как пленчатых (*H. vulgare* subsp. *vulgare* var. *Pallidum* Ser., *H. vulgare* subsp. *vulgare* var. *parallelum* Koern., *H. vulgare* subsp. *distichon* var. *erectum* Rode ex Schubl., *H. vulgare* subsp. *distichon* var. *medicum* Koern., *H. vulgare* subsp. *distichon* var. *nutans* Schubl.), так и голозерных разновидностей (*H. vulgare* subsp. *vulgare* var. *coeleste* L.) (табл. 1).

Таблица 1. Список изученных образцов ячменя культурного (*Hordeum vulgare*).

№ каталога	Разновидность	Происхождение
10199	*coeleste*	Алт. край, Бийский окр., Бащелакский р-н
10336	*erectum*	Алт. край, Бийский окр., Бащелакский р-н, с.Усть-Козелуха
11686	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Павловский р-н
11687	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Павловский р-н
11688	*nutans*	Алт. край, Барнаульский окр., Павловский р-н
11689	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Павловский р-н
11690	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Ребрихинский р-н
11691	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Чистюньский р-н
11693	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Ребрихинский р-н
11694	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Чистюньский р-н
11695	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Чистюньский р-н
11697	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Мамонтовский р-н
11699	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Мамонтовский р-н
11702	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Алейский р-н
11703	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Боровской р-н
11709	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Шалоболихинский р-н
11711	*pallidum*	Алт. край, Рубцовский окр., Шипуновский р-н
11716	*pallidum*	Алт. край, Рубцовский окр., Чарышский р-н
11717	*pallidum*	Алт. край, Рубцовский окр., Поспелихинский р-н
16498	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Парфеновский р-н, Боровское
16499	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Парфеновский р-н, Боровское
16500	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Ребрихинский р-н
16503	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Павловский р-н
16504	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Павловский р-н
16505	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Алейский р-н

Окончание таблицы 1

№ каталога	Разновидность	Происхождение
16507	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Чумышский р-н
16508	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Чистюньский р-н
16509	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Чистюньский р-н
16510	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Павловский р-н
16512	*pallidum*	Алт. край, Барнаульский окр., Ребрихинский р-н
16513	*pallidum*	Алт. край, Усть-Пристанский р-н, Шипуновское
16514	*pallidum*	Алт. край, Усть-Пристанский р-н, Шипуновское
16521	*pallidum*	Алт. край, Сорокинский р-н, Покровское
11581	*pallidum*	Китай, пров. Шэньси
11584	*pallidum*	Китай, пров. Шэньси
11588	*pallidum*	Китай, пров. Шэньси
11614	*pallidum*	Китай, пров. Шэньси
11615	*nutans*	Китай, пров. Шэньси
11617	*nutans*	Китай, пров. Шэньси
11618	*pallidum*	Китай, пров. Шэньси
11653	*coeleste*	Китай, Синьцзян-Уйгурский авт. район
14665	*pallidum*	Тува
14697	*nutans*	Тува
14733	*nutans*	Тува
4210	*pallidum*	Тува
4211	*pallidum, nutans, medicum*	Тува
11557	*nutans*	Казахстан
5092	*pallidum*	Казахстан
1060	*parallelum*	Швеция
1783	*pallidum*	Архангельская область
2018	*pallidum*	Ленинградская область
2013	*pallidum*	Калужская область
1641	*medicum*	Куйбышевская область
1646	*medicum*	Куйбышевская область

ДНК выделяли из индивидуальных 5-7 дневных проростков в двух кратной повторности по методике Дорохова и Клоке (1997) с некоторыми модификациями (Анисимова и др., 2010) в двух кратной повторности (всего проанализировано 108 проб). Амплификацию проводили в реакционной смеси объемом 15 мкл, которая содержала геномную ДНК (50-100 нг), 10х реакционный буфер без $MgCl_2$ (1.5 мкл), 50 mM хлористый магний (0,5 мкл), 2,5 mM смесь дезоксирибонуклеотидфосфатов – dNTP's (1,2 мкл), праймеры (Таблица 2) концентрацией 10 пкМ/мкл каждый (по 0,8 мкл), фермент Taq-полимеразу (5 ед/мкл, Dialat) (0,2 мкл). Полимеразную цепную реакцию проводили в амплификаторе MyCycler Thermal Cycler (BioRad, США) по стандартному протоколу для RAPD и ISSR анализа. Температура отжига была 37°С для RAPD и 50°С для ISSR праймеров. Амплифицированные фрагменты разделяли с помощью электрофореза в 2% агарозном геле в 1xTBE буфере. Гели окрашивали бромистым этидием и фотографировали в ультрафиолетовом свете. Для оценки размера маркерных фрагментов использовали маркер ДНК-маркер FastRuler™ SM1113 («Fermentas»). Построение кладограммы осуществлено методом невзвешенного попарного среднего (UPGMA) в программе TREECONW.

Результаты и обсуждение

Для генотипирования и оценки уровня разнообразия образцов изучаемой выборки были подобраны праймеры с наибольшим коэффициентом информационного содержания полиморфизма (PIC). Для этого на ограниченном числе проб (20 образцов) был проведен предварительный скрининг 15 праймеров (табл. 2), рекомендованных в литературе для изучения внутривидового полиморфизма культивируемого ячменя (Yong-Cui Hou et al, 2005; Fernández et al , 2002 и др.).

Таблица 2. Список RAPD и ISSR праймеров, тестированных в исследовании.

№ п/п	Праймеры	Последовательность ((5′–3′)
1	OPB10	CTGCTGGGAC
2	OPH12	ACGCGCATGT
3	OPP5	CCCCGGTAAC
4	OPP8	ACATCGCCCA
5	OPP9	GTGGTCCGCA
6	OPP1	AACGCGTCGG
7	OPD10	GGTCTACACC
8	OPD-20	ACCCGGTCAC
9	ISSR-2	AGAGAGAGAGAGAGAGC
10	ISSR-4	CTCTCTCTCTCTCTCTG
11	ISSR-5	CACACACACACAACAG
12	ISSR-13	ACACACACACACACACC
13	ISSR-15	GAGAGAGAGAGAGAGAC
14	ISSR-17	TCTCTCTCTCTCTCTCC
15	ISSR-18	TGTGTGTGTGTGTGTGG

В результате предварительного исследования было отобрано четыре праймера OPB10, (OPP9, ISSR15 и ISSR17), для которых коэффициент информационного содержания полиморфизма (PIC) превышал 0,6.

По результатам анализа спектров амплифицированных фрагментов была составлена база данных, в которой каждому ДНК фрагменту был присвоен порядковый номер. Затем данные были переведены в бинарный вид, т. е. присутствие или отсутствие компонента в спектре кодировали цифрами 1 или 0. В конечную матрицу включили 53 воспроизводимых в ряде независимых опытов компонентов, из которых 52 оказались полиморфными.

По результатам кластерного анализа всей выборки выявлено значительное разнообразие как ячменей Алтайского края, так и взятых для сравнения образцов другого происхождения (рис. 1).

Образцы к-11689 (Барнаульский окр., Павловский р-н, 1929 г.) и к-16509 (Барнаульский окр., Чистюньский р-н, 1939 г.) имели идентичные ISSR и RAPD спектры и, по предварительным данным, могут считаться дублетами, хотя имеют разное происхождение. Кроме того, большинство изучаемых образцов оказались неоднородными: лишь у 12 образцов оба проанализированных растения имели одинаковые электрофоретические профили, которые можно использовать в качестве маркеров преобладающих генотипов. На рис. 2 приведены электрофореграммы фрагментов, синтезированных на ДНК при амплификации с праймером ISSR-15 некоторых образцов ячменя. На рисунке отмечены образцы, спектры которых оказались идентичными у обоих растений (к-11711) или отличались друг от друга (к-11697).

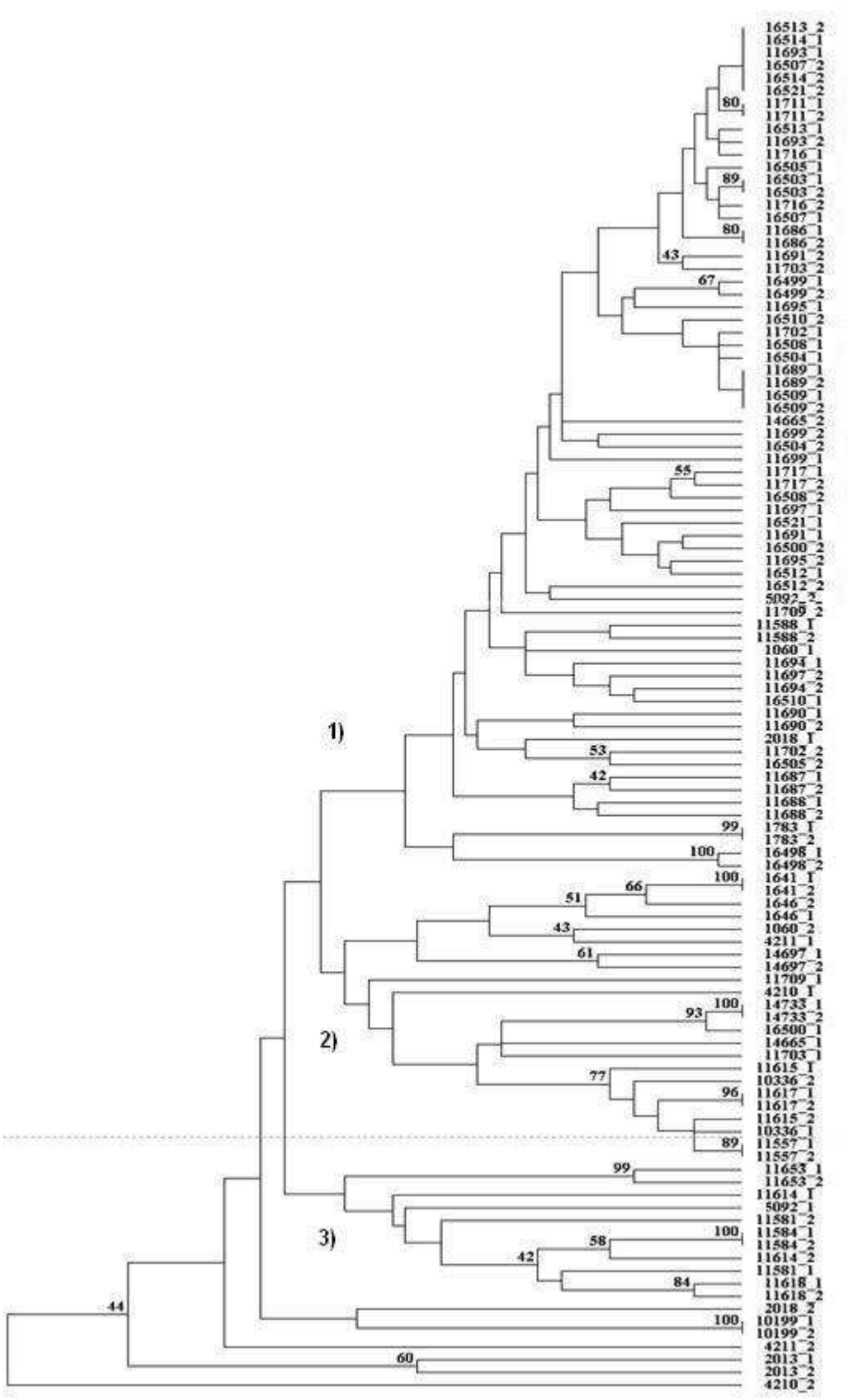


Рис. 1. Дендрограмма степени сходства-различия проанализированных образцов ячменя по данным RAPD и ISSR анализа.

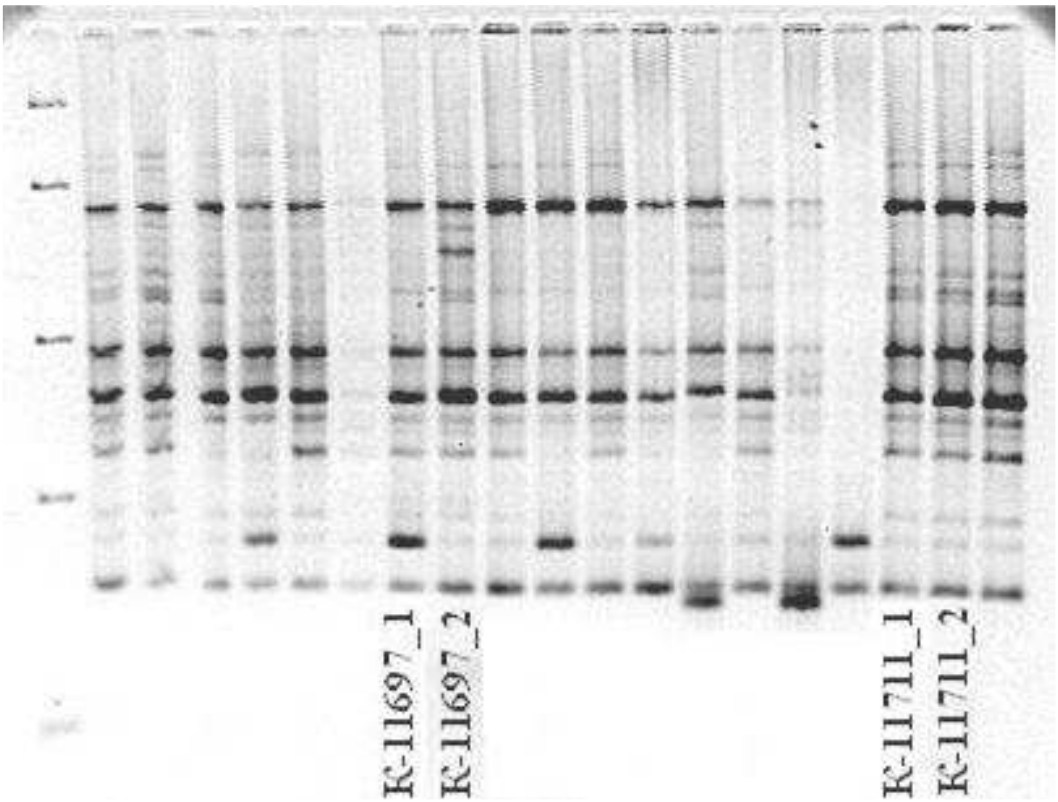


Рис. 2. Электрофореграмма продуктов амплификации с праймером ISSR-15.

Таким образом, с помощью полиморфных RAPD и ISSR праймеров было показано значительное разнообразие популяции алтайских ячменей. В то же время на дендрограмме выделились 3 группы:

1) многорядных ячменей, в основном алтайского происхождения;

2) двурядных ячменей разного происхождения;

3) многорядных китайских ячменей (и пленчатых, и голозерных).

В группе многорядных ячменей преимущественно алтайского происхождения в отдельный кластер выделились 2 образца – к-1783 из Архангельской области 1909 года сбора и к-16498 из Алтайского края (Барнаульский окр., Парфеновский р-н, Боровское, 1939 г.).

В отдельные ветви, слабо связанные со всеми остальными группами выделились алтайский многорядный голозерный образец к-10199 (Бийский окр., Бащелакский р-н, 1927 г.) и калужский образец к-2013.

Анализ исторических источников и ботанических публикаций, посвященных истории культуры ячменя на территории России (Бахтеев, 1956; Писарев, 1956; Синская, 1969; Трофимовская, 1972) позволяет предположить, что формирование генофонда культурных ячменей Алтая происходило под влиянием нескольких процессов. Древнее ядро алтайских культурных ячменей могло сформироваться еще в Монгольское и Джунгарское время. О заимствовании культуры ячменя аборигенным населением Алтая у тюркских народов могут косвенно свидетельствовать параллели в названиях зерновых культур некоторых алтайских племен, например челканцев, связанные с древнетюркской лексикой (Бельгибаев, 2001). В. И. Писарев (1956) связывал происхождение ячменей Сибири с ячменями Китая и Монголии. Е. Н. Синская (1969) предполагала, что зерновые культуры юга Западной Сибири более тесно связаны с Поволжьем. Несомненно, на формирование местного разнообразия культурных ячменей оказало переселение населения из различных районов европейской части России.

Таким образом, полученные результаты молекулярно-генетического анализа, с одной стороны подтверждают возможную связь ряда алтайских староместных сортов ячменя со стародавними ячменями севера европейской части России, с другой стороны выявляют обособленность многорядных голозерных ячменей Алтая от голозерных ячменей Китая.

Можно предположить, что в своем происхождении многорядные голозерные ячмени Алтая связаны с голозерными ячменями других регионов, например Средней Азии, Тибета или Афганистана, не включенных в анализ на данном этапе исследования. Косвенным указанием о связи многорядных голозерных ячменей Алтая с Тибетом может быть и то, что по свидетельству известного краеведа С. И. Гуляева в XIX веке на Алтае выращивали ячмень обыкновенный и гималайский.

Полученные результаты показывают, что для дальнейшего изучения полиморфизма и регистрации образцов с помощью молекулярных маркеров требуется увеличение выборки анализируемых растений.

Литература

Анисимова И. Н., *Алпатьева Н. В.*, *Тимофеева Г. И.* Скрининг генетических ресурсов растений с использованием ДНК-маркеров: основные принципы, выделение ДНК, постановка ПЦР, электрофорез в агарозном геле // Методические указания ВИР / под ред. Е. Е. Радченко. СПб: ВИР, 2010. 30 с.

Бахтеев Ф. Х. К истории культуры ячменя в СССР // Материалы по истории земледелия в СССР. М., Л.: Изд. АН СССР, 1956. Т.2. С. 204-257.

Бельгибаев Е. А. Традиционная материальная культура челканцев бассейна р. Лебедь (вторая половина XIX – XX веков) / Автореферат на соискание уч. степени канд. ист. наук. Омск, 2001. 11 с.

Дорохов Д. Б., Клоке Э. Быстрая и экономичная технология RAPD анализа растительных геномов // Молекулярная генетика. 1997. Т. 33. № 4. С. 443-450.

Культурная флора СССР: т. II, ч. 2. Ячмень / М. В. Лукьянова, А. Я. Трофимовская, Г. Н. Гудкова и др. Л., 1990. 421 с.

Писарев В. Е. К вопросу о происхождении земледелия и полевых культур Восточной Сибири // Материалы по истории земледелия в СССР. М.-Л., 1956. Т. 2. С. 170-203.

Синская Е. Н. Историческая география культурной флоры (на заре земледелия). Л., 1969. 480 с.

Трофимовская А. Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). Л., 1972. 294 с.

Hou Y.-C., Yan Z.-H., Wei Y.-M., Zheng Y.-L. Genetic diversity in barley from west China // Barley Genetics Newsletter. 2005. V. 35. P. 9-22.

Fernández E., Figueiras M., Benito C. The use of ISSR and RAPD markers for detecting DNA polymorphism, genotype identification and genetic diversity among barley cultivars with known origin // Theor. Appl. Genet. 2002 . V. 104. № 5. P. 845-851.

УДК: 633.16: 577.212.3

МУТАЦИЯ e*am8* У ОБРАЗЦА ЯЧМЕНЯ К-14891 ИЗ ДАГЕСТАНА[5]

Р. А. Абдуллаев, Н. В. Алпатьева, И. А. Звейнек, Е. Е. Радченко
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: abdullaev.1988@list.ru

Резюме

При фенотипическом скрининге коллекции ячменя были выявлены образцы с желтыми проростками (признак, типичный для носителей рецессивных мутаций в гене *Eam8*). Молекулярным анализом в кодирующей последовательности гена у образца к-14891 староместного ячменя была обнаружена делеция одного нуклеотида. Такая мутация приводит к сдвигу рамки считывания и синтезу измененного белка и, возможно, нечувствительности к фотопериоду и раннему созреванию.

Ключевые слова: фотопериодическая чувствительность, e*am8*, определение нуклеотидных последовательностей, мутации: делеция, нуклеотидная замена, вставка.

MUTATION e*am8* IN BARLEY ACCESSION K-14891 FROM DAGESTAN

R. A. Abdullaev, N. A. Alpatieva, I. A. Zveinek, E. E. Radchenko
N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, e-mail: abdullaev.1988@list.ru

Summary

By the results of phenotypic screening the barley samples with yellow sprouts were identified (a feature typical for recessive mutations in the early maturity gene *Eam8*). A single nucleotide deletion in the gene coding sequence of the barley landraces k-14891 was found by molecular analysis. This mutation leads to a frame shift and altered protein synthesis and possibly induces insensitivity to photoperiod and early maturation.

Keywords: circadian clock, *eam8*, sequence analysis, mutations: deletion, point mutation, insertion.

Введение

Рецессивный ген *eam8* контролирует важный для селекции ячменя признак – нечувствительность к фотопериоду. S. Faure с соавторами (2012) показали, что *Eam8* является ортологом гена регулятора чувствительности к фотопериоду *Arabidópsis thaliána*. Мутация гена приводит, вероятно, к образованию дефектного белка и, как следствие – нечувствительности растения к фотопериоду и раннему созреванию. К настоящему времени известно 87 мутантов и идентифицировано молекулярными методами 20 рецессивных аллелей, у которых найдены делеции, инверсии и замены нуклеотидов как в смысловой области гена, так и в интронах Широко использующиеся в селекции скороспелые нечувствительные к фотопериоду сорта Maja и Mari являются индуцированными мутантами, полученными в 1941 г. и 1951 г. соответственно, а сорта Kinai 5, Kagoshima Gold и Русский ранний – естественными формами ячменя (Zakhrabekova et al., 2012).

[5] Работа поддержана РФФИ (грант № 12-04-96503-р_юг_а).

Японскими исследователями выявлено, что при 10-часовом фотопериоде, низкой дневной (10°С) и высокой ночной (20°С) температуре *eam8* плейотропно влияет на гены, контролирующие желтую окраску проростков ячменя (Yasuda, 1977). Ранее в климатической камере мы осуществили скрининг 250 местных образцов ячменя из Дагестана с целью идентификации *eam8*. Маркерным признаком экспрессии гена служила желтая окраска проростка. Контролями являлись сорт Mari Svalofs (*eam8eam8*) и реагирующий на короткий день сорт Белогорский (*Eam8Eam8*). Выявили 222 чувствительных к короткому дню образца ячменя, 8 нечувствительных форм, 20 образцов гетерогенны по изученному признаку (Звейнек и др., неопубликованные данные).

Цель настоящей работы – с помощью молекулярных методов изучить некоторые выделенные формы, определить нуклеотидные последовательности фрагментов гена и сравнить полученные результаты с известными последовательностями мутантов-носителей гена *eam8*.

Материал и методы

Материалом для исследования служили собранные в горных районах Дагестана скороспелые староместные образцы ячменя к-14891, к-16377, к-17429, а также сорта Mona, Mari, Kinai 5 (генотип *eam8eam8*), сорт Белогорский (*Eam8Eam8*) и скороспелый сорт Bankuti Korai. В связи с тем, что образец к-14891 гетерогенен по маркерному признаку (желтая окраска проростка), провели дополнительный отбор в климатической камере THERMO 818 (3751). Семена опытных образцов, сортов, несущих ген *eam8*, а также сорта Белогорский (*Eam8Eam8*) высевали в кюветы с увлажненной ватой, которые после появления всходов помещали в камеру, где растения находились до стадии второго листа при 10-часовом фотопериоде и температурном режиме с низкой дневной (+8°С) и высокой ночной (+25°С) температурой. При данных условиях наблюдали более четкую дифференциацию по окраске проростка, чем при описанных в публикации японских исследователей. ДНК выделяли только из проростков, характеризующихся отчетливо выраженной желтой окраской.

Суммарную ДНК выделяли из 5-дневных проростков по методике Д. Б. Дорохова и Э. Клоке (1997) с некоторыми модификациями (Анисимова и др., 2010) в двукратной повторности. Амплификацию проводили в реакционной смеси объемом 25 мкл, которая содержала геномную ДНК (50-100 нг), 10х реакционный буфер без $MgCl_2$ (2,5 мкл), 50 mM хлористый магний (1,5 мкл), 2,5 mM смесь дезоксирибонуклеотидфосфатов – dNTP’s (2 мкл), праймеры F (GTCTGATTGGATTGGAAAACCTAG) и R (TGGGAAATTTTGCAGTTGG) (Zakhrabekova et al. , 2012) концентрацией 10 пкМ/мкл каждый (по 0,6 мкл), фермент Taq-полимеразу (5 ед/мкл, Dialat) (0,2 мкл). Полимеразную цепную реакцию проводили в амплификаторе MyCycler Thermal Cycler (BioRad, США) по протоколу, рекомендованному авторами праймеров. Амплифицированные фрагменты разделяли с помощью электрофореза в 1%-ном агарозном геле в 1хТАЕ буфере, окрашивали бромистым этидием и фрагменты длиной около 580 нуклеотидов вырезали в ультрафиолетовом свете. Для оценки размера амплифицированных фрагментов использовали маркер ДНК-маркер FastRuler™ SM1113 («Fermentas»).

Амплифицированные фрагменты клонировали в векторе pALTA. Секвенирование проводили на приборе ABI 3500xl в ЦКП «Геномные технологии и клеточная биология». Выравнивание нуклеотидных последовательностей и их анализ проводили с помощью программы MEGA version 4. В работе использованы ресурсы биоинформационного портала Национального Центра Биотехнологической Информации (www.ncbi.nlm.hih.gov).

Результаты и обсуждение

По результатам оценки в климатической камере образец к-14891, как и ожидалось, оказался гетерогенным, проростки образца к-17429 по интенсивности желтой окраски были сопоставимы с сортами Mona, Mari, Kinai 5 – носителями рецессивных аллелей гена *eam8* и сортом Bankuti Korai, структура гена *Eam8* у которого неизвестна, а к-16377 имел желто-зеленую окраску. Проростки сорта Белогорский имели интенсивно зеленый цвет.

Результаты полимеразной цепной реакции с ДНК этих образцов представлены на рис. 1. Праймеры, использованные в нашей работе, были разработаны для идентификации делеции в последовательности гена *Eam8* сорта Kinai 5, поэтому на электрофореграмме этого сорта ампликон отсутствует. У всех остальных проанализированных образцов фрагмент имеет примерно одинаковую подвижность в 1,5%-ном агарозном геле. Аналогичный фрагмент у сорта Bonus, приведенный в информационно-поисковой системе BLAST, имеет длину 580 пар оснований, находится в диапазоне с 1302 по 1881 нуклеотид полной последовательности гена и включает фрагменты интрона и экзона. На рис. 2 и 3 нуклеотидная и предполагаемая аминокислотная последовательности изученного фрагмента сорта Bonus представлены в качестве стандартных (GenBank: JN180296.1).

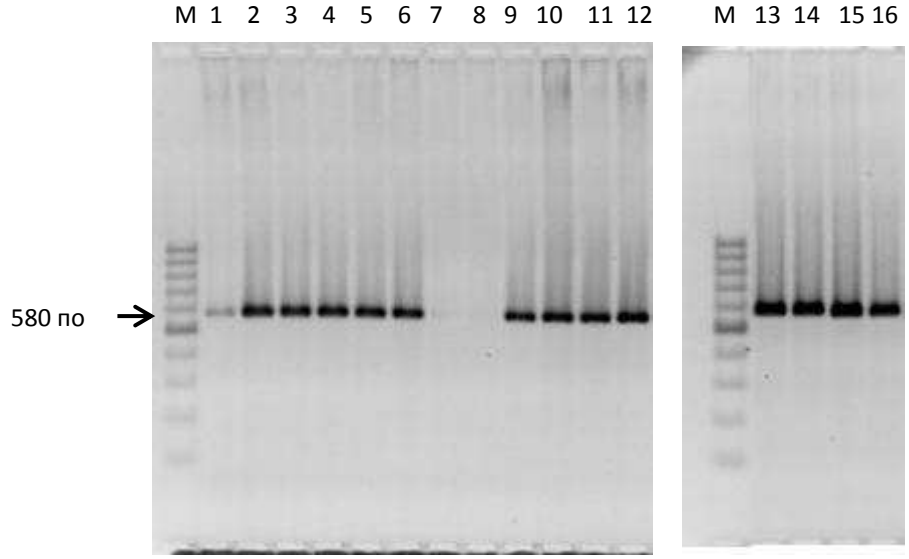


Рис. 1. Электрофореграммы фрагмента гена *eam8* у образцов: 1, 2 – Mona; 3, 4 – Mari; 5, 6 – Белогорский; 7, 8 – Kinae 5; 9, 10 – Bankuti Korai, 11, 12 – к-14891; 13, 14 – к-16377; 15, 16 – к-17429; М – маркер молекулярного веса.

По результатам секвенирования фрагментов староместных дагестанских сортов у образца к-14891 обнаружена мутация в смысловой последовательности. Делеция нуклеотида Т привела к сдвигу рамки считывания и, следовательно, к существенному изменению предполагаемой аминокислотной последовательности. Аналогичные изменения наблюдали у нечувствительного к фотопериоду мутанта *mat-a.11* (генотип *eam8eam8*), полученного при воздействии гамма лучей на сорт Bonus (Zakhrabekova et al., 2012) (рис. 2 и 3).

```
Bonus_JN180296.1  1302 gtctgattggattggaaaacctagagtagattacaggcatgctgctgggcttagcaacag 1361
k-17429           1302 gtctgattggattggaaaacctagagtagattacaggcatgctgctgggcttagcaacag 1361
k-16377           1302 gtctgattggattggaaaacctagagtagattacaggcatgctgctgggcttagcaacag 1361
Bonus_mat-a.11    1302 gtctgattggattggaaaacctagagtagattacaggcatgctgctgggcttagcaacag 1361
k-14891           1302 gtctgattggattggaaaacctagagtagattacaggcatgctgctgggcttagcaacag 1361

Bonus_JN180296.1  1362 tgtcagccttagactagcctctgttagtcttagcagtgtggatgagtttttagttgagac 1421
k-17429           1362 tgtcagccttagactagcctctgttagtcttagcagtgtggatgagtttttagttgagac 1421
k-16377           1362 tgtcagccttagactagcctctgttagtcttagcagtgtggatgagtttttagttgagac 1421
Bonus_mat-a.11    1362 tgtcagccttagactagcctctgttagtcttagcagtgtggatgagtttttagttgagac 1421
k-14891           1362 tgtcagccttagactagcctctgttagtcttagcagtgtggatgagtttttagttgagac 1421

Bonus_JN180296.1  1422 acgactgggcaatttcttcatttctaattgtatatatac----------gactgcttact 1471
k-17429           1422 acgactgggcaatttcttcatttctaattgtatatatac----------gactgcttact 1471
k-16377           1422 acgactgggcaatttcttcatttctaattgtatatataccactggtttgaactgcttact 1481
Bonus_mat-a.11    1422 acgactgggcaatttcttcatttctaattgtatatatac----------gactgcttact 1471
k-14891           1422 acgactgggcaatttcttcatttctaattgtatatatac----------gactgcttact 1471

Bonus_JN180296.1  1472 cacttgtaccttcttcttgtAGATTGGTGGGATCGACAGACCTCTCTTTCCATCATTTTG 1531
k-17429           1472 cacttgtaccttcttcttgtAGATTGGTGGGATCGACAGACCTCTCTTTCCATCATTTTG 1531
k-16377           1482 cacttgtaccttcttcttgtAGATTGGTGGGATCGACAGACCTCTCTTTCCATCATTTTG 1541
Bonus_mat-a.11    1472 cacttgtaccttcttcttgtAGATTGGTGGGATCGACAGACCTCTCTTTCCATCATTTTG 1531
k-14891           1472 cacttgtaccttcttcttgtAGATTGGTGGGATCGACAGACCTCTCTTTCCATCATTTTG 1531

Bonus_JN180296.1  1532 CGTGCCTTCAAACGAACCCGTGCCTTTGCCACAACACATCAATACCAACTCAAGTGGGCA 1591
k-17429           1532 CGTGCCTTCAAACGAACCCGTGCCTTTGCCACAACACATCAATACCAACTCAAGTGGGCA 1591
k-16377           1542 CGTGCCTTCAAACGAACCCGTGCCTTTGCCACAACACATCAATACCAACTCAAGTGGGCA 1601
Bonus_mat-a.11    1532 CGTGCCTTCAAACGAACCCGTGCCTTTGCCACAACACATCAATACCAACTCAAGTGGGCA 1591
k-14891           1532 CGTGCCTTCAAACGAACCCGTGCCTTTGCCACAACACATCAATACCAACTCAAGTGGGCA 1591

Bonus_JN180296.1  1592 TGCTACCTCTGGGAGGCTTTCCACACAGCTTAAGAGCAAGGATGCCTATGCTGCCGGATC 1651
k-17429           1592 TGCTACCTCTGGGAGGCTTTCCACACAGCTTAAGAGCAAGGATGCCTATGCTGCCGGATC 1651
k-16377           1602 TGCTACCTCTGGGAGGCTTTCCACACAGCTTAAGAGCAAGGATGCCTATGCTGCCGGATC 1661
Bonus_mat-a.11    1592 TGCTACCTCTGGGAGGCTTTCCACACAGCTTAAGAGCAAGGATGCCTATGCTGCCGGATC 1651
k-14891           1592 TGCTACCTCTGGGAGGCTTTCCACACAGCTTAAGAGCAAGGATGCCTATGCTGCCGGATC 1651

Bonus_JN180296.1  1652 GACTGCTGAGTGTACTAGTTCACACGGCAGAGACAACAACGCCAAGAATTCTTCTGGGAA 1711
k-17429           1652 GACTGCTGAGTGTACTAGTTCACACGGCAGAGACAACAACGCCAAGAATTCTTCTGGGAA 1711
k-16377           1662 GACTGCTGAGTGTACTAGTTCACACGGCAGAGACAACAACGCCAAGAATTCTTCTGGGAA 1721
Bonus_mat-a.11    1652 GACTGCTGAGTGTACTAGTTCACACGGCAGAGACAACAACGCCAAGAATTCTTCTGGGAA 1711
k-14891           1652 GACTGCTGAGTGTACTAGTTCACACGGCAGAGACAACAACGCCAAGAATTCTTCTGGGAA 1711

Bonus_JN180296.1  1712 CAAGTTGACTAACGATGATGATTTTACGGTTCCTTCCGTCTTCTGCTCTGGAGTGCGTCC 1771
k-17429           1712 CAAGTTGACTAACGATGATGATTTTACGGTTCCTTCCGTCTTCTGCTCTGGAGTGCGTCC 1771
k-16377           1722 CAAGTTGACTAACGATGATGATTTTACGGTTCCTTCCGTCTTCTGCTCTGGAGTGCGTCC 1781
Bonus_mat-a.11    1712 CAAGTTGACTAACGATGATGATTTTACGGTTCCTTCCGTCTTCTGCTC-GGAGTGCGTCC 1770
k-14891           1712 CAAGTTGACTAACGATGATGATTT-ACGGTTCCTTCCGTCTTCTGCTCCGGAGTGCGTCC 1770

Bonus_JN180296.1  1772 TCGTTCTAACCATGAGGAAGCGAGGATCCAAGAGAATTCCACACACTTACCAGCTACAAG 1831
k-17429           1772 TCGTTCTAACCATGAGGAAGCGAGGATCCAAGAGAATTCCACACACTTACCAGCTACAAG 1831
k-16377           1782 TCGTTCTAACCATGAGGAAGCGAGGATCCAAGAGAATTCCACACACTTACCAGCTACAAG 1841
Bonus_mat-a.11    1771 TCGTTCTAACCATGAGGAAGCGAGGATCCAAGAGAATTCCACACACTTACCAGCTACAAG 1830
k-14891           1771 TCGTTCTAACCATGAGGAAGCGAGGATCCAAGAGAATTCCACACACTTACCAGCTACAAG 1830

Bonus_JN180296.1  1832 TCCATATAAGAGTGGGCCTACGGTGTCCAAACCAACTGCAAAATTTCCCA 1881
k-17429           1832 TCCATATAAGAGTGGGCCTACGGTGTCCAAACCAACTGCAAAATTTCCCA 1881
k-16377           1842 TCCATATAAGGGTGGGCCTACGGTGTCCAAACCAACTGCAAAATTTCCCA 1891
Bonus_mat-a.11    1831 TCCATATAAGAGTGGGCCTACGGTGTCCAAACCAACTGCAAAATTTCCCA 1880
k-14891           1831 TCCATATAAGAGTGGGCCTACGGTGTCCAAACCAACTGCAAAATTTCCCA 1880
```

Рис. 2. Нуклеотидные последовательности ампликонов местных дагестанских сортов к-14891, к-16377 и к-17429, фрагмента гена *Eam8* сорта Bonus (GenBank: JN180296.1) и рецессивной аллели *eam8* у индуцированного мутанта mat-a.11 сорта Bonus (Zakhrabekova et al., 2012). Прописными буквами обозначен фрагмент интрона, заглавными – экзона.

```
Bonus_AEZ53982.1  85  IGGIDRPLFPSFCVPSNEPVPLPQHINTNSSGHATSGRLSTQLKSKDAYA 134
k-17429           85  .................................................. 134
k-16377           85  .................................................. 134
Bonus_mat-a.11    85  .................................................. 134
k-14891           85  .................................................. 134

Bonus_AEZ53982.1  135 AGSTAECTSSHGRDNNAKNSSGNKLTNDDDFTVPSVFCSGVRPRSNHEEA 184
k-17429           135 .................................................. 184
k-16377           135 .................................................. 184
Bonus_mat-a.11    135 ....................................ECVLVLTMRKR 184
k-14891           135 ............................LRFLPSSAPECVLVLTMRKR 184

Bonus_AEZ53982.1  185 RIQENSTHLPATSPYKSGPTVSKPTAKFP 213
k-17429           185 ............................. 213
k-16377           185 .............G............. 213
Bonus_mat-a.11    185 GSKRIPHTYQLQVHIRV.LRCPNQLQN.. 213
k-14891           185 GSKRIPHTYQLQVHIRV.LRCPNQLQN.. 213
```

Рис. 3. Предполагаемые аминокислотные последовательности ампликонов образцов к-14891, к-16377 и к-17429 из коллекции ВИР, фрагмента белка, кодируемого геном *Eam8* сорта Bonus (GenBank: AEZ53982.1) и рецессивной аллелью *eam8* индуцированного мутанта *mat-a.11* (Zakhrabekova et al., 2012).

Образец к-16377 отличается от других исследованных дагестанских образцов и последовательности сорта Bonus одной функциональной заменой нуклеотида А (позиция 1842) на G и вставкой из 10 нуклеотидов в области интрона (рис. 2). По литературным данным, изменения в области интрона и замены в смысловой части гена были обнаружены у ряда индуцированных мутантов сортов Foma, Bonus и др., нечувствительных к фотопериоду (Zakhrabekova et al., 2012). Функциональная значимость найденных отличий у дагестанского образца требует дальнейших исследований. Нуклеотидная последовательность ампликона у к-17429 оказалась идентичной последовательности аналогичного фрагмента у сорта Bonus (GenBank: JN180296.1) (рис.3).

Таким образом, у образца к-14891 нами впервые обнаружена делеция одного нуклеотида в смысловой области гена *Eam8*, что по предварительным данным может привести к образованию дефектного белка и, как следствие – нечувствительности к фотопериоду.

Литература

Анисимова И. Н., *Алпатьева Н. В.*, *Тимофеева Г. И.* Скрининг генетических ресурсов растений с использованием ДНК-маркеров: основные принципы, выделение ДНК, постановка ПЦР, электрофорез в агарозном геле. Методические указания. СПб.: ВИР, 2010. 30 с.

Дорохов Д. Б., Клоке Э. Быстрая и экономичная технология RAPD анализа растительных геномов // Молекулярная генетика. 1997. Т. 33. № 4. С. 443-450

Faure S., Turner A. S., Gruszka D., Christodoulou V., Davis S. J., Von Korff M., Laurie D. A. Mutation at the circadian clock gene *EARLY MATURITY 8* adapts domesticated barley (*Hordeum vulgare*) to short growing seasons // Proc. Natl. Acad. Sci. 2012. V. 109. № 21. P. 8328-8333.

Yasuda S. Linkage of the earliness gene *eak* and its pleiotropic effects under different growth conditions // Berichte des Ohara Institutes für landwirtschaftliche Biologie. Okayama Universität. 1977. V. 17. P. 15-28.

Zakhrabekova S., Gough S. P., Braumann I., Müller A. H., Lundqvist J., Ahmann K., Dockter C., Matyszczak I., Kurowska M., Druka A., Waugh R., Graner A., Stein N., Steuernagel B., Lundqvist U., Hansson M. Induced mutations in circadian clock regulator *Mat-a* facilitated short-season adaptation and range extension in cultivated barley // Proc. Natl. Acad. Sci. 2012. V. 109. № 11. P. 4326-4331.

УДК 633.13: 631.5 (571.12)

ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА АВЕНИНА СОРТОВ ОВСА ПОСЕВНОГО (*AVENA SATIVA* L.) В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Остапенко, Г. В. Тоболова
ФГОУ ВПО ГАУ Северного Зауралья,
Тюмень, Россия, e-mail: ostapenkoav88@yandex.ru, tgv60@mail.ru

Резюме

Проведено электрофоретическое разделение проламинов овса посевного методом электрофореза в полиакриламидном геле. К стандартной методике разработаны и применены некоторые модификации для лучшей разгонки белковых молекул. В результате анализа электрофоретических спектров авенина выявлены различия по блокам компонентов у сортов овса. Установлено, что возделываемые сорта овса обладали генетическим полиморфизмом запасных белков и сортоспецифичностью. В соответствии с генетической номенклатурой прописаны генетические формулы этих сортов в виде аллелей по трем локусам (Avn A, Avn B, Avn C).

Ключевые слова: электрофорез, авенины, сорт, блоки компонентов.

STUDIES OF AVENIN POLYMORPHISM OF OATS VARIETIES (*AVENA SATIVA* L.) UNDER CONDITION OF TYUMEN REGION

A. V. Ostapenko, G. V. Tobolova
State Northern Trans-Urals Agrarian University,
Tyumen, Russia, e-mail: ostapenkoav88@yandex.ru, tgv60@mail.ru

Summary

Performed electrophoretic separation of prolamins of oats seed by polyacrylamide gel electrophoresis. By the standard method developed and applied some modifications to the best distillation of protein molecules. An analysis of electrophoretic spectra revealed differences in avenin block components in cultivars of oats. It is established that the cultivated varieties of oats have the genetic polymorphism of storage proteins and varietal specificity. In accordance with the genetic nomenclature of genetic formulas prescribed in these classes in the form of alleles for three loci (Avn A, Avn B, Avn C).

Key words: electrophoresis; avenin; grade; the bloks of components.

Овес – важнейшая зернофуражная культура разностороннего использования. По сравнению с другими злаками зерно овса характеризуется повышенным содержанием в белке лизина, аргинина и триптофана, а также значительным количеством жира (4-6%), в котором преобладают линоленовая и олеиновые кислоты. Все это позволяет использовать овес как высокопитательный и лечебный продукт. Овес – незаменимое кормовое растение. Его широко применяют на зеленый корм, сено, силос или комбикорм (Зеленская и др., 2004). В Тюменской области овес занимает площадь 110 тыс. га.

Для оценки селекционного материала в лабораторных условиях широко используется метод электрофореза запасных белков семени (проламинов) (Конарев, 2000).

С помощью электрофореза удается различать большинство современных сортов сельскохозяйственных растений. Электрофоретические спектры этих белков не зависят от условий и места выращивания, длительности хранения зерна (Metakovsky, 1991; Тоболова, 2012).

Изучение спирторастворимых белков (авенинов) овса посевного (*Avena sativa* L.) – 42– х хромосомного аллогексаплоида с геномом AACCDD показало, что эти белки характеризуются более низким уровнем электрофоретического полиморфизма по сравнению с глиадинами пшеницы и гордеинами ячменя. Они также могут быть использованы для анализа генетического разнообразия овса и идентификации биотипного состава современных сортов (Губарева и др., 1987; Портянко и др., 1987; Зеленская и др., 2004).

Целью наших исследований было изучение генетического разнообразия сортов овса посевного по компонентному составу авенина методом электрофореза в полиакриламидном геле и описание полученных электрофореграмм в соответствии с каталогом генетической номенклатуры (Портянко и др., 1987а, б).

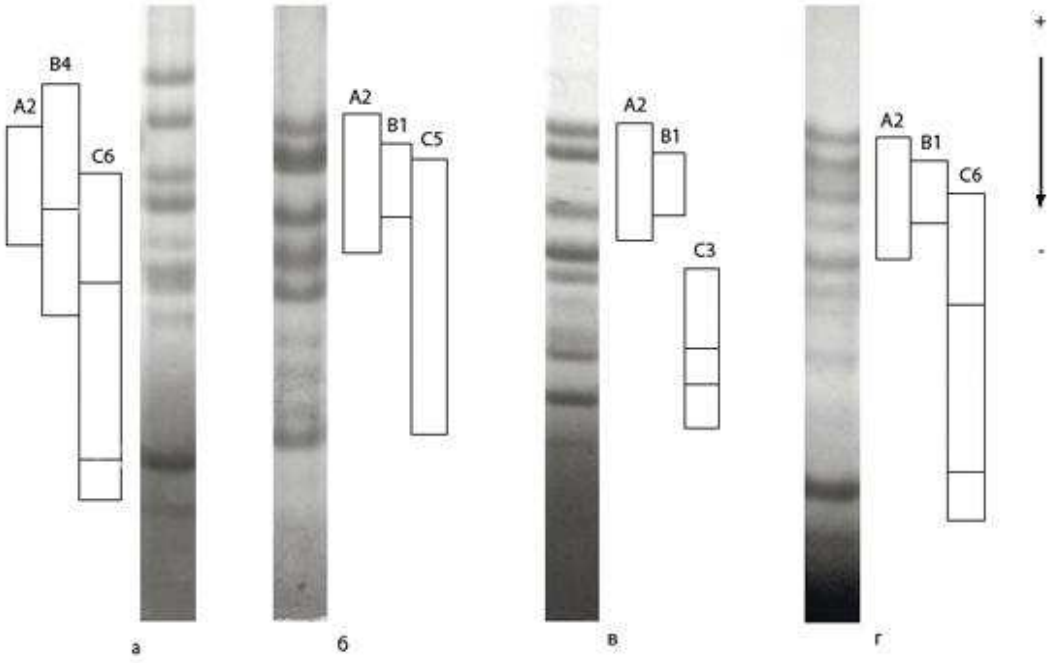
Для лабораторного анализа использовали индивидуальные зерновки 41 сорта овса посевного из коллекции ВИР и НИИСХ Северного Зауралья. В исследование были включены образцы из России - 29, Франции – 4; США и Чехии по 2; Белоруссии, Канады, Польши и Великобритании по 1, относящиеся к разновидности *mutica, aristata, brunnea, aurea, inermis.*

Для одномерного электрофореза запасного белка овса применяли стандартную методику (Поморцев и др., 2004) с некоторыми модификациями. Авенины экстрагировали из муки индивидуальных зерновок 70%-ным этанолом в объеме до 90 мкл с последующим инкубированием при 40^{o}C в течение 40 минут. Затем в супернатант добавляли алюминий-лактатный буфер, содержащий метиленовый зеленый, 80%-ную сахарозу и 2М мочевину. Электрофорез проводили в вертикальных пластинах 13%-ного полиакриламидного геля в 0,005 М алюминий-лактатном буфере (pH 3,1) в течение 4 часов при постоянном напряжении 500 W. После окончания электрофореза гели фиксировали в 10%-ной трихлоруксусной кислоте 30 минут и окрашивали Кумасси R-250 в течение 8-ми часов. Исследования проводили в лаборатории сортовой идентификации семян АТИ ГАУ Северного Зауралья. Для анализа от каждого образца отбирали методом случайной выборки 20 зерен.

В качестве стандарта использовали зерновки овса посевного сорта Астор (2.4.6).

Результаты исследований и их обсуждение

Сравнительный анализ полученных электрофореграмм показал, что все сорта имели отличный друг от друга и от стандартного сорта Астор индивидуальный спектр авенина (рис.).



Электрофоретические спектры и блоки компонентов авенина (Avn): а) – сорт Астор (стандарт); б) – сорт Аргумент; в) сорт – Riby A; г) сорт – Integrale

Количество компонентов в спектрах сортов изменялось от 7 до 13. Наименьшее число отмечено у сортов Avalanche и Integrale из Франции, Avena sativa 37/10 (Великобритания), АС–27 (Кемеровская обл.), Иртыш 22 (Омская обл.), Памяти Балавина (Свердловская обл.), Льговский 9 (Курская обл.), наибольшее – у Эклипс (Кировская обл.).

Сравнение электрофоретических спектров зерновок показало, что сорта Monida (США), Дедал (Ленинградская обл.), АС–27, Аргумент, Креол, Орфей (Алтайский кр.), Першерон (Кировская обл.), Памяти Балавина, Сиг (Новосибирская обл.) и Талисман (Тюменская обл.) были однотипными. У остальных сортов число биотипов изменялось от 2 – у сортов FF 6474 (Канада), Avena sativa 37/10 (Великобритания), Отрада (Тюменская обл.), Спринт 3 (Свердловская обл.), Таежник (Томская обл.), Уран (Омская обл.), Эклипс, Эльбрус (Ростовская обл.) до 7 – у сортов RoABDH (Чехия), Slawko (Польша), Спринт 2 (Свердловская обл.) и Фобос (Омская обл.).

Анализ спектров четырех сортов овса из Франции показал, что все они по авенину являются полиморфными. Каждый из сортов по локусу Avn A имел аллель 2. По локусу Avn B у сортов Avalanche и Negrita в спектре присутствовал аллель 1. У сорта Integrale наряду с 1 аллелем был обнаружен и 4. По локусу Avn C у образцов из Франции обнаружено большое разнообразие. У всех сортов, кроме Avalache, встречался аллель 6 этого локуса. Этот аллель идентифицирован нами, так как отличался от аллеля 2 отсутствием в спектре 7-го компонента. Кроме того, у сорта Negrita встречался биотип с аллелем 5, а у сорта Avalache аллель 3.

При изучении сортообразцов из США было выявлено, что сорт Monida (К-14264) оказался однотипным. Сравнительный анализ электрофореграмм с сортом Астор позволил прописать аллели только по локусам Avn B и Avn C, локус Avn A не был идентифицирован. Генетическая формула сорта ?.1.2. Сорт PA 8098-9033 (США) имел 4 биотипа, у которых нами были выявлены аллели A2, B1+2 и C2+3.

Сорта из Чехии отличались очень большим полиморфизмом. Образец Riby A имел 6 различных биотипов. У данного сорта нами были идентифицированы аллели A2, B1+4 и C3 (рис. 1). У сорта RoABDH было выявлено 7 различных биотипов. По локусу Avn A был идентифицирован только аллель 2, по локусу Avn B – 1+2+4, Avn C – 1+2+5.

Белорусский сорт Серебристый имел 5 биотипов, у трех из которых идентифицированы аллели A2 и B4+1, аллели локуса Avn C не были определены.

У сорта Slawko из Польши выявлено 7 биотипов, у которых удалось идентифицировать только аллели A2, B2+4 и C3+6.

Сорта FF 64-74 и 37-10 происхождением из Канады и Великобритании соответственно, имели по 2 биотипа. У сорта FF 64-74 было идентифицировано два локуса – Avn A1 и Avn C6. Для 37–10 определили только аллель B1.

Среди 29 исследованных сортов из России 10 были однотипными. У шести из них по локусу Avn A был определен аллель 2 – М4000, АС-27, Аргумент, Першерон, Памяти Балавина и СИГ. У сортов М 4000, АС-27, Аргумент, Креол, Памяти Балавина и Факир был обнаружен аллель B1. Сорт Орфей по этому локусу имел аллель 2, а сорт Талисман – 4. У образцов Першерон и СИГ аллели локуса Avn B не идентифицированы. Сорта М 4000, Орфей, Першерон и Талисман по локусу Avn C имели аллель 6, а Аргумент и Креол – аллель C5. У сорта СИГ по авенину идентифицирован аллель C2.

Среди остальных сортов наибольшее число биотипов по авенину имели Универсал 1 – 6, Спринт 2 – 7. По локусу Avn A аллель 1 был идентифицирован у сортов Льговский 9, Таежник, Универсал 1 и Дедал; аллель 2 – Иртыш, Боец, Спринт 3, Таежник, Уран, Эклипс, Льговский 9 и Факир; аллель 3 – Спринт 2.

Сорта Иртыш, Краснообский, Отрада, Спринт 2, Эклипс, Эльбрус, Универсал 1, Дедал, Льговский 9, Фобос в электрофореграмме имели по локусу Avn B аллель 1. У некоторых биотипов сортов Льговский, Универсал 1 и Фобос встречался аллель 2. В спектре сортов

Боец, Новосибирский 5, Спринт 2, Спринт 3, Уран, Эклинс, Универсал 1, Льговский 9 и Фобос был идентифицирован аллель B4.

У сортов Льговский, Боец, Универсал 1, Дедал по локусу Avn C был определен аллель 1. Аллель 2 был обнаружен у образцов – Краснообский, Таежник и Эльбрус. У шести сортов идентифицирован аллель 6 – Иртыш 22, Боец, Новосибирский 5, Спринт 2, Уран, Дедал и Фобос. Сорта Иртыш 22, Краснообский и Спринт 2 имели также аллель 5, а Отрада и Фобос – аллель 7.

Таким образом, у изученных сортов овса посевного по локусу Avn A в спектре чаще всего встречался аллель 2 (65,9%). Аллель 1 был обнаружен только у четырех российских сортов, а аллель 3 у одного.

По локусу Avn B самым распространенным оказался аллель 1, который встречался у 29 сортов. У 43,9% сортов овса посевного был идентифицирован аллель 4, а аллель 2 был обнаружен только у шести сортов.

Среди аллелей локуса Avn C наиболее часто встречался в спектре сортов аллель 6. Он был обнаружен у 17 сортов овса. Аллель 1 определен у 14,6% исследуемых сортов. Аллель 2 идентифицирован у сортов Monida, PA 8098-9033, Ro ABDH, Краснообский, СИГ, Спринт 3, Таежник, Уран и Эльбрус. Аллель 3 – PA 8098-9033, Avalache, Riby A, Slawko, Спринт 2, Спринт 3, Универсал 1, Дедал, Льговский 9 и Фобос. Аллель 5 определен у сортов Negrita, R_0 ABDH, Аргумент, Креол и Спринт 2.

Литература

Губарева Н. К., Юмагузина Х. А., Павлова Н. Е. Электрофорез авенина в сортовой идентификации овса // Тр. По прикладной ботанике, генетике и селекции. 1987. Т.114. С.76-82.

Зеленская Я. Г., Конарев А. В., Лоскутов И. Г., Губарева Н. К., Стрельченко П. П. Характеристика старо-местных форм овса посевного (*Avena sativa L.*) из коллекции ВИР по полиморфизму авенина // Аграрная Россия. 2004. №6. С.50-58.

Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / под ред. акад. РАСХН В. Г. Конарева. СПб.: ВИР. 2000. 186 с.

Конарев В. Г. Морфогенез и молекулярно-биологический анализ растений / В. Г. Конарев – Изд.2-е, СПб. ВИР, 2000. 417 с.

Поморцев А. А., Кудрявцев А. М., Упелниек В. П., и др. Методика проведения лабораторного сортового контроля по группам сельскохозяйственных растений. М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2004. 96 с.

Портянко В. А., Поморцев А. А., Калашник Н. А., Богачков В. И., Созинов А. А. Генетический контроль авенинов и принципы их классификации // Генетика. 1987. Т. 23. № 5. С. 584-590.

Портянко В. А., Поморцев А. А., Созинов А. А. Внутри- и межсортовой полиморфизм проламинов овса // Доклады ВАСХНИЛ, 1987, №1. С.8-10

Тоболова Г. В., Логинов Ю. П. Определение компонентного состава авенина у сортов овса, возделываемых в Тюменской области /Вестник Саратовского госагроуниверситета им.Н.И. Вавилова – Саратов, № 1, 2012. – С.37-39

Metakovsky E. V. Gliadin allele identification in common wheat. 1.Methodological aspckts of the analysis of gliadin patterns by one-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis / E. V. Metakovsky, A. Yu. Novoselskaya // J. Genet and Breed. 1991. V.45. 4. P.317-324

УДК 633.13

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ОВСА ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

И. Г. Лоскутов, Е. В. Блинова
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: i.loskutov@vir.nw.ru

Резюме

В статье приводятся многолетние результаты изучения мировой коллекции овса ВИР в разнообразных условиях сети опытных станций ВИР. Представлены выделенные источники хозяйственно ценных признаков, которые могут быть использованы в селекции зернофуражных культур.

Ключевые слова: овес, источники, доноры, хозяйственно ценные признаки.

GENETIC RECOURCES OF OATS FOR PERSPECTIVE BREEDING DIRECTIONS

I. G. Loskutov, E. V. Blinova
N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia e-mail: i.loskutov@vir.nw.ru

Summary

The paper offers the long-term data on the global collection of oat VIR studied under diverse conditions at experiment stations of VIR. The selected sources of economically important traits that can be used in cereal forages breeding are presented.

Key words: oat, sources, donors, economically important traits.

Введение

Создание продуктивных сортов зерновых культур с оптимальным вегетационным периодом – одна из главных проблем отечественного растениеводства. Она актуальна для всех регионов страны, но особенно для Нечерноземной зоны, Урала, Сибири и Дальнего Востока, в этих зонах с контрастным климатом наблюдается ограниченная продолжительность активной вегетации растений.

Продолжительность вегетационного периода – очень важный признак, и он напрямую связан с урожаем зерна, его качеством и посевными свойствами семян, и поэтому лучшими по продуктивности будут среднеранние и среднеспелые сорта овса. Получение потенциально высокого урожая зерна этой культуры должно сочетаться с другими хозяйственно ценными признаками и с устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам (Родионова и др., 1994). Болезни не только угнетают растения, снижая крупность зерновки и урожай с единицы площади, но и ухудшают его качество за счет накопления продуктов жизнедеятельности патогенов. Наличие микотоксинов снижает стоимость и потребительские свойства зерна, оказывает отрицательное влияние на здоровье человека и животных. На первый план выходит проблема создания сортов овса, устойчивых к основным болезням, как самый безопасный способ борьбы с ними. Для создания новых сортов, обладающих комплексом ценных признаков, высокой урожайностью и высоким качеством продукции в разнообразных условиях среды требуется хорошо изученный исходный материал. Выделение источников по основным хозяйственно ценным признакам – одна из основных задач изучения мирового разнообразия овса, представленных в коллекции отдела генетических ресурсов овса, ржи, ячменя ВНИИР им. Н.И.Вавилова (Лоскутов, 2007а; Лоскутов и др. 2007; Loskutov, Rines, 2011).

Материалы и методы

В результате многолетней работы с мировым генофондом во ВНИИР им. Н.И. Вавилова собрана одна из самых больших в Европе коллекций овса. Она насчитывает около 14000 образцов разного географического происхождения и представлена 26 дикорастущими и культурными видами рода *Avena* L.(Лоскутов, 2009; Loskutov, 1999).

При работе с коллекцией особое внимание уделяется комплексному изучению образцов по важным хозяйственно ценным признакам и выявлению источников и доноров, которые проводятся согласно методике ВИР (Лукьянова и др., 1973; Лоскутов и др., 2012) и международным стандартам (Oat Descriptors, 1985). Полевое изучение коллекции новых поступлений проходит на опытных станциях ВИР, большинство из них находится в основных зонах выращивания сельскохозяйственных культур (Лоскутов, Ковалева, 2007).

Отдел генетических ресурсов овса, ржи, ячменя ВИР широко использует совместное изучение исходного материала на традиционные и новые направления селекции, которые формируются при глобальных изменениях климатических и фитопатологических условий, а также при изменении технологических качественных требований при переработке зерна на кормовые и пищевые цели (Лоскутов, 2007б; Лоскутов, 2009). Совместные исследования сотрудники отдела проводят в тесном сотрудничестве с отделами биохимии и молекулярной биологии, физиологии растений, генетики и с лабораторией иммунитета растений ВИР, кроме того, большое значение для получения качественных результатов уделяется сотрудничеству с другими Российскими НИИ и зарубежными партнерами (Лоскутов, 2007а; Лоскутов и др. 2007).

Результаты и обсуждение

Большая совместная работа, проделанная в последнее время (2008-2012 гг.) коллективом ВИР по планомерному изучению мировых сортовых растительных ресурсов, вновь поступившего материала, и исследование его всеми доступными полевыми и лабораторными методами позволило выделить источники хозяйственно ценных признаков по всем изученным показателям.

Продолжительность вегетационного периода – очень важный признак в селекции овса, и он напрямую связан с урожаем зерна, его качеством и посевными свойствами семян. Среди скороспелых образцов, выделившихся в последнее время, следует отметить: Пируэт (Ульяновская обл.), Valentin (Словакия), V-14-S-4 (ЮАР), Suwannee, PI 629067, B 525-336, MF9714-36 (США), Volta (Австралия).

Наиболее важными факторами, влияющими на длину вегетационного периода растения, и, особенно, на его первую половину, являются продолжительность светового дня и температурный режим. Результаты проведенного многолетнего изучения совместно с отделом физиологии растений ВИР показали разнообразие реакций на фотопериод. Из выделенных в последнее время образцов культурных видов со слабой чувствительностью на фотопериод (ФПЧ) следует отметить: Местный (Турция), В 525 – 336, PI 629063, PA 7967 – 3145 (США) и другие.

Проблема короткостебельности тесно связана с устойчивостью зерновых культур к полеганию, которое занимает особое место в селекции этих культур. По результатам изучения последних лет, как источники, сочетающие короткостебельность с повышенной зерновой продуктивностью метелки и хорошим качеством зерна, могут быть рекомендованы образцы и доноры овса из генетической коллекции, несущие аллель гена Dw-6 и Dw-8. Кроме того, по короткостебельности и устойчивости к полеганию выделялись следующие образцы: Ханоми 2, Рапен (Ленинградская обл.), Местный (Китай), MF9016-31 (США), Pussum, Brusher (Австралия).

Продуктивность растений складывается из нескольких показателей: число колосков и зерен в метелке, масса зерна с метелки, с растения и масса 1000 зерен. По массе 1000 зерен были выделены образцы, имеющие величину этого показателя выше 50 г: Корифей (Алтай-

ский кр.), Стайер (Екатеринбургская обл.), Альтаир (Кемеровская обл.), S. Romao (Португалия), Zvolen (Словакия), Furlong (Канада), MF 9521-79 (США).

Комплексным показателем продуктивности является масса зерна с единицы площади, и он значительно изменяется в зависимости от условий выращивания и особенностей сорта. Образцы, превышающие стандарт по массе зерна с 1м^2, – Алдан, Муром, Кемеровский 90 (Кемеровская обл.), Magne (Швеция), Witterberg, Местный (ЮАР).

Комплексная фитопатологическая оценка всего видового разнообразия рода *Avena* способствует выделению и использованию новых источников и доноров устойчивости для расширения генетической основы создаваемых сортов овса.

Высокий естественный инфекционный фон позволяет оценивать устойчивость образцов к наиболее вредоносным болезням в полевых условиях. Корончатая ржавчина ежегодно поражает посевы овса в период выметывания – созревания. Однако есть образцы, устойчивые к этой инфекции. Устойчивость к корончатой ржавчине проявили образцы: S. Romao (Португалия), PI 508099 (США), L-15 (Колумбия), Nugene, Possum, Volta, Kangaroo, Mitika (Австралия).

Красно-бурая пятнистость в той или иной степени ежегодно поражает растения овса. Нами выделены образцы, устойчивые к этому заболеванию: Xin Yuan (Китай), MF9016-31 (США), Местный (Эквадор).

Комплексной устойчивостью к грибным болезням обладали образцы Y247-4 (США), Местный (Эквадор), SW Betania (Швеция),

Вирус желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) – очень вредоносное заболевание, которое может привести к полной гибели растений. В результате изучения выделены устойчивые сорта овса из Канады: AC Rebel, AC Assiniboia и другие. Следует отметить, что сорт AC Rebel в своей родословной имеет источники толерантности к вирусу желтой карликовости ячменя и может являться генетическим источником по этому признаку.

Совместные исследования с лабораторией иммунитета ВИР позволили выделить устойчивые образцы к поражению пыльной головней: Яков, (Московская обл.), Дерби (Ульяновская обл.), Помор, Тайдон (Кемеровская обл.) Памяти Балавина (Екатеринбургская обл.), MF9018-117, MF9116-150, MF9224-359, MF9424-15, MF9016-148, MF9224-310 (США).

Интересные результаты были получены в совместных исследованиях со специалистами ВИЗР по овсу (Гагкаева и др., 2012). Эти исследования позволили выделить источники устойчивости овса к фузариозу и накоплению микотоксинов в зерновках. Установлено, что наибольшей устойчивостью обладают голозерные формы овса, но были также выделены и единичные пленчатые устойчивые образцы. Наиболее перспективными в этом отношении с многокомпонентной устойчивостью к фузариозу зерна являются староместные сорта овса дальневосточного и азиатского происхождения (Амурская обл., Монголия, Япония и Китай) и селекционные сорта Аргамак из Кировской обл. и Kuromi из Японии. Кроме того, следует отметить продуктивные голозерные сорта Вятский голозерный из Кировской обл., Тюменский голозерный из Тюменской обл., Левша из Кемеровской обл., Сибирский голозерный из Омской обл. и пленчатые – Кубанский из Краснодарского кр., Борси и Сона из Ленинградской обл., Кировец из Кировской обл., Дерби и Пируэт из Ульяновской обл., как устойчивые к фузариозной инфекции.

К важнейшим биохимическим компонентам, повышающим пищевое значение овса, относятся жиры, β-глюканы, токоферолы, стеролы, авенантрамиды и другие компоненты. В настоящее время это направление изучения коллекции является наиболее перспективным. Совместно с отделом биохимии и молекулярной биологии ВИР был изучен набор сортов овса на содержание белка, крахмала и масла в зерновке и его жирнокислотный состав. Голозерные сорта Помор и Тайдон имели повышенные показатели по содержанию белка в зерновке (17-18%), а Муром и Помор повышенное содержание крахмала – до 60-62%. Некоторые изученные образцы имели более 7-8% масла в зерновке: голозерные – Вятский голозерный из Кировской обл., Муром, Помор, Тайдон из Кемеровской обл., пленчатые – Аргамак из Кировской обл. и Пируэт и Дерби из Ульяновской обл., Bounteful из Великобритании, Matilda из Швеции.

По жирнокислотному составу следует отметить, что почти все изученные образцы имели содержание олеиновой, наиболее ценной кислоты, на уровне 40%, что соответствует

содержанию данной компонента в подсолнечном масле. Некоторые образцы имели этот показатель выше 40% – районированные сорта Вятский голозерный, Кировец, Аргамак, Гунтер, Фауст из Кировской обл., Пируэт из Ульяновской обл. и Муром из Кемеровской обл. Кроме того, следует отметить, что наибольшие показатели по содержанию пальмитиновой, олеиновой, ленолевой и линолевой кислот имели голозерные сорта Вятский голозерный из Кировской обл., Помор, Тайдон из Кемеровской обл. и пленчатые Аргамак и Фауст из Кировской обл., Пируэт из Ульяновской обл., что определяет их диетические свойства.

Также в совместных исследованиях с компанией «Протеин+» были выделены источники высокого содержания некрахмалистого полисахарида β-глюкана у образцов овса. Наибольшие показатели были определены у сортов Пушкинский голозерный (Ленинградская обл.), Привет (Московская обл.), Кировец (Кировская обл.), Конкур (Ульяновская обл.), Помор (Кемеровская обл.), SW Betania (Швеция) и Borrus (Германия). Образцы овса, имеющие такие высокие качественные показатели, могут быть эффективно использованы в комбикормовой и, особенно, в пищевой промышленности и для диетических целей.

Заключение

Таким образом, коллекция овса ВНИИР им. Н.И. Вавилова является основным источником исходного материала по важнейшим направлениям селекции. Выделенные разнообразные источники по овсу передаются в более, чем 25 селекцентров РФ для использования в селекционном процессе, для создания новых продуктивных фуражных и пищевых сортов с заданными диетическими свойствами.

Литература

Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Лоскутов И.Г., Блинова Е.В., Аникина Л.В. Характеристика образцов овса по устойчивости к фузариозу // Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 808. ВИР, С-Пб. 2012. 58 с.

Лоскутов И. Г. Овес (*Avena* L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб: ГНЦ РФ ВИР. 2007а. 336 с.

Лоскутов И.Г. Овес – прошлое, настоящее и будущее // Хлебопродукты. 2007б. № 5. С. 52-53 и № 6. С. 50-51.

Лоскутов И. Г. История мировой коллекции генетических ресурсов растений в России. СПб, ГНЦ РФ ВИР. 2009. 294 с.

Лоскутов И. Г., Кобылянский В. Д., Ковалева О. Н. Итоги и перспективы исследований мировой коллекции овса, ржи и ячменя // Труды по прикл. бот., ген. и сел. СПб., Т. 164. 2007. С. 80-100.

Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции ячменя // Сб. трудов конф.: «Современные принципы и методы селекции ячменя». Краснодар. 2007. С. 129-133.

Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб, ВИР. 2012. 63 с.

Лукьянова М. В., Родионова Н. А., Трофимовская А. Я. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л., 1973. 29 с.

Родионова Н. А., Солдатов В. Н., Мережко В. Е., Ярош Н. П., Кобылянский В. Д. Культурная флора. Т. 2. Ч. 3. Овес. 2-е изд. М. Колос. 1994. 367 с.

Loskutov I G. Vavilov and his Institute. A history of the world collection of plant resources in Russia. IPGRI. Rome. Italy. 1999. 190 p.

Loskutov I. G., Rines H. Avena L. In: Wild Crop Relatives: Genomic & Breeding Resources. Springer, Heidelberg, Berlin, New York, 2011. P. 109-184.

Oat Descriptor List. IBPGI. Rome. Italy. 1985. 35 p.

УДК 633.1:581.573.4:632.732

УСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ К ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛЕ[6]

Е. Е. Радченко, Т. Л. Кузнецова, Р. А. Абдуллаев, М. А. Чумаков, И. А. Звейнек, О. Н. Ковалева

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: Eugene_Radchenko@rambler.ru

Резюме

Изучили 693 образца ячменя и выявили гетерогенные формы, различающиеся по уровню экспрессии устойчивости к краснодарской популяции обыкновенной злаковой тли. Высокая устойчивость шести образцов из Туркменистана, Испании и Болгарии контролируется аллелями, нетождественными аллелям идентифицированного ранее гена *Rsg1*. Слабоэкспрессирующаяся устойчивость к фитофагу обнаружена у 123 изученных форм. Показано дифференциальное взаимодействие насекомого и малых генов устойчивости растений. Установлено различие краснодарской и дагестанской популяций тли по частотам вирулентности к слабоэкспрессирующимся генам устойчивости растений.

Ключевые слова: ячмень, обыкновенная злаковая тля, устойчивость.

GREENBUG RESISTANCE IN BARLEY ACCESSIONS

E. E. Radchenko, T. L. Kuznetsova, R. A. Abdullaev, M. A. Chumakov, I. A. Zveinek, O. N. Kovaleva

N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, e-mail: Eugene_Radchenko@rambler.ru

Summary

Six hundreds and ninety three barley accessions were studied and heterogeneous forms with different expression of resistance to Krasnodar greenbug population have been detected. High level of resistance in 6 accessions from Turkmenistan, Spain and Bulgaria is under control of alleles not identical with alleles of the previously identified *Rsg1* gene. A low level of greenbug resistance expression in 123 accessions investigated was revealed. Weakly expressed barley resistance genes were demonstrated to differentially interact with the greenbug genotypes. The difference for frequencies of virulence for weakly expressed resistance genes in plants was determined.

Keywords: barley, greenbug, resistance.

Введение

Обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rondani) – опасный вредитель зерновых культур на юге России. Устойчивость растений – одна из основных причин, лимитирующих вредоносность насекомого. К сожалению, устойчивость ячменя к тле изучена недостаточно. Так, в США, где исследования по генетике устойчивости ячменя к *S. graminum* проводятся с 50-х годов XX века, к настоящему времени известно лишь 2 гена устойчивости, которые эффективны против ряда биотипов тли.

I. M. Atkins, R. G. Dahms (1945) выделили 2 корейских сорта озимого ячменя Omugi и Dobaku, показав высокую наследуемость устойчивости. С использованием Omugi были выведены сорта Kerr (Starks, Burton, 1977) и Kearney (Johnson, 1953). Анализ наследования устойчивости к тле у этих и ряда других форм показал, что образцы Omugi, Dobaku, Derbent, Kearney, CI 5087 имеют общий доминантный ген устойчивости, впоследствии обозначенный

[6] Работа частично финансировалась РФФИ (гранты № 12-04-00710-а, № 12-04-96503-р_юг_а).

символом *Rsg1a* (Gardenhire, Chada, 1961; Smith et al., 1962; Gardenhire, 1965; Gardenhire et al., 1973). В результате отбора из комбинации скрещивания Rogers × Kearney получены устойчивые сорта Will (Jackson, Schlehuber, 1965) и Nebar (Schmidt, Dreier, 1976). Согласно результатам трисомного анализа ген устойчивости сорта Will локализован в центромерном сегменте хромосомы 1 (Gardenhire et al., 1973). Путем индивидуального отбора из гибридной популяции Harrison × Will отселектирован сорт Post (Edwards et al., 1985). Гетерогенность этого сорта по устойчивости к тле обусловила необходимость отбора сорта Post 90 (Mornhinweg et al., 2004). Считается, что все упомянутые выше образцы защищены геном *Rsg1a*, который контролирует устойчивость к биотипам тли B – G, I – K, CWR, WWG, но не к H (Webster, Starks, 1984; Puterka et al., 1988; Harvey et al., 1991; Anstead et al., 2003).

Второй доминантный ген *Rsg2b*, обусловливающий устойчивость к тем же биотипам тли, что и *Rsg1a*, идентифицирован у местного образца из Пакистана PI 426756 (Webster, Starks, 1984; Merkle et al., 1987; Anstead et al., 2003). Ген *Rsg2b*, в отличие от *Rsg1a*, был эффективен против изолята тли TX1, т. е. наблюдали дифференциальное взаимодействие насекомого и растения-хозяина. На этом основании предложены новые символы генов – *Rsg1* и *Rsg2* (Porter et al., 2007).

Имеются сведения о специфической устойчивости ряда других форм. Так, устойчивость к биотипам C и E выявлена у 14 образцов ячменя различного происхождения, однако ее уровень несколько ниже в сравнении с PI 426756 (Webster, Starks, 1984). Слабо повреждается биотипами G и J сорт Wintermalt, который восприимчив ко всем остальным внутривидовым формам насекомого (Puterka et al., 1988; Anstead et al., 2003). Устойчивостью к биотипу G, помимо Wintermalt, обладают также сорта Colter и Bancroft (Porter, Mornhinweg, 2004), однако затем было показано, что Wintermalt и Colter сильно повреждаются биотипом тли TX1 (Porter et al., 2007).

Ранее (Радченко, Звейнек, 2001) мы изучили 490 местных образцов ячменя из Китая – вероятного центра совместной эволюции *S. graminum* и растений-хозяев. Выявили 93 гетерогенных по устойчивости к насекомому форм. Поврежденность устойчивых компонентов 44-х образцов была очень слабой, умеренной устойчивостью характеризовались 49 образцов. Встречаемость устойчивых ячменей наиболее высока среди материала из провинций Шаньси и Шэньси. Для 9 образцов – источников высокой устойчивости к *S. graminum* – характерна высокая однородность по изученному признаку. Выявили также 10 устойчивых образцов ячменя из Индии, КНДР и Непала (Радченко и др., 2004).

Цель настоящей работы – оценить устойчивость культурного ячменя различного происхождения (преимущественно местных стародавних форм) к обыкновенной злаковой тле.

Материалы и методы

Материалом для исследований служили ячмени Кавказа (383 образца – из России, 35 – из Азербайджана, Армении и Грузии), стран Центральной Азии (55 образцов), а также ячмени, которые поступили в коллекцию ВИР из Турции (96 образцов), Испании (71) и Болгарии (53). Кроме того, оценивали поврежденность обсуждаемых в литературе сортов Herb (Webster, Starks, 1984), Wintermalt и Post. К сожалению, в коллекции ВИР отсутствует образец с геном устойчивости *Rsg2*.

Эксперименты проводили в световом зале, где поддерживалась температура воздуха 20–25°C. Использовали краснодарскую (Кубанская опытная станция ВИР, Гулькевичский район) популяцию тли (смесь свыше двухсот клонов) и отдельные клоны, выделенные из краснодарской и дагестанской (Дагестанская опытная станция ВИР, г. Дербент) популяций. Насекомых поддерживали на проростках пшеницы сорта Ленинградская 98. Для получения клона одну самку тли изолировали на пшенице с помощью стеклянного изолятора. Садки с клонами насекомого размещали на светоустановках, оборудованных люминесцентными лампами. Дальнейшее поддержание клонов проводили путем стряхивания тлей в аналогичные садки. Для оценки устойчивости пророщенные семена опытных образцов и неустойчивого контроля (сорт Белогорский) высевали рядами в кюветы с почвой. В фазу второго листа проростки засе-

ляли популяцией тли путем стряхивания насекомых на оцениваемые образцы, из расчета 4 особи на растение. Устойчивость оценивали при гибели контрольного сорта (обычно на 10–14 день после заселения) по шкале: 0 – нет повреждений, 1 – повреждено 1–10% листовой поверхности, 2 – 11–20%, ..., 10 – 91–100%. При работе с клонами опытные образцы и неустойчивый контроль (по 3–5 зерен) высевали в сосуды с почвой в круговом порядке и закрывали стеклянными изоляторами. В фазу второго листа проростки под изолятором заселяли тлями одного клона из расчета 5 особей на растение. При гибели контроля определяли поврежденность растений каждого образца по упомянутой выше шкале (Радченко, 1999).

Результаты и обсуждение

Ячмени из Турции были восприимчивы к фитофагу, однако можно отметить 19 гетерогенных образцов, у которых поврежденность некоторых растений составляла 8 баллов, что может объясняться присутствием генов со слабым фенотипическим проявлением. Выделены и гетерогенные по устойчивости к тле образцы из Испании и Болгарии. Высокая экспрессия признака обнаружена у пяти образцов (табл. 1); гены, экспрессия которых выражается баллами повреждения 5–8, могут присутствовать у 20 образцов из Болгарии и 18 – из Турции.

Среди образцов из Центральной Азии выделили 4 гетерогенные формы. Поврежденность устойчивых компонентов образца к-13123 (Туркменистан) составляла 2–3 балла (табл. 1), умеренная устойчивость (7–8 баллов) выявлена у двух изученных форм из Туркменистана и одного образца из Узбекистана.

Сорт Post с геном устойчивости *Rsg1*, а также сорта Herb и Wintermalt были неустойчивы (9–10 баллов) к краснодарской популяции насекомого. Очевидно, образцы, поврежденность устойчивых компонентов которых составляла 2–4 балла (табл. 1), имеют аллели генов устойчивости, отличающиеся от аллелей идентифицированного ранее гена *Rsg1*.

Таблица 1. Образцы ячменя, выделившиеся по устойчивости к *S. graminum*

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Разновидность	Поврежденность, балл
13123	-	Туркменистан	*pallidum*	2, 3, 10
25362	15/36	Болгария	«	3, 10
25364	37/581	«	«	3, 10
27934	N 1223	«	«	4, 7, 8, 9, 10
26992	C4460 Berta Irr.MZBl-8	Испания	*pyramidatum*	1, 10
27025	местный	«	*nutans, pallidum*	2, 8, 9, 10
22089	Белогорский (контроль)	Россия	*pallidum*	10
31204	Post (контроль)	США	*pyramidatum*	9, 10

Гетерогенные образцы, у которых устойчивость контролируется генами со слабым фенотипическим эффектом (5–8 баллов), обнаружены среди ячменей из стран Закавказья (Азербайджан и Грузия – по одному образцу), а также из Южного (Краснодарский край – 7 образцов) и Северо-Кавказского (Ставропольский край – 9 образцов, Кабардино-Балкарская Республика – 5) федеральных округов России.

Несколько более пристально изучили 226 образцов ячменя из Дагестана. Выделили 40 гетерогенных по изученному признаку местных форм, поврежденность устойчивых компонентов у которых составляла 7–8 баллов. Образцы местного ячменя к-21750 и к-21754 характеризовались несколько более высоким уровнем устойчивости к фитофагу (поврежденность растений 6–7 баллов, табл. 2). Выделившиеся формы могут иметь слабоэкспрессирующиеся гены устойчивости к обыкновенной злаковой тле либо в популяции фитофага присутствуют клоны с различной вирулентностью к изученным образцам ячменя.

Таблица 2. Устойчивые к *S. graminum* образцы ячменя из Дагестана

№ по каталогу ВИР	Образец	Разновидность	Тип развития	Поврежденность, балл
1067	местный	*nigrum*	озимый	7, 8, 10
13232	-	*pallidum*	«	7, 8, 10
15181	местный	*nigrum*	яровой	8, 10
21750	местный	*nutans*	«	6–8, 10
21754	местный	*pallidum, nutans*	«	6–8, 10
21815	местный	*nutans, pallidum*	«	7, 8, 10

Для проверки этих предположений изучили устойчивость шести выделившихся образцов к 17 клонам тли из краснодарской популяции. В силу ограниченного количества имевшихся в нашем распоряжении семян оценили поврежденность двух образцов лишь 11-ю клонами насекомого. Кроме того, 3 наиболее устойчивые формы заселили 20-ю клонами, выделенными из дагестанской популяции тли.

Таблица 3. Устойчивость образцов ячменя к клонам *S. graminum*

Образец	Изучено клонов тли	Частота клонов, обусловливающих различную поврежденность (1–10 баллов)		
		1-4	5-8	9-10
Клоны, выделенные из краснодарской популяция тли				
к-1067	17	-	0,53	0,47
к-13232	17	0,06	0,53	0,41
к-13992	17	-	0,47	0,53
к-21750	11	-	0,27	0,73
к-21754	11	-	0,09	0,91
к-21815	17	-	0,06	0,94
Клоны, выделенные из дагестанской популяции тли				
к-1067	20	-	0,35	0,65
к-13232	19	0,05	0,69	0,26
к-13992	18	-	0,22	0,78

Оказалось, что верны оба предположения: наблюдали слабоэкспрессирующуюся устойчивость у всех образцов и отчетливо выраженную – у местного ячменя к-13232, причем оба типа устойчивости проявлялись лишь против части клонов тли (табл. 3). Три первых образца характеризуются устойчивостью примерно к 50% клонов из краснодарской популяции, однако при заселении этим форм дагестанской популяцией насекомого частоты вирулентности существенно меняются: образец к-13232 обладает устойчивостью к 70% клонов, а к-1067 и к-13992 – лишь к 35% и 22% соответственно.

Выводы

В результате изучения 693 образцов ячменя различного происхождения выявлены гетерогенные формы, различающиеся по уровню экспрессии устойчивости к краснодарской популяции обыкновенной злаковой тли. Отчетливо выраженная устойчивость шести образцов контролируется аллелями, нетождественными аллелям идентифицированного ранее гена *Rsg1*. Выделившиеся образцы представляют интерес для селекции на иммунитет. Слабоэкспрессирующаяся устойчивость к фитофагу обнаружена у 123 изученных форм. Показано

дифференциальное взаимодействие насекомого и малых генов устойчивости растений. Установлено различие краснодарской и дагестанской популяций тли по частотам вирулентности к слабоэкспрессирующимся генам устойчивости растений.

Литература

Радченко Е. Е. Идентификация генов устойчивости зерновых культур к тлям. СПб.: ВИР, 1999. 60 с.

Радченко Е. Е., *Звейнек И. А.* Наследственное разнообразие коллекции ячменя из Китая по устойчивости к обыкновенной злаковой тле // Генетические ресурсы культурных растений. Тез. докл. междунар. научно-практ. конф. 13-16 ноября 2001 г. СПб. 2001. С. 392-394.

Радченко Е. Е., *Звейнек И. А.*, *Тырышкин Л. Г.*, *Коновалова Г. С.*, *Семенова А. Г.*, *Хохлова А. П.* Ячмень. Устойчивость образцов из Юго-Восточной Азии к вредителям и болезням. Каталог мировой коллекции ВИР, вып. 751. СПб: ВИР. 2004. 43 с.

Atkins I. M., *Dahms R. G.* Reaction of small-grain varieties to green bug attack // USDA. 1945. Techn. bull. № 901. 30 p.

Anstead J. A., *Burd J. D.*, *Shufran K. A.* Over-summering and biotypic diversity of *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae) populations on noncultivated grass hosts // Environ. Entomol. 2003. V. 32. № 3. P. 662-667.

Edwards L. H., *Smith E. L.*, *Pass H.*, *Morgan G. H.* Registration of Post barley // Crop Sci. 1985. V. 25. № 2. P. 363.

Gardenhire J. H. Inheritance and linkage studies on greenbug resistance in barley (*Hordeum vulgare* L.) // Crop Sci. 1965. V. 5. № 1. P. 28-29.

Gardenhire J. H., *Chada H. L.* Inheritance of greenbug resistance in barley // Crop Sci. 1961. V. 1. P. 349-352.

Gardenhire J. H., *Tuleen N. A.*, *Stewart K. W.* Trisomic analysis of greenbug resistance in barley, *Hordeum vulgare* L. // Crop Sci. 1973. V. 13. № 6. P. 684-685.

Harvey T. L., Kofoid K. D., *Martin T. J.*, *Sloderbeck P. E.* A new greenbug virulent to E-biotype resistant sorghum // Crop Sci. 1991. V. 31. № 6. P. 1689-1691.

Jackson B. R., *Schlehuber A. M.* Will barley // Crop Sci. 1965. V. 5. № 2. P. 195.

Johnson I. J. Registration of barley varieties // Agronomy Journal. 1953. V. 45. № 7. P. 320-322.

Merkle O. G., *Webster J. A.*, *Morgan G. H.* Inheritance of a second source of greenbug resistance in barley // Crop Sci. 1987. V. 27. № 2. P. 241-243.

Mornhinweg D. W., *Edwards L. H.*, *Smith E .L.*, *Morgan G. H.*, *Webster J. A.*, *Porter D. R.*, *Carver B. F.* Registration of "Post 90" barley // Crop Sci. 2004. V. 44. № 6. P. 2263.

Porter D. R., *Burd J. D.*, *Mornhinweg D. W.* Differentiating greenbug resistance genes in barley // Euphytica. 2007. V. 153. № 1-2. P. 11-14.

Porter D. R., *Mornhinweg D. W.* New sources of resistance to greenbug in barley // Crop Sci. 2004. V. 44. № 4. P. 1245-1247.

Puterka G. J., *Peters D. C.*, *Kerns D. L.*, *Slosser J. E.*, *Bush L.*, *Worrall D. W.*, *McNew R. W.* Designation of two new greenbug (Homoptera: Aphididae) biotypes G and H // J. Econ. Entomol. 1988. V. 81. № 6. P. 1754-1759.

Schmidt J. W., *Dreier A. F.* Registration of Nebar barley // Crop Sci. 1976. V. 16. № 3. P. 444.

Smith O. D., *Schlehuber A. M.*, *Curtis B. C.* Inheritance studies of greenbug (*Toxoptera graminum* Rond.) resistance in four varieties of winter barley // Crop Sci. 1962. V. 2. P. 489-491.

Starks K. J., *Burton R. L.* Greenbugs: determining biotypes, culturing, and screening for plant resistance with notes on rearing parasitoids // USDA. 1977. Techn. bull. № 1556. 12 p.

Webster J. A., *Starks K. J.* Sources of resistance in barley to two biotypes of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani), Homoptera: Aphididae // Protection Ecology. 1984. V. 6. № 1. P. 51-55.

УДК 633.16:581.573.4

МОНИТОРИНГ УСТОЙЧИВОСТИ РАЙОНИРОВАННЫХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ К ШВЕДСКОЙ МУХЕ

А. Г. Семенова[1], О. Н. Ковалева[2], С. Ю. Орлов[1], И. О. Юдин[1]
[1] Санкт-Петербургский Государственный Аграрный Университет,
[2]ВНИИРим.Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург
e-mail: a.g.semenova@rambler.ru

Резюме

Исследованы районированные в РФ сорта ячменя по устойчивости к шведской мухе (*Oscinella frit* L.) в 2000-2002 гг. и 10 лет спустя – в 2010-2012 гг. Среди 108 изученных в 2002 г. образцов выделили 9 слабо повреждаемых шведской мухой, что составляет 8,3% от общего числа. В 2012 году из 45 сортов у 4-х генотипов поврежденность оказалась на уровне или ниже стандарта. Это составляет 8,8% от числа испытанных сортов. Как и 10 лет назад, сорта из Сибирского, Южного и Приволжского регионов повреждаются шведской мухой в целом меньше, чем сорта их других регионов. Полученные данные свидетельствуют о низкой устойчивости современных районированных в РФ сортов ячменя к шведской мухе. Наблюдается тенденция к снижению устойчивости сортов ячменя к вредителю.

Ключевые слова: ячмень, районированные сорта, шведская муха, устойчивость.

MONITORING OF FRIT FLY RESISTANCE IN COMMERCIAL BARLEY VARIETIES OF RUSSIAN FEDERATION

A.G Semenova[1], O.N. Kovaleva[2], S. Yu. Orlov[1], I.O.Yudin[1]
[1]Sant-Peterburg State Agriculture University,
[2]N.I. Vaviliv All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St.Petersburg

Summary

The resistance to frit fly was researched in 2000-2002 years and ten years later – in 2010-2012 years. 9 varieties with low damage of frit fly were distinguished among 108 investigated accessions in 2002 year. As to 2012 year 4 accessions among 45 varieties were injured at the level of standard or lower than it. Varieties from Siberian, Privolzhsky and Southern districts were less injured by frit fly, then varieties from other districts as well now as ten years ego. Received data show the low level of resentence to *Oscinella frit* L. deal with commercial barley varieties of Russian Federation. The tendency of decreasing of resentence to frit fly have place.

Key words: barley, commercial varieties, frit fly (*Oscinella frit* L.), resistance.

Шведская муха *Oscinella frit* L. – серьезный внутристеблевой вредитель зерновых культур в Северо-Западном регионе России, где развивается в 2-х поколениях. В этой зоне особую опасность представляет первое поколения насекомого. Весной, после зимовки взрослых личинок в стеблях культурных озимых или диких злаков, происходит окукливание, лет имаго приходится на вторую половину мая. Самки после дополнительного питания в течение двух недель откладывают яйца на всходы: листья, стебли, за колеоптиле растений злаков. Наиболее благоприятный период для развития насекомого – фаза 2–3 листьев. Личинка проникает в зону конуса нарастания, лизирует меристемные ткани, что приводит к гибели главного стебля или побегов следующих порядков. При благоприятных условиях поврежденность стеблей зерновых культур в Ленинградской области достигает 30–50% (Антроповская, 1979). Такое повреждение шведской мухой может обусловить потери урожая колосовых злаков до 6–10% (Беляев и др., 1981). В случае высева зерновых культур в ранние сроки (для Северо-Западного региона – начало мая) ущерб от фитофага оказывается не столь значительным, так как растения вступают в фазу кущения и самки откладывают яйца на менее

продуктивные боковые побеги, которые более подходят для питания личинок. Однако необходимо иметь в виду возможность совпадения агрессивной фазы фитофага и уязвимой фазы растения-хозяина, что особенно вероятно в условиях, наблюдаемых в последнее время (нестабильность погоды и потепление климата в регионе).

Нами исследованы районированные в РФ сорта ячменя по устойчивости к шведской мухе в 2002 г. и 10 лет спустя – в 2012 г. Опыты проводили на полях Пушкинских лабораторий ВИР имени Н.И. Вавилова. С целью повышения заселенности растений вредителем создавали провокационный фон (Чесноков, 1953). При этом учитывали положительные поведенческие реакции взрослых насекомых. Образцы высевали на 2–3 недели позже принятых в производстве сроков (конец мая), разреженно, вблизи посевов озимых злаков и лесополосы – мест зимовки личинок вредителя в диких злаках, что обеспечивало большую концентрацию вредителя на посеве. Кроме того, к моменту созревания половой продукции у самок шведской мухи растения оцениваемых сортов в этот период находятся в наиболее благоприятной для откладки яиц фазе развития. Было установлено, что поврежденность растений личинками шведской мухи на провокационном фоне в 6-8 раз превышает эти показатели на естественном фоне (Нефедова и др., 1997), что обеспечивает возможность дифференциации образцов по устойчивости к вредителю.

Изучение образцов проводили в течение трех лет. В первые годы сорта высевали по 2 рядка в однократной повторности, а выделившиеся по устойчивости образцы – в трехкратной повторности. Через каждые 20 номеров высевали районированный в Ленинградской области стандартный сорт Криничный (к-27605, Беларусь), который относительно неустойчив к *O. frit*. Проводили следующие учеты: 1) в начале фазы кущения – поврежденность главных стеблей; 2) в фазу выход в трубку – поврежденность всех стеблей; 3) в фазу созревания определяли продуктивную кустистость. Последний показатель положительно коррелирует с устойчивостью к вредителю (Кгаевская, Заговора, 1968). Интенсивность лета шведской мухи и повреждение растений различались по годам. Для сравнения экспериментальных данных разных лет результаты, полученные по повторностям для испытываемых образцов, представляли в долях от среднего показателя изучаемого признака для сорта Криничный. В 2000–2002 гг. оценили 108 районированных сортов, в 2010–2012 гг. – 45 сортов, внесенных в Государственный Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Результаты и обсуждение

За годы исследований инвазионный фон был различен, что объясняется условиями зимовки шведской мухи и наличием благоприятных для вредителя условий в начальный период вегетации.

В 2001 г. вредоносность насекомого была относительно невысока: средняя заселенность главных стеблей в опыте составила 15,6%, всех стеблей – 4,5%, то в 2002 г. те же показатели равнялись соответственно 47,6% и 25,6%. В итоге испытаний, среди 108 районированных сортов в 2002 г. выделили 9 слабо повреждаемых шведской мухой образцов (табл. 1).

Среди девяти выделившихся сортов - 6 относятся к двурядным пленчатым ячменям (3 – *nutans*, 2 – *medicum*, 1 – *deficiens*), 3 – к многорядным (1 – *pallidum*, *ricotense*, 1 –*ricotense*, 1 – *pallidum*). Известно, что продуктивная кустистость сортов ячменя зависит от условий вегетационного периода. В условиях нестабильной погоды высокой продуктивной кустистостью отличались устойчивые к шведской мухе сорта Прикумский 22 (к-26120, Ставропольский край), Нутанс 553 (к-30579, Саратовская обл.), Пастбищный (к-30597, Казахстан). Кроме того, сорт Нутанс 553 обладает наиболее высокой засухоустойчивостью и средней устойчивостью к твердой головне (Государств. реестр селекц. достижений… 2013г). Сорт Пастбищный сочетает устойчивость к головневым болезням и полосатой пятнистости, высокую продуктивность. По нашим данным в годы исследований его урожайность превысила урожайность стандарта Криничный на 28% (Семенова, Терентьева, 2006).

Таблица 1. Районированные в Российской Федерации сорта ячменя устойчивые к шведской мухе (2002 г.)

№ по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Повреждено, %		Повреждено по отношению к стандарту		Продук. кстист.
			Главных стеблей	Всех стеблей	Главных стеблей	Всех стеблей	
22089	Белогорский	Ленинградская обл.	30,2±2,6	20,8±2,6	0,75	0,86	4,2
30579	Нутанс 553	Самарская обл.	35,3±4,2	9,8±1,4	0,64	0,79	6,3
26120	Прикумский 22	Ставропольский край	32,0±4,3	16,2±3,5	0,85	0,67	4,4
30120	Омский 88	Омская обл.	33,7±3,7	18,8±3,7	0,78	0,77	2,8
29040	Баган	Новосибирская обл.	29,4±3,8	17,0±3,8	0,71	0,70	2,6
30425	Кузнецкий	Кемеровская обл.	38,0±4,0	16,3±3,5	0,64	0,67	3,3
30245	Соболёк	Красноярский край	31,3±3,4	17,4±2,4	0,55	0,72	3,1
29266	Целинный 30	Казахстан	25,0±2,8	22,0±2,1	0,50	0,51	2,7
30597	Пастбищный	Казахстан.	25,0±2,8	22,0±2,1	0,69	0,75	5,2
Стандарт							
27605	Криничный	Беларусь	59,3±2,3	24,3±4,6	1,0	1,0	3,0

Дальнейшее изучение выделившихся по устойчивости к шведской мухе образцов ячменя подтвердило не только низкую поврежденность фитофагом сортов Белогорский, Нутанс 553, Баган, Кузнецкий, Целинный и Пастбищный, но и продемонстрировало у ряда из них выносливость растений к повреждению шведской мухой. Так, у сорта Кузнецкий отмечено повышение урожайности при повреждении одного стебля шведской мухой, что свидетельствует об активной компенсаторной реакции растений (Семенова, Орлов, 2010). В таблице 2 представлены результаты оценки названных образцов в 2012 г., которая демонстрирует стабильность устойчивости к фитофагу.

Таблица 2. Характеристика сортов ячменя, устойчивых к шведской мухе по многолетним данным (Пушкинские лаборатории, 2012)

№ по каталогу ВИР	Название сорта	Происхождение	Повреждено, %		Поврежд.по отношению к стандарту		Продукт. кустист.
			гл.ст	всех ст.	гл.ст	всех ст.	
29266	Целинный 30	Казахстан	15,4±2,4	9,1±4,0	1,2	0,55	2.7
30579	Нутанс 553	Саратовская обл.	8,5±2,6	8,1±4,2	0,7	0,47	4.8
30597	Пастбищный	Казахстан	5,2±1,6	11,5±1,8	0,7	0,67	2.0
29040	Баган	Новосибирская обл.	5,0±1,8	6,8±0,96	0,6	0,49	2.4
22089	Белогорский	Ленингр обл.	9,1±1,9	6,3±1,6	0,7	0,79	1.5
30425	Кузнецкий	Кемеровская обл	3,9±1,8	6,5±2,5	0,9	0,43	1.4
Стандарт							
27605	Криничный	Беларусь	13,4±1,9	17,2±1,6	1	1	2,3

В 2002 г. среди районированных в РФ сортов были выявлены и сильно повреждаемые шведской мухой образцы. Это сорта Scarlet (к-30371, Германия): поврежденность главных стеблей 80,3%, всех стеблей – 27%; Дина (к-29216, Кировская область) – 79,4% и 41%; Ауксиняй 3 (к-28117, Литва) – 73,4% и 31,3%; Волгарь (к-29831, Самарская область) – 68,6% и 28,7%; Тан (к-27931, Ростовская обл.) – 54,5% и 28,7% соответственно (Семенова, Терентьева, 2006).

Анализ распределения районированных в РФ сортов ячменя по устойчивости к вредителю в зависимости от происхождения свидетельствует о том, что наименее повреждаемы относительно стандарта сорта из Сибири. Относительно устойчивыми к шведской мухе оказались также генотипы из Германии, Северной Европы и ближнего Зарубежья, а также Приволжского и Южного регионов РФ (рис. 1).

Установлено, что засухоустойчивость и ксерофитный тип растений могут быть связаны с низкой повреждаемостью фитофагом сортов из Сибири, Приволжского и Южного регионов, а также из Казахстана (Семенова, 2007).

Таким образом, среди 108 районированных в РФ сортов ячменя 9 характеризуются устойчивостью к шведской мухе, что составляет 8,3% от числа изученных.

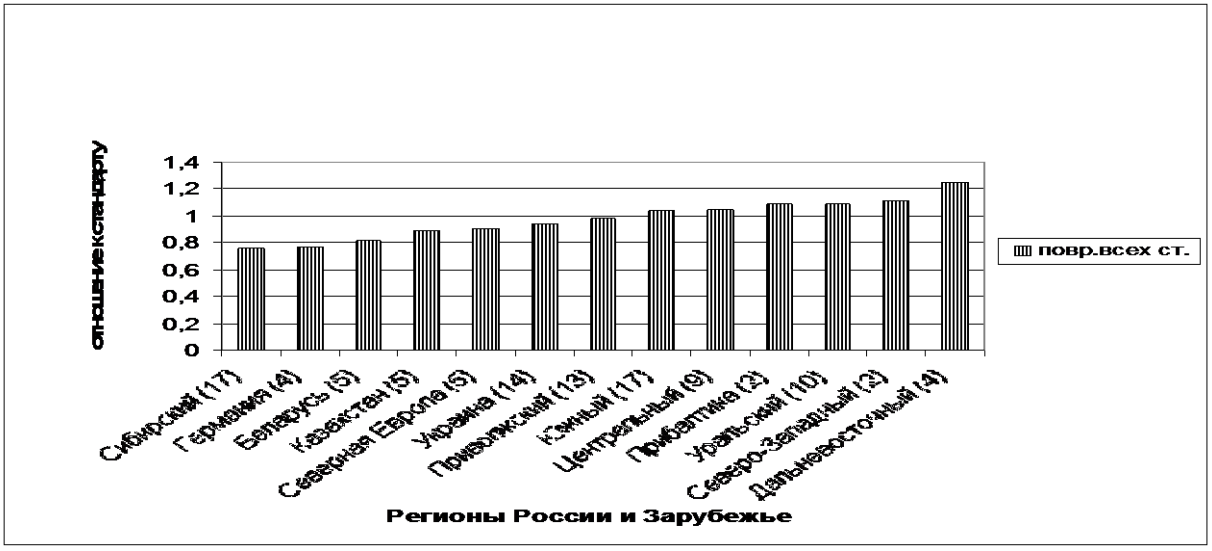


Рис.1 Распределение районированных в Российской Федерации сортов ячменя по поврежденности шведской мухой, 2002 г.

В 2010–2012 гг. оценили по устойчивости к шведской мухе 45 новых районированных в Российской Федерации сортов ячменя. На третий год в изучении осталось 17 сортов. При этом средняя поврежденность главных стеблей в целом по опыту составила 12,7%, всех стеблей – 17,6%. Аналогичные показатели у сорта Криничный равнялись соответственно 13,4% и 17,2%. Выделили 4 сорта, поврежденность которых была на уровне или ниже стандарта, что составляет 8,8% от числа испытанных сортов (табл. 3).

Выделившиеся сорта из Дальневосточного, Сибирского и Южного регионов относятся к двурядным пленчатым ячменям разновидности *nutans*. Близкой к стандарту продуктивной кустистостью обладали образцы Муссон и Ворсинский (2,2 и 2,1), что может характеризовать их выносливость к повреждению шведской мухой.

Наиболее поврежденными в последние годы исследований оказались сорта Гетьман (к-30965, *nutans*, Ставропольский край), поврежденность стеблей которого составляла 41%; Вакула (к-30983, *nutans*, Ставропольский край) – 54,6% и Симон (к-30898, *nutans,* Кемеровская обл.) – 72,8%. Относительно неустойчивы и новые сорта, поступившие из Германии (повреждено 31–38% стеблей).

Таблица 3. Районированные в Российской Федерации сорта ячменя, выделившиеся по устойчивость к шведской мухе (2012 г.)

№ по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Повреждено, %		Отношение к стандарту, повреждённость		Продукт. кустистость
			гл. стебл	всех стеблей	гл. стебл	всех стеблей	
30968	Муссон	Приморский кр.	13, 3±1,6	16±3,2	1,02	0,93	2.2
30976	Ворсинский	Алтайский край	10,3±4,1	17,2±3,4	0,77	1,00	2,1
30977	Омский 96	Омская область	13,1±2,6	9,9±2,3	0,98	0,58	1,9
30890	Бахус	Красноярский кр.	14,1±2,1	15,6±4,1	1,05	0,91	1,8
Стандарт							
27605	Кринichный	Беларусь	13,4±1,9	17,2±1,6	1,0	1,0	2,3

Анализ поврежденности новых районированных сортов ячменя шведской мухой в зависимости от происхождения свидетельствует в целом о низкой устойчивости к вредителю (рис. 2).

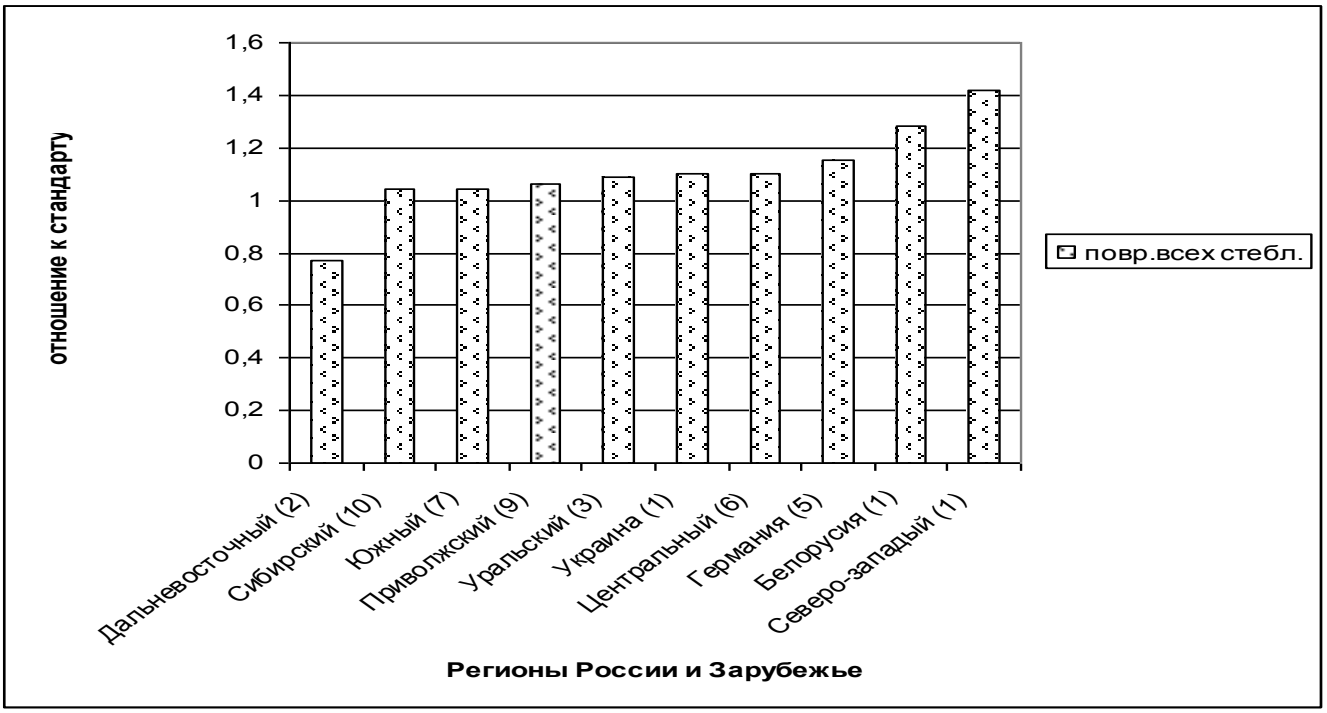


Рис.2 Распределение районированных в Российской Федерации сортов ячменя по поврежденности шведской мухой, 2012 г.

Относительно мало повреждаются образцы, поступившие из Дальневосточного региона. Как и 10 лет назад, сорта из Сибирского, Южного и Приволжского регионов повреждаются в целом меньше, чем сорта их других регионов. Необходимо отметить, что в большинстве случаев устойчивость новых районированных сортов ячменя находится на уровне стандарта.

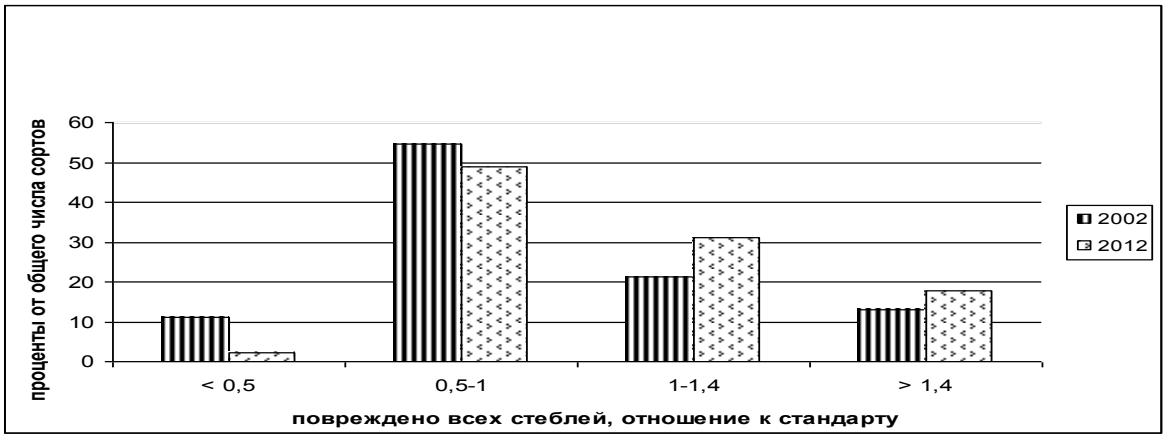


Рис.3 Изменение устойчивости районированных в РФ сортов ячменя к шведской мухе с 2002 по 2012 годы

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о низкой устойчивости современных районированных в РФ сортов ячменя к шведской мухе. В 2002 г. выявлено 8,3%, в 2012 г. – 8,8% сортов, относительно мало повреждаемых вредителем. Наблюдается тенденция снижения устойчивости к фитофагу (рис.3).

Ввиду высокой вредоносности *O. frit* необходимо вести селекцию на признак низкой повреждаемости стеблей зерновых культур шведской мухой или учитывать этот показатель при отборе перспективного материала.

Литература

Антороповская Г.Л. Устойчивость сортов яровых зерновых культур к шведской мухе в Ленинградской области // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в Северо-Западной зоне. Л., 1979. С. 99-103.

Беляев И.М., Маслова А.А., Антонова Н.Е. Защита зерновых культур от шведской мухи. М., 1981. С. 5.

Заговора А.В., Кгаевская О.С., Кравченко А.Б. Энтомологическая оценка селекционного материала зерновых и зернобобовых культур. Методические указания. Харьков. 1980. С. 34-37.

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию http:/gossort.com/ree_cont.html.

Кгаевская О.С., Заговора А.В. Выявление у сортов ячменя признаков коррелирующих с устойчивостью к шведской мухе // Иммунитет с.-х. растений к болезням и вредителям. М. 1975. С.353-358.

Нефедова Л.И., Семенова А.Г., Юсупов Т.М. Особенности повреждения злаков шведской мухой // Защита растений от вредителей, болезней и сорняков. Сб. научных трудов СПГАУ. СПб, 1997. С. 87-91.

Семенова А.Г., Терентьева И.А. Устойчивость районированных в Российской Федерации сортов ярового ячменя к шведской мухе // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2006. Т. 162. С. 13-16.

Семенова А.Г. Устойчивость коллекционных образцов ячменя к овсяной шведской мухе *Oscinella frit* L. // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. Состояние, проблемы, перспективы. II Вавиловская международная конференция. Тезисы докладов. Санкт-Петербург, 2007. С. 129-131.

Семенова А.Г., Орлов С.Ю. Причины проявления выносливости сортов ячменя. при повреждении овсяной шведской мухой // Известия СПбГАУ. № 20. СПб, 2010. С. 41-46.

Чесноков П.Г. Методы изучения устойчивости растений к вредителям. М.; Л.,1953. С. 52-53.

УДК 633.16:581.573.4

ЭФФЕКТИВНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЯЧМЕНЯ К ЛИСТОВЫМ ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ (КАРЛИКОВАЯ РЖАВЧИНА, МУЧНИСТАЯ РОСА, ТЕМНО-БУРАЯ ЛИСТОВАЯ ПЯТНИСТОСТЬ)

Л.Г. Тырышкин, М.Э. Гашимов, Н.С. Петрова, И.А. Звейнек, О.Н. Ковалева, В.Е. Чернов

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: tyryshkinlev@rambler.ru

Резюме

Изучили ювенильную и возрастную устойчивость образцов культурного ячменя из мировой коллекции ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова к трем листовым болезням; показали, что эффективную устойчивость к карликовой ржавчине обуславливает только ген *Rph* 7, к темно-бурой листовой пятнистости – *Rcs* 5 и к мучнистой росе – аллели гена *mlo*. К темно-бурой листовой пятнистости относительно устойчивы также линии сомаклонов ячменя. Среди образцов диких видов рода *Hordeum* L. выделены формы, потенциально перспективные для селекции на устойчивость к карликовой ржавчине и мучнистой росе.

Ключевые слова: ячмень, виды рода *Hordeum* L., устойчивость, карликовая ржавчина, темно-бурая листовая пятнистость, мучнистая роса.

EFFECTIVE BARLEY RESISTANCE TO FOLIAR FUNGAL DISEASES (LEAF RUST, POWDERY MILDEW, DARK-BROWN LEAF SPOT BLOTCH)

L.G. Tyryshkin, M.E. Gashimov, N.S. Petrova, I.A. Zveinek, O.N. Kovaleva, V.E. Chernov

N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, e-mail: tyryshkinlev@rambler.ru

Summary

Juvenile and adult resistance to 3 foliar diseases was studied in cultivated barley samples from World Collection of Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry; effective resistance to leaf rust was shown to be controlled only by gene *Rph* 7, to dark-brown leaf spot blotch – by *Rcs* 5 gene and to powdery mildew – by alleles of mlo gene. Resistance to dark-brown leaf spot blotch was found also in barley somaclonal lines. Forms potentially perspective in breeding for leaf rust and powdery mildew resistance have been identified in wild species of *Hordeum* L. genus.

Key words: barley, species of *Hordeum* L. genus, resistance, leaf rust, dark-brown leaf spot blotch, powdery mildew.

Введение

Одним из важных факторов снижения урожая и его качества у ячменя (*Hordeum vulgare* L.) является поражение грибными болезнями. В том случае, когда инфекционное начало передается через семена (виды головни, сетчатый гельминтоспориоз), их обработка фунгицидами – надежный и относительно дешевый метод защиты культуры. Применение химического метода для борьбы с листовыми болезнями, заражение возбудителями которых происходит в основном воздушно-капельным способом, в ряде случаев может быть слабо эффективным, наносит ущерб экологии и при относительно низкой урожайности является экономически нерентабельным. Очевидно, что для борьбы с такими болезнями наиболее экономически выгодным и экологически безопасным способом защиты является возделывание устойчивых (либо толерантных) сортов. На первом этапе селекции таких сортов необходим

поиск доноров устойчивости, т.е. форм, защищенных эффективными генами резистентности, и способных легко передавать признак при гибридизации.

У культурного ячменя среди образцов Мировой коллекции ВИР уже выделены формы устойчивые к карликовой ржавчине (*P. hordei* Otth.), мучнистой росе *Blumeria graminis* (DC.) Speer *f. sp. hordei* Marchal.), темно-бурой листовой пятнистости (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.). Однако, в ряде случаев устойчивые генотипы идентифицированы достаточно давно и к настоящему времени могли потерять резистентность в результате накопления вирулентных рас возбудителей; при оценке ювенильной устойчивости часто использовался так называемый «бензимидазольный» метод, при котором нередко восприимчивые в интактном состоянии образцы классифицируются как резистентные; формы с взрослой устойчивостью выделялись по результатам одного – двух лет изучения на естественных инфекционных фонах, что также могло приводить к их ошибочной классификации в результате слабого развития болезней, либо неравномерного распределения инокулюма в поле. Цель настоящего исследования – изучить устойчивость образцов ячменя из Мировой коллекции ВИР к трем листовым болезням (карликовой ржавчине, мучнистой росе и темно-бурой листовой пятнистости).

Материалы и методы

Материалом исследования служили: 1. образцы, описанные в отечественной литературе, как обладающие эффективной устойчивостью к изучаемым болезням; 2. образцы местного ячменя; 3. коллекционные образцы, данные по устойчивости которых отсутствовали в отделе генетических ресурсов овса, ячменя и ржи; 4. образцы диких видов рода *Hordeum* L.

В лабораторных условиях исследуемые образцы культурного ячменя высевали на смоченную водой вату в кюветы, которые после прорастания семян помещали на светоустановку (20-22°С, постоянное освещение). Проростки в стадии 1-2 листьев опрыскивали из пульверизатора водными суспензиями спор возбудителей болезней.

При оценке устойчивости к карликовой ржавчине в качестве инокулюма использовали сборную популяцию *P. hordei* (смесь сборов с нескольких восприимчивых сортов ячменя в Северо-Западном регионе России); концентрация уредоспор составляла 40 тыс. спор /мл суспензии. При оценке устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости растения опрыскивали суспензией конидий высоко агрессивного штамма «Т» *B. sorokiniana* (концентрация 50 тыс. спор /мл суспензии). Для заражения растений ячменя мучнистой росой использовали сборные популяции *B. graminis*, собранные с листьев нескольких восприимчивых сортов культуры в Северо-Западном регионе России.

Кюветы с растениями после инокуляции патогенами оборачивали полиэтиленом и на 24 ч. оставляли в темноте, затем пленку снимали, и кюветы с растениями переносили на светоустановку. Растения, зараженные *B. sorokiniana* в течение всего эксперимента выдерживали под пленкой.

Учет типов реакции на заражение возбудителями ржавчины и мучнистой росы проводили на 7-10-е сутки после инокуляции растений по шкале: 0 – отсутствие симптомов болезни; 0; - некрозы без пустул; 1 – очень мелкие пустулы, окруженные некрозом; 2 – пустулы среднего размера, окруженные некрозом или хлорозом; 3 – пустулы среднего и крупного размера без некроза. Образцы с типами реакции 0-1 рассматривали как высокоустойчивые, с типом реакции 2 – как средне устойчивые, 3 – как восприимчивые.

Учет развития темно-бурой листовой пятнистости проводили по шкале: 0 – отсутствие симптомов поражения, 1, 2, 3, 4 – поражено 10, 20, 30, 40 % листовой поверхности, 5 – поражено более 50 % листовой поверхности, 6 – гибель листа. Образцы, пораженные на балл 5-6 считали восприимчивыми, 3-4 среднеустойчивыми, 0-2 высоко устойчивыми.

Устойчивость растений в стадии флаг-листа оценивали в полевых условиях (Пушкинский филиал ВИР) на естественных инфекционных фонах болезней. Развитие болезней учитывали по международной шкале, где образцы, чья листовая поверхность поражена на 0-10%, классифицировали как высоко устойчивые, 10-50% – умеренно устойчивые, 50-70% –

умеренно восприимчивые, 70-100% – высоко восприимчивые. Образцы, описанные в литературе как устойчивые к темно-бурой листовой пятнистости, а также 2 линии сомаклонов ячменя изучали также на искусственном инфекционном фоне при двух методах инокуляции *B sorokiniana* – методом микрокамер и путем опрыскивания растений в стадии флаг-листа водной суспензией конидий возбудителя.

При изучении устойчивости образцов диких видов ячменя, поддерживаемых в виде растений в отделе биотехнологии ВИР, возбудителями болезней заражали отрезки их листьев, помещенных в кюветы на вату, смоченную водой. Типы реакции и баллы поражения проводили по вышеприведенным шкалам через 5- 7 суток после инокуляции.

Для идентификации генов устойчивости к карликовой ржавчине у выделенных как высоко резистентные к популяциям возбудителя образцов культурного ячменя, отрезки их листьев инокулировали уредоспорами клонов *P.hordei*, вирулентными к гену устойчивости *Rph* 7. Для идентификации генов устойчивости к мучнистой росе, отрезки листьев устойчивых образцов заражали монопустульными изолятами *B. graminis*, которые в таких условиях были вирулентны к линиям с различными аллелями гена *mlo*. Восприимчивость образца к клону, вирулентному к конкретному гену устойчивости рассматривали как доказательство наличия у него данного гена резистентности.

Результаты и обсуждение

Подавляющее большинство изученных образцов культурного ячменя, включая и описанные в отечественной литературе как высокоустойчивые, были восприимчивы к изучаемым болезням как в ювенильной стадии онтогенеза, так и в стадии флаг-листа.

Устойчивы к карликовой ржавчине на всех стадиях онтогенеза образцы Forrajera Klein, Herris и Cebada Capa. Согласно данным фитопатологического теста все они защищены одним и тем же геном *Rph* 7.

По результатам многолетних данных высоким уровнем резистентности к мучнистой росе обладают образцы Atem, Trebon, Atribut, Madeira, МС-20 и Heris. По результатам заражения тест клонами возбудителя болезни все они, за исключением МС-20, защищены геном *mlo* 11, а образец МС-20, по данным зарубежных исследователей, имеет аллель этого гена *mlo* 3.

К темно-бурой листовой пятнистости относительно устойчивы образцы NDB-112 и Morex (ген устойчивости *Rcs* 5), а также две линии сомаклонов ячменя.

Полученные нами данные указывают на крайнюю узость генетического разнообразия культурного ячменя из Мировой коллекции ВИР по эффективной устойчивости к изучаемым болезням; к мучнистой росе высокоэффективен только ген *mlo*; к карликовой ржавчине – только ген *Rph* 7; относительно высокий уровень устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости обуславливает только ген *Rcs* 5 (причем как показывают наши данные (не представлено) образец NDB-112 с данным геном не обладает толерантностью к болезни). Представленные результаты резко отличаются от данных других авторов. В большинстве исследований отечественных исследователей даже изучение ограниченного набора образцов и ячменя коллекции ВИР позволяет выделять десятки источников эффективной устойчивости к вредоносным болезням и в ряде случаев идентифицировать новые эффективные гены резистентности. Видятся по крайней мере три возможные причины значительного несовпадения данных, полученных в настоящей работе, и результатов других исследователей.

1. широкое использование в работах по изучению ювенильной устойчивости ячменя к листовым болезням методики инокуляции отрезков листьев, помещенных на субстраты, содержащие бензимидазол. Данное вещество вызывает генотип-зависимую индукцию устойчивости, в результате чего многие образцы, восприимчивые в интактном состоянии, классифицируются как устойчивые;

2. использование для создания искусственных инфекционных фонов «обедненных» популяций возбудителей болезней. Как показали наши исследования для надежного выделе-

ния источников устойчивости необходимо в качестве инокулюма использовать сборы патогенов с разных генотипов несколько раз за сезон вегетации хозяина;

3. описание образцов как устойчивых по результатам либо однолетних оценок, либо оценок по результатам нескольких лет изучения, но при отсутствии ежегодного эпифитотийного развития болезни. Как показали наши предыдущие исследования для надежного выделения источников возрастной устойчивости необходима оценка образца не менее чем в течение трех лет на сильном инфекционном фоне возбудителей болезней.

Очевидная узость генетического разнообразия генофонда *Hordeum vulgare* по эффективной устойчивости к болезням ставит задачу его расширения, одним из путей решения которой является интрогрессия генов резистентности от других видов рода. До начала данной работы очевидна необходимость оценки образцов этих видов на устойчивость к заболеваниям.

В данном исследовании как потенциальные источники эффективной устойчивости к карликовой ржавчине выделены пять образцов *H. bulbosum*: ww-10, 11, 171, 175, 192 из коллекции ВИР. Из коллекции отдела биотехнологии к болезни по предварительным данным устойчивы все изученные формы *H. procerum, H. pubiflorum, H. jubatum, H. lechleri, H. chilense, H. stenostachys, H. secalinum*, а также образцы *H. murinum* Л.н., Авк, Доп-1, ww- 165 и 277.

Ни один из изученных образцов диких ячменей не обладал селекционно значимым уровнем устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости.

Все изученные формы *H. agriocrithon* и *H. spontaneum* были восприимчивы к мучнистой росе, тогда как образцы *H. procerum, H. pubiflorum, H. jubatum, H. lechleri, H. chilense, H. stenostachys, H. secalinum*, *H. murinum* и *H. bulbosum* характеризовались отсутствием симптомов поражения болезнью по результатам нескольких экспериментов (однолетние данные).

Результаты данной части работы показывают, что образцы диких видов ячменя потенциально могут быть использованы для решения задачи расширения генетического разнообразия культурного ячменя по устойчивости, по крайней мере, в отношении болезней, вызываемых облигатными патогенами.

Выводы

1. Генетическое разнообразие культурного ячменя по эффективной устойчивости к карликовой ржавчине, темно-бурой листовой пятнистости и мучнистой росе крайне узко.

2. Высокоустойчивы к карликовой ржавчине образцы *H. vulgare* с геном устойчивости *Rph* 7; к мучнистой росе – образцы с аллелями гена *mlo* (*mlo* 11, *mlo* 3); умеренно устойчивы к темно-бурой листовой пятнистости образцы с геном *Rcs* 5.

3. Для надежного выделения образцов, характеризующихся возрастной устойчивостью к болезням, необходимо не менее чем 3-х летнее изучение резистентности на жестких инфекционных фонах.

3. Выделенные линии сомаклонов ячменя рекомендуются для использования в селекции на устойчивость к темно-бурой листовой пятнистости.

4. В качестве потенциальных источников устойчивости к карликовой ржавчине и мучнистой росе могут рассматриваться образцы ряда диких видов рода *Hordeum* L. (*H. bulbosum, H. procerum, H. pubiflorum, H. jubatum, H. lechleri, H. chilense, H. stenostachys, H. secalinum*, *H. murinum*).

УДК 632.4:632.938.1:633.1

ЗАРАЖЕННОСТЬ ЗЕРНА СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ФУЗАРИЕВЫМИ ГРИБАМИ

О. П. Гаврилова[1], Т. Ю. Гагкаева[1], А. В. Вагин[2], И. Н. Каморина[2]
[1] – Всероссийский НИИ защиты растений,
Санкт-Петербург – Пушкин, e-mail: olgavrilova1@yandex.ru
[2] – Волосовский госсортоучасток, пос. Клопицы, Ленинградская область

Резюме

В 2011-2012 году оценили зараженность зерна ячменя различных сортов фузариевыми грибами. По результатам двухлетних исследований выявили, что наименее зараженными являлись сорта ячменя Изумруд, Таусень (Россия), Рамблер (Финляндия), КВС 09 321 (Германия), Чираз и Чиф (Дания).
Ключевые слова: грибы *Fusarium*, зараженность, сорта, ячмень.

FUSARIM DAMAGED OF KERNELS OF BARLEY CULTIVARS

O. P. Gavrilova[1], T. Yu. Gagkaeva[1], A. V. Vagin[2], I. N. Kamorina[2]
[1] – All-Russian Institut of Plant Protection (VIZR), St.-Petersburg – Pushkin,
e-mail: olgavrilova1@yandex.ru
[2] – Volosovskiy State experimental station, pos. Klopitcy, Leningradskaya oblast

Summary

In 2011-2012 the presence of Fusarium damaged kernels has been monitoring in 23 barley varieties grow up in Volosovskiy State experimental station (Leningradskay oblast). According the laboratory results the less infected varieties were Izumrud, Taucen (Russia), Rambler (Finland), KBC 09 321 (Germany), Chiraz and Chif (Denmark).
Key words: barley, cultivars, *Fusarium* fungi, infection, kernels.

Введение

Одной из главных задач сельского хозяйства любой страны является обеспечение народонаселения продовольственными продуктами, важнейшими из которых являются мука и хлеб. В России основными выращиваемыми зерновыми культурами по посевным площадям традиционно являются пшеница и ячмень, на долю которых суммарно приходится более 75%. В 2011 году доля посевов ячменя в общей площади под зерновые выросла в пределах 10% (http://www.id-marketing.ru/production/rinok-zerna-2011/). Это обусловлено несколькими причинами, одной из которых является повышенный спрос на ячмень пивоваренного назначения. Единая государственная служба по испытанию и охране селекционных достижений ежегодно выпускает рекомендации о районировании сортов различных культур (www.gossort.com). На сегодняшний день в Государственный реестр селекционных достижений включены 176 сортов ячменя, рекомендованные для возделывания на территории РФ.

Фузариоз зерна – широко распространенное заболевание зерновых культур, вызываемое комплексом видов *Fusarium* (Гагкаева и др., 2011). Вторичные метаболиты этой группы грибов оказывают негативное влияние на качество получаемого зерна и могут вызывать сильные отравления сельскохозяйственных животных и человека. Поэтому поиск сортов устойчивых к фузариозу зерна всегда актуален, наряду с другими задачами селекции.

В Ленинградской области на территории Волосовского госсортоучастка (ГСУ), несмотря на соблюдение всех требований технологии возделывания, ежегодно отмечается относительно высокая зараженность зерна фузариозом (Гаврилова и др., 2009). Это позволяет использовать его в качестве естественного полигона для оценки устойчивости сортов зерновых культур к фузариозу зерна, без создания дополнительного инфекционного фона.

Материалы и методы

В 2011-2012 году проанализировали зараженность зерна фузариевыми грибами 35 образца 23 сортов ячменя, выращенных на территории Волосовского ГСУ. Семена всех образцов высевали в поле без предварительного протравливания. Из среднего образца отбирали 100-150 зерен и поверхностно стерилизовали 70 %-ным раствором этанола в течение 1 минуты. Затем зёрна тщательно отмывали водопроводной водой и стерильной водой. Стерильные зерна раскладывали на поверхность картофельно-сахарозной агаризованной среды (КСА), разлитой в чашки Петри. Перед разливом питательной среды в неё добавляли сульфат стрептомицина в концентрации 100 мг/л – для подавления роста бактерий и 3-5 мл раствора Triton X-100 (2×10^{-4} мл/л) – для снижения линейного роста мицелиальных грибов. Через 7-10 суток инкубации при 23 °С учитывали количество зерен, на поверхности которых образовались колонии фузариевых грибов. Зараженность зерна грибами *Fusarium* (%) выявляли по отношению числа зараженных зерен к общему числу анализируемых зерен.

Результаты и обсуждение

В 2011 году зараженность зерна варьировала в пределах от 6,0 до 61,3 %. Наименьшая зараженность зерна (6,0-9,0%) была отмечена у сортов Ленинградский, Таусень и Чираз (табл.). Максимальная зараженность зерна выявлена у сортов Инари (59,0%) и Суздалец (61,3%). Эти сорта, наряду с сортами Карат, Криничный и Ленинградский, ежегодно выращивают на территории ГСУ в качестве стандартов.

Зараженность грибами рода *Fusarium* зерна сортов ячменя, выращенных в условиях Волосовского ГСУ в 2011-2012 гг.

Сорта	Происхождение	Зараженность зерна грибами *Fusarium*, %		
		2011	2012	В среднем
Владимир	Россия	17,0	14,0	15,5
Изумруд	Россия	14,0	7,0	10,5
Карат	Россия	12,0	1,0	6,5
Криничный	Россия	14,0	26,0	20,0
Ленинградский	Россия	9,0	13,0	11,0
Суздалец	Россия	52,0	9,0	30,5
Таусень	Россия	6,0	7,0	6,5
СИ 409-228	Великобритания	—	8,0	8,0
Вендела	Германия	—	19,0	19,0
Вибке	Германия	—	14,0	14,0
Деспина	Германия	38,0	13,0	25,5
Кати	Германия	—	12,0	12,0
КВС 09 321	Германия	—	5,0	5,0
КВС 09 410	Германия	—	19,0	19,0
Норд 08/1106	Германия	22,0	—	22,0
Фариба	Германия	12,0	—	12,0
Черио	Дания	18,0	19,0	18,5
Чилл	Дания	25,0	12,0	18,5
Чираз	Дания	8,0	—	8,0
Чиф	Дания	14,0	8,0	11,0
Инари	Финляндия	61,3	14,0	37,7
Рамблер	Финляндия	—	3,0	3,0
Харбингер	Финляндия	—	13,0	13,0
в среднем по культуре		**21,5**	**21,5**	**11,8**

В 2012 году зараженность зерна ячменя варьировала от 1,0 до 26,0%. Максимальная зараженность зерна выявлена у сорта Криничный. Также высокую зараженность зерна имели сорта Вендела, КВС 09410, Черио (19,0%). К группе относительно устойчивых по зараженности зерна сортов ячменя относятся Изумруд, Карат, КВС 09 321, Рамблер, Таусень и Чиф (не выше 8,0 %).

С 2010 года наблюдается тенденция увеличения доли иностранных сортов ячменя, испытываемых на участке ГСУ: с 56% в 2010 году до 65% в 2012 году от общего количества выращиваемых сортов. Это связано с увеличением спроса на качественные семена пивоваренного ячменя из-за расширения рынка производителей пива и других напитков, на основе солода. Сорта ячменя, обладающие необходимыми свойствами для получения качественной пивоваренной продукции (например, не более 11,5% белка), как правило, созданы за границей (Германия, Дания, Франция). К наиболее известным немецким сортам, широко возделываемым на территории нашей страны, относятся Аннабель, Беатрис, Ксанаду, Скарлетт и др. В настоящее время происходит адаптация технологии выращивания как уже известных «проверенных временем», так и новых сортов ячменя пивоваренного назначения иностранной селекции в тех регионах нашей страны, где сосредоточены основные посевы этой культуры.

Заключение

В результате сравнительной характеристики сортов ячменя, выращенных в Волосовском ГСУ в 2011-12 годах, установили, что сорта Суздалец (Россия), Деспина (Германия) и Инари (Финляндия) имели наиболее высокую зараженность зерна, по сравнению с другими сортами. К относительно устойчивым по зараженности зерна фузариевыми грибами сортам ячменя, недавно включенным в государственные испытания, относятся Изумруд, Таусень (Россия), КВС 09 321 (Германия), Чираз, Чиф (Дания) и Рамблер (Финляндия), которые могут быть рекомендованы к возделыванию на территории России.

Литература

Гаврилова О. П., Гагкаева Т. Ю., Буркин А. А., Кононенко Г. П. Фузариоз зерновых культур на Волосовском государственном сортоучастке Ленинградской области // Вестник защиты растений. 2009. №3. С. 37-43.

Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М., Новожилов К. В. Фузариоз зерновых культур // Приложение к журналу “Защита и карантин растений”. 2011. №5. С. 69(1)–120(52)

www.gossort.com Госсорткомиссия – испытание и охрана селекционных достижений

www.id-marketing.ru/production/rinok-zerna-2011/ Рынок зерновых в России

УДК: 633.13:633.2.256:631.526

ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ ОВСА И ЯЧМЕНЯ К БОЛЕЗНЯМ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ В НИИСХ СЕВЕРО-ВОСТОКА

Шешегова Т.К.[1], Градобоева Т.П.[2], Баталова Г.А.[1], Щенникова И.Н.[1]
[1] - ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии, г. Киров, Россия, e-mail: utkina.e.i@mail.ru
[2] - ГНУ Фаленская селекционная станция Россельхозакадемии, п. Фаленки, Россия

Резюме

На инфекционных фонах изучены образцы овса и ячменя из коллекции ВИР, селекционный материал НИИСХ Северо-Востока и Фаленской селекционной станции. Выявлены источники неспецифической устойчивости к основным болезням. Привлекая в скрещивания отдельные источники, создан перспективный исходный материал овса и ячменя, проходящий дальнейшее изучение на разных этапах селекции.

Ключевые слова: овес, ячмень, болезни, источники устойчивости, линии, сорта.

SOURCES OF RESISTANCE OF OATS AND BARLEY TO DISEASES AND THEIR USING IN BREEDING BY NORTH-EAST INSTITUTE OF AGRICULTURE

Sheshegova T.K.[1], Gradoboeva T.P.[2], Batalova G.A.[1], Shchennikova I.N.[1]
[1] - State Research Institute of Northeast Agricultural Sciences, Kirov, Russia, e-mail: utkina.ei@ mail.ru
[2] - State Falensky Selection Station RAAS, village Falenki, Russia

Summary

On infectious backgrounds studied samples of oats and barley from the collection of the All-Russian Institute of Plant Industry, breeding material Agricultural Research Institute of the North-East and Falensky Selection Station. Identified the sources of non-specific resistance to major diseases. Drawing on a crossing separate sources, created a promising raw material of oats and barley, extending further study at different stages of selection.

Keywords: oats, barley, disease, sources of resistance, lines, varieties.

На Евро-Северо-Востоке РФ овес ежегодно поражается пятнистостями бактериальной, вирусной и грибной этиологии (красно-бурая, бактериальный ожог, ВЖКЯ). Корончатая ржавчина в последние годы проявляется реже, но увеличивается частота проявления пыльной головни и шведской мухи. На ячмене наибольшее развитие имеют грибные и бактериальные пятнистости (полосатая, сетчатая, окаймленная, темно-бурая, базальный и черный бактериоз) и корневые гнили. Возможны вспышки пыльной головни при посеве восприимчивых сортов и не протравленных семян. Ущерб от вредной биоты значительно усиливается при нарушении агротехники возделывания, поздних сроках сева и в условиях ранневесенней засухи. Эти объективные и субъективные причины часто имеют место в регионе. Кроме того в производстве практически отсутствуют сорта овса и ячменя, иммунные даже к одному биогенному фактору, крайне недостаточно высокоустойчивых сортов. На этом неблагополучном фоне посевы фитосанитарно уязвимы даже в годы, неблагоприятные для развития патогенов. Селекционное решение проблемы – создание комплексно устойчивых сортов. Для этого в работу следует привлечь эффективные источники в качестве основы получения новых доноров.

Учитывая региональные фитосанитарные проблемы овса и ячменя, целью иммунологических исследований является: выявление источников неспецифической устойчивости и включение их в селекционный процесс.

Материал и методы исследований.

За период с 2007 по 2012 гг. изучено: 133 образцов овса и 300 ячменя из коллекции ВИР, 352 и 120 перспективных линий селекции НИИСХ Северо-Востока и Фаленской селекционной станции. Коллекционный генофонд ячменя представлен преимущественно отечественными пленчатыми и голозерными сортами – 41,9 %, а также сортами из стран Европы, Украины и Белоруссии, Канады и США – по 2,6 - 7,8 %. Доля изученных образцов из Скандинавии и Прибалтики, Индии, Монголии, Китая, Японии, Эфиопии, Мексики и других стран составляет от 0,3 до 1,9 %. Генофонд овса в равной степени представлен сортами из США (24,8 %) и России (24,0 %), в меньшей степени - из Белоруссии (7,5 %), Канады (5,3 %), Польши (4,5 %), Украины (3,8 %), Австралии (3,0 %) и других стран.

Селекционно-иммунологические исследования ведутся на фоне естественных или искусственных эпифитотий. Для заражения используются природные популяции возбудителей или «искусственные» с включением в состав инокулюма географически отдаленных видов. При необходимости моделируются совмещенные инфекционные фоны, например: корневые гнили + пятнистости листьев (красно-бурая, темно-бурая, сетчатая, полосатая) или осуществляется наложение почвенной (семенной) и аэрогенной инфекции, например: корневые гнили + корончатая ржавчина. Это повышает оперативность исследований, ускоряет селекционный процесс, а выявленные или созданные источники характеризуются устойчивостью к нескольким биотическим стрессам.

У овса при создании инфекционного фона на корневые гнили используется «искусственная» популяция, составленная из патогенных штаммов *Fusarium culmorum* (W.G.Sm), *F. oxysporum* Schlecht, *F. sporotrichoides* Sherb.; ячменя - *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *F. culmorum и F. oxysporum.* Инокулюмом является инфицированная отдельными патогенами размолотая зерносмесь в процентном соотношении видов: 50:30:20, которая вносится в почву вместе с семенами.

Заражение корончатой ржавчиной *(Puccinia coronata* Corda*)* проводится сухим и влажным способом. Для экономии биоматериала в лабораторных условиях предварительно заражаются растения восприимчивого сорта. Вазоны с созревшими пустулами равномерно расставляются в поле среди делянок защитной полосы. При большой сухости воздуха и почвы делянки увлажняются. Чтобы ускорить процесс заражения можно дополнительно пройти с опущенным шнуром по делянкам после того, как произошло заражение растений защитной полосы. Другой метод заражения – внесение водно-споровой инфекции за флаг-лист в начале выметывания растений.

Устойчивость к пятнистостям листьев изучается при искусственной инокуляции цветков суспензией конидий возбудителей в фазу зеленых пыльников (Родина, Ефремова, 1986), а также путем предпосевного замачивания семян в инокуляте по методу ВИЗР (Бенкен, Хрустовская, 1977). Заражение видами головни (*Ustilago avenae* и *U. nuda*) осуществляется сухим (овес – заспорение семян в приборе Рида) и влажным (ячмень – заражение цветков суспензией телиоспор) способом по методике ВИР (Кривченко и др., 1977).

Диагностика, учет распространения и развития болезней, за исключением головни, проводится в динамике их нарастания. Это позволяет выявить генотипы, обладающие разными типами и механизмами защиты. Однако окончательная иммунологическая и селекционная оценка исходного материала дается в период наибольшего развития болезни, что обычно совпадает с окончанием патологического процесса.

Результаты исследований.

Исследования показали, что доля иммунологически ценных генотипов в коллекционном и местном генофонде ячменя и овса в целом невысокая, но в зависимости от вида болезней может существенно отличаться. В селекцию вовлекаются лишь те источники, которые имеют благоприятное сочетание иммунологических, биометрических и продукционных признаков. При выборе типа устойчивости ориентируемся на создание исходного материала с горизонтальной (неспецифической) устойчивостью и толерантностью. Такие формы расте-

ний, как правило, более адаптивные и пластичные.

Овес. Среди местного селекционного материала овса чаще всего встречаются средневосприимчивые к пыльной головне (35,5 %), а среди коллекционных образцов – слабовосприимчивые (37,6 %) образцы (рис. 1). Доля образцов, иммунных и практически устойчивых к местной популяции возбудителя в коллекции ВИР, примерно одинакова и составляет 8,3 и 10,5 %. Среди отечественного генофонда овса этим свойством характеризуются 12,5 % и 6,2% сортов; в генофонде из Северной Америки - 9,5 % и 16,7 %, Западной Европы – 8,0 % и 12,0 %, соответственно.

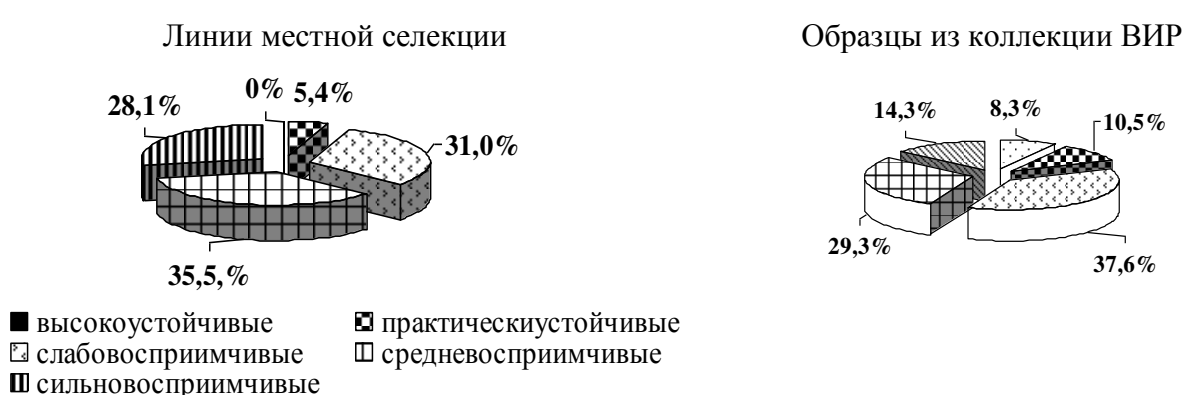


Рис. 1. Иммунологическое состояние овса по устойчивости к пыльной головне.

К источникам устойчивости к пыльной головне на уровне 9 баллов можно отнести следующий генофонд: Журавленок (Тюменская обл.), Привет (Московская обл.), Тарский 2 (Омская обл.), Avesta (Франция), 81 AB3119 и Rodgers (США), AC ASSINIBOIA (Канада); на уровне 8 - 7 баллов – отечественный сорт Иртыш 21 (Омская обл.), образец из Румынии (Местный к-14927), Grajcar (Польша), IL85-1538 и H 639-662 (США), Moola (Австралия); на уровне 6 баллов – отечественный сорт Буцефал (Кировская обл.), Факс (Белоруссия), Azur и AURON (Чехия), Meltys (Англия), Trelle Dwarf (Дания), AC PINNACLE (Канада), SWAN, COKER, PALOMINO, VISTA 227, IL 86-5698, IL 3555, C.I. 9273, Don, Sac и Zephyr (США) и Van Der Byl (ЮАР). Особую селекционную ценность представляют отечественные: Тарский 2, Привет, Иртыш 21 и зарубежные сорта: Факс, AC ASSINIBOIA, IL 86-5698, PALOMINO, VISTA, COKER 227, Sac, Zephyr, AC PINNACLE, Meltys, AURON, Azur и Van Der Byl, сочетающие устойчивость с высокой урожайностью.

В генофонде овса местной селекции форм, иммунных к пыльной головне, не выявлено, а доля практически устойчивых составляет 5,4 %. Среди них следует отметить линии: И-4426, И-3557 и 330h07, поражение которых не превышало 2,7; 3,5 и 3,7 %, соответственно. Раннеспелая линия И-3557 кроме устойчивости к пыльной головне и красно-бурой пятнистости отличается очень высокой урожайностью, и в 2012 г. была передана на Государственное испытание под названием Аватар. Группа слабовосприимчивых линий составляет 31,0 %. Сочетают высокую устойчивость к болезни и урожайность линии: И-3655, И-3625, И-3661, И-4143, 114h02, 194h06 и 44h06.

Иммунитетом к корончатой ржавчине при искусственном заражении отличаются только два сорта: AC ASSINIBOIA из Канады и VISTA из США; высокой устойчивостью – китайский сорт Y 5; устойчивостью - Moola из Австралии. Средняя устойчивость выявлена у трех сортов из США: PALLOMINO, IL-3555 и Zephyr. Остальные сорта из коллекции ВИР поражаются в высокой степени.

Местные селекционные линии в большинстве своем восприимчивы к корневым гнилям. Относительная устойчивость к болезни выявлена у 10,0 % изученных образцов. Среди них можно отметить пленчатые линии 397h07 и И-3557 и голозерную линию - 766h05, существенно превосходящие стандарты по урожайности на естественном и инфекционном фоне. Средней устойчивостью к болезни и высокой урожайностью характеризуются также линии: 194h06, 624h06, 44h06, 86h04.

В селекционном процессе отдела овса при скрещиваниях (простых, насыщающих, тестерных) в качестве генисточников устойчивости к пыльной головне и корончатой ржавчине привлекаются: Конкур, Тарский 2, Azur, AURON, Trelle Dwarf, AC ASSINIBOIA, IL85-1538, 81 AS3119, COKER 227, VISTA, Rodgers, SWAN, Moola. В качестве материнских форм используются урожайные и адаптивные к условиям Волго-Вятского региона сорта и перспективные линии НИИСХ Северо-Востока и ФСС: Кречет, Эклипс, Гунтер, Буцефал, Аргамак, Кировец, И-3778, И-3661, И-3868, И-4886, И-3557,образцы генофонда ВИР: Конкур, Azur, Trelle Dwarf и др.

В 2012 г. в гибридных популяциях (F_3): Конкур х Тарский 2, Е-1643 х Конкур, Azur х Гунтер, Trelle Dwarf х Гунтер, Trelle Dwarf х Конкур, Trelle Dwarf х Кречет, Тарский 2 х Кречет, AURON х Конкур, AURON х Гунтер и др. по устойчивости к болезням, полеганию и продуктивности выделено от 25 до 101 линии для селекции овса зернового направления. В гибридных комбинациях (F_4): Эклипс х Конкур, Гунтер х Конкур, Урал х Конкур, Конкур х Кречет, Конкур х Гунтер, 651h03 х Конкур и др. по устойчивости, продуктивности зерна и сухого вещества выделено от 31 до 51 линии для селекции кормового овса.

В селекционном питомнике 2012 году выделены перспективные линии: 26h10, 28h10 (Е-1643 х Конкур), 137h10, 138h10 (174h01 х Конкур), 168h10 (Гунтер х Конкур), 175h10, 176h10, 188h10 (651h03 х Конкур), 252h10 (Дамсинский кормовой х Конкур) и др., обладающие высокой урожайностью (более 5,0 т/га) и сбором сухого вещества, устойчивостью к головне и ржавчине.

Ячмень. Коллекционный и местный генофонд ячменя изучен по устойчивости к пыльной головне и гельминтоспориозным болезням. В коллекции ВИР преобладали среднеустойчивые образцы к полосатой, сетчатой и темно-бурой пятнистости (50 %; 72 % и 74 %), среди линий местной селекции – сильно восприимчивые по отношению к корневым гнилям и сетчатой пятнистости (63 % и 41 %) и среднеустойчивые – по отношению к полосатой пятнистости (37 %) (рис. 2). В том и другом материале выявлена низкая частота встречаемости образцов, иммунных к пыльной головне, полосатой и темно-бурой пятнистости (5,5 % и 9,5 %; 3,0 % и 3,0 % и 7,0 %, соответственно) и отсутствие их по отношению к другим болезням. Обращает на себя внимание, что в местном материале присутствует достаточно большая доля устойчивых к полосатой и сетчатой пятнистости генотипов (33,0 % и 24,0 %). В изученной коллекции ВИР доля высокоустойчивых и сильно восприимчивых к этим болезням была значительно ниже.

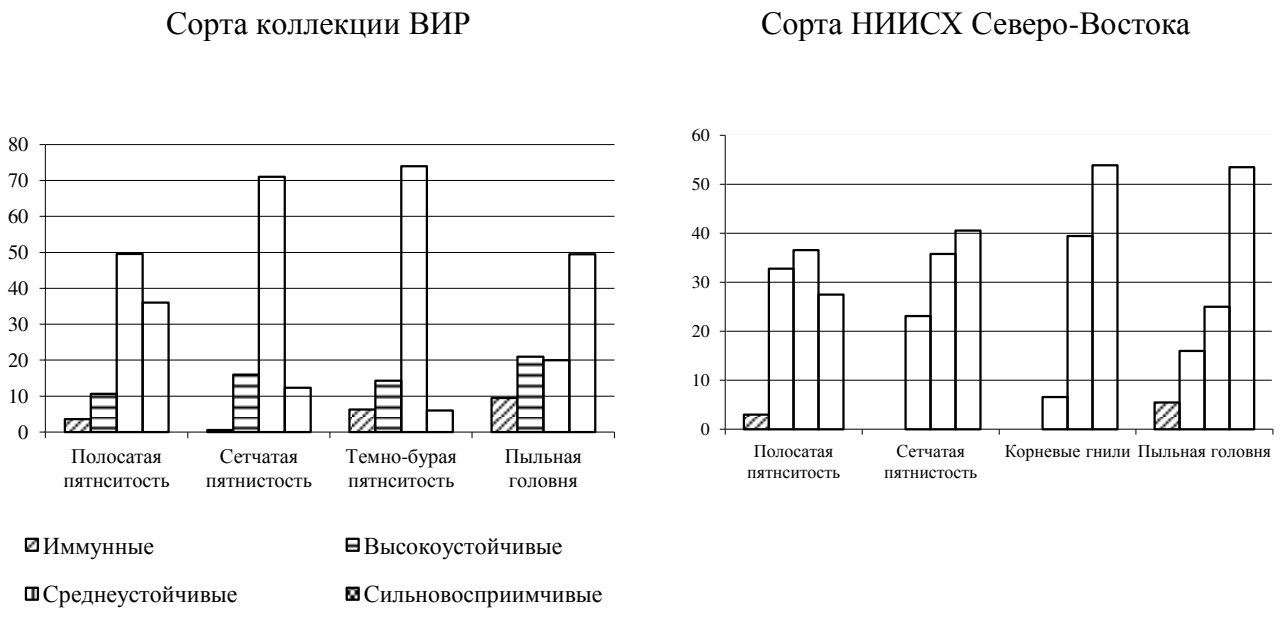


Рис. 2. Иммунологическое состояние изучаемого генофонда ячменя

По результатам многолетних исследований к источникам неспецифической устойчивости к полосатой пятнистости *(Drechlera graminea* (Rab.ex Schlecht)Shoem*)* на уровне 9 баллов можно отнести местные сорта из Китая (к-2930), Индии (к-3507) и Монголии (к-3904, к-3938, к-3954), Феникс (Украина), Malva (Латвия), Filippa и Svani (Швеция), Sissy и Orthega (Германия); на уровне 8 баллов - линию 1007-99 (НИИСХ Северо-Востока), отечественные сорта: Кузнецкий, Сибиряк, Хаджибей, Горинский, Беркут, Гетман, Медикум 336, Оренбургский 17, Максим, Тонус и зарубежные: Одесский 22, Пивденный, Галатея и Бадьорый (Украина), Илек 1 и Илек 34 (Казахстан), Н 235/66 (Бельгия), Shonkin и Condor (США), Buck CDC (Канада); на уровне 7 баллов – перспективные линии селекции НИИСХ Северо-Востока: 514-07RA, 515-07RA, 473-07, 416-07, 413-07 и отечественные сорта: Дина, Тандем, Адонис и Л-421, зарубежные: Джерело (Украина), Patti (Франция), Cooper (Англия), Makbo (Австрия), Korona Lashego (Польша); на уровне 6 баллов – линии НИИСХ Северо-Востока: 226-97, 530-98, 92-97, 121-94,917-01, сорта Фермер и Казер.

Источниками устойчивости к сетчатой пятнистости *(D. teres* (Sacc.) Shoem*)* на уровне 8 баллов являются отечественные сорта: Дина, Ратник, Челябинец 2, Беркут, Медикум 336 и Наран, зарубежные: Мироновский 86 и Гетман (Украина), Белорусский 76, Дзівосны и Якубинец (Белоруссия), Илек 34 (Казахстан), Orthega (Германия), Canasta (Англия), Karan (Индия) местные сорта из Индии (к-19095) и Китая (к-2930); на уровне 7 баллов - перспективные линии НИИСХ Северо-Востока: 855-01, 514-07 RA, 515-07 RA и сорта: 696С, 752А, 713А (Швейцария), Korona Lashego (Польша), Leger, Kinkora, Buck, Lacombe (Канада); на уровне 6 баллов - отечественные сорта: Дуэт, Рахат, Вулкан, Тарский 3, Нутанс 401, Прикумский, Баган, Зевс, Русь и зарубежные: Велес (Украина), Makbo (Австрия), CL 13664 (США), Congyest и Paragon (Канада).

Иммунитетом к темно-бурой пятнистости (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem*)* характеризуются местные сорта из Китая (к-2930), Индии (к-18078) и Эфиопии (к-3282); устойчивостью на уровне 8 баллов – линии НИИСХ Северо-Востока 1007-99 и 290-05, отечественные сорта: Дина, Мураш, Московский 3, Ратник, Рахат, Омский 85, Омский 89, Л-421, Кумир, Беркут и зарубежные: Дзівосны (Белоруссия), Джерело, Бадьорый, Мироновский 86 и Гетман (Украина), NCL (Дания), 713А (Швейцария), Missuri (США), Arure (США), Jet (Эфиопия); на уровне 7 баллов – отечественные сорта: Лель, Хаджибей, Вулкан, Зерноградец, Тобол, Убаган, Петр, Медикум 336, зарубежные: Галактик (Украина), Kejstone, Congyest, Kinkora, Lacombe (Канада); на уровне 6 баллов –отечественные сорта: Горинский, Зевс, Бахус, Вереск, Первоцелинник и Тарос.

Иммунитетом к пыльной головне по многолетним данным характеризуется сорт Ментор и по предварительным – Омский 85, Титан 98, 1007-99; высокой устойчивостью - отечественные сорта: Петр, Мураш, Бровар, Чакинский 221, Лука и зарубежные: Мрия (Украина), Гонар и Бадьорый (Украина), Jet (Эфиопия).

По отношению к фузариозно-гельминтоспориозным корневым гнилям изучены перспективные линии местной селекции. Иммунные к болезни отсутствуют, а относительная устойчивость на уровне 7-8 баллов выявлена у линий: 48-93, 121-94, 619-94, 850-00, 290-03, 4-03, 473-07, 480-07.

Безусловно, не все источники обладают селекционно-ценными признаками, особенно дикие и местные формы. Как правило, их устойчивость сцеплена с генами, несущими нежелательные признаки (мелкозерность, позднеспелость и т.д.). Поэтому практическое использование в селекции ячменя имеют те из них, которые обладают адаптивностью и высокой продуктивностью. Ежегодно в гибридизацию вовлекаются от 15 до 39 гениcточников устойчивости к болезням. Среди них, наибольшую селекционно-иммунологическую ценность представляют: Дина, Фермер, Хаджибей, Дуэт, Ратник, Вулкан, Баган, Зерноградец, Велес, Петр и др. В 2012 году высокой урожайностью (4,40-6,76 т/га) и устойчивостью к болезням (6-9 баллов) в питомнике предварительного испытания отличались линии: 476-09 (Дуэт х Баган), 451-09 (Фермер х Зерноградец), 336-09 (Баган х 609-94), 182-09 (Велес х Дина); конкурсного испытания: 341-08 (Велес х 1465-96), 150-08 (Хаджибей х Андрей), 98-07 (157-02 х Вулкан) и др.

Заключение

Привлекая в скрещивания отдельные источники устойчивости к болезням, выявленные в условиях жестких инфекционных фонов, создан перспективный исходный материал овса и ячменя, проходящий дальнейшее изучение на разных этапах селекции.

Литература.

Бенкен А.А., Хрустовская В.Н. Лабораторная оценка болезнеустойчивости растений и паразитических свойств возбудителей обыкновенной корневой гнили // Труды ВИЗР. 1977. С. 9-13.

Кривченко В.И., Щелко, Л.Г., Тимошенко З.В. Методы изучения устойчивости ячменя и овса к головневым болезням // Методы фитопатологических и энтомологических исследований в селекции растений. М.: Колос, 1977. С. 51-56.

Родина Н.А., Ефремова З.Г. Методические рекомендации по селекции ячменя на устойчивость к болезням и их применение В НИИСХ Северо-Востока М.; 1986. 79 с.

УДК 633.16:531.011

ФОРМИРОВАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.П. Прядун
ГНУ Челябинский НИИСХ Россельхозакадемии, Челябинская область, Чебаркульский район, пос. Тимирязевский, Россия, chniisx2@mail.ru

Резюме

Представлен анализ результатов изучения 182 сортообразцов ярового ячменя коллекции ВИР проведенных в 2001-2006 гг. в ГНУ Челябинский НИИСХ, на содержание белка. Выявлен характер сопряженности корреляционных связей на формирование белка в зерне анализируемых сортов различных экотипов и рядности с метеоусловиями вегетационного периода и фазами органогенеза. Лучшие образцы ячменя, со стабильно высоким содержанием белка, предложены к использованию как источники для селекции кормового и продовольственного направлений.

Ключевые слова: ячмень, белок, корреляции, метеоусловия, органогенез, источники, селекция, корма, продовольствие.

FORMATION OF PROTEIN IN GRAIN OF COLLECTION SAMPLES SPRING BARLEY UNDER NORTHERN FOREST-STEPPE CHELYABINSK REGION

U.P. Pryadun
State Research Organisation Chelyabinskiy Scientific Research Institute of Agriculture, Russia, Chelyabinskiy Region, Chebarkulskiy district, village. Timiryazevskiy, chniisx2@mail.ru

Summary

The analysis results of 182 accessions spring barley-wide collection studying is represented in this article. The research was conducted in 2001-2006. in Chelyabinsk Research Institute, for protein contenting. The character of contingency correlations on the formation of protein in the grain was analyzed in varieties of different ecotypes and versions along with the weather conditions on growing seasons and phases of organogenesis. The best samples of barley, with a consistently high protein are proposed to be used as sources for the selection, feed and food trends.

Key words: barley, protein, correlation, weather conditions, organogenesis, sources, selection, food.

При селекции на качество одним из важнейших показателей является содержание белка в зерне ячменя. Существующие сортовые различия по химическому составу зерна позволяют выделить среди ботанического разнообразия ячменя формы, наиболее ценные для целей селекции.

Белок зерна ячменя по незаменимым аминокислотам полноценнее, чем белок многих других зерновых культур, кроме овса. Например, на 1 кг зерна ячменя приходится: сырого протеина – 11,6 %, лизина – 4,4 г, метионина – 1,8 г, триптофана – 1,6 г, а на 1 кг зерна кукурузы, соответственно, 10 %, 2,9; 1,0 и 0,8 г (Неттевич, Сергеев и др., 1980).

Выдающийся русский растениевод Р.Э. Регель в своей монографии (1909) «Протеин в зерне русского ячменя» пришел к выводу «…что процентное содержание белка в ячменях может сильно изменяться в пределах от 7,8 до 21,1 %, в различных районах в зависимости от климатических условий данного пункта».

Исследованиями Р.Э. Регеля (1909), Н.Н.Иванова, В.Н. Кирсановой (1936), И.М. Коданева (1964) установлено, что существует закономерная зависимость химического состава растений от географического положения. На юге и юго-востоке страны ячмень дает зерно, содержащее больше белка и относительно меньше крахмала. Наоборот, в северных и северо-западных районах в зерне снижается содержание белка и увеличивается крахмалистость.

Изучение амплитуды изменчивости химического состава зерна позволяет установить степень реакции сорта на условия среды, что имеет также важное значение для характеристики его генотипа в конкретных условиях среды (Трофимовская, 1972).

Проведенные исследования в Среднем Поволжье (Глуховцев, Дровальева, 2002, 2005) показали, что количество белка в зерне ярового ячменя определяется в значительной мере погодными условиями в период вегетации культуры.

На Южном Урале выращивается ячмень в основном зернофуражного и продовольственного направления, в частности в Челябинской области отведено под эту культуру более 300 тыс.га. Влияние погодных условий на формирование белка в зерне ярового ячменя у сортов различных экологических групп изучено еще недостаточно. Для формирования признаковой коллекции и создания исходного материала на качество, знание этих процессов селекционеру необходимо.

За шесть лет исследований (2001 – 2006 гг.) нами было всесторонне изучено 182 сортообразца ярового ячменя из мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова, в т.ч. 147 образцов из новых поступлений. Изучение сортообразцов проводилось в соответствии с методическими указаниями ВИР (1981 г.), содержание белка в зерне определялось по методу Къельдаля (ГОСТ 10846), коэффициенты корреляции вычислены с использованием пакета программ «SNEDEKOR».

Погодные условия за годы исследований по гидротермическому коэффициенту вегетационного периода, кроме 2004 г., характеризовались как недостаточно-влажные и влажные. Но даже в таких, казалось бы, благоприятных условиях растения ячменя на отдельных этапах органогенеза испытывали как недостаток, так и избыток влаги и тепла. Самое высокое содержание белка отмечено в 2004 г. варьировало от 11,77 до 17,48 %, причем 47,8 % сортов имели содержание белка более 15 %.Также отмечается повышенное содержание белка по отдельным группам сортов в 2001, 2002 и в 2006 гг.

В 2001 году среднесуточная температура в фазу «выход в трубку – колошение» достигала 18,8 – 20,1° С и период налива зерна был достаточно сухим (ГТК – 0,1). В этот год по содержанию белка (15,12-16,48 %) выделились сорта из Германии - Akkermanns gpj (к-25843), Lerehenbarg (к-25745), Camila (к-25906); Франции – Alsache (к-25749), Messidor (к-25850); Канады – Laurein (к-25997) и Индии – местный (к-18626).

Начало и окончание фазы «кущение – колошение» в 2002 г. проходило при повышенных температурах. В таких условиях повышенное содержание белка (15,16 – 15,60%) показали отечественные сорта степного экотипа: Поволжский 65 (к-30311), Зерноградский 492 (к-29903), Риск (к-25352) и сорта из Украины: Кобзарь (к-29325), Звершеня (пр.7794); Литвы – Alsa (к-30312) и Мексики: S-351 (к-27891), S-339 (к-28021).

Первая часть 2003 г. отличалась избыточным увлажнением и пониженными температурами. Начиная с фазы колошения и до полного созревания, вегетация проходила на фоне

высоких температур и с незначительными осадками (ГТК – 0.5). Содержание белка в зерне ячменя в 2003 г. оказалось самым низким за все годы исследования (9,98-14,60 %), только у голозерных форм: Jet (к-18703) Канада, Голозерный 1 (к-21694) Россия и пленчатого ячменя Л-1 Kredit (к-30310) Беларусь, содержание белка было от 15,08 до 16,20 %.

Контрастная погода в период «кущение – колошение» в 2004 г. позволила растениям ячменя находиться в удовлетворительном состоянии. Период «колошение – молочная спелость» проходил при среднесуточных температурах воздуха выше многолетних значений на 2.1-5.0ºС, а осадков выпало втрое меньше. Наибольшее количество белка было накоплено у голозерных сортов: Голозерный 1-18,67%, Gemeine Dreisack (к-25787) Германия – 18,59 %, местный (к-15008,15009,15029) Дагестан от 17,04 до 17,56 % и местный (к-11777) Китай - 17,04 %. У пленчатых форм выделились сорта из Западной Европы: Delita (к-29430) -17,48 % и Nenshaus Fescher I (к-25750) -17,40 % (Германия); Marion (к-27463) – 17,08 % (Франция).

Период «кущение – колошение» проходил в 2005 г. во влажных условиях. Если сумма активных температур этого периода была на уровне многолетних значений, а осадков выпало на 50 % больше многолетних показателей. Фаза «колошение – молочная спелость» проходила в благоприятных условиях, только окончание периода в сухих. Содержанию белка в зерне в этом году было ниже среднего и изменялось от 8,86 до 16,20 %. Наибольшее значение отмечено у двух сортов голозерного ячменя: местный (к -26677) из Йемена – 16,20 % и местный (к- 5201) из Туниса – 15,24 %.

В 2006 году вегетационный период был избыточно увлажненным, в таких условиях показатель содержания белка в зерне оказался выше среднего, с варьированием в зависимости от сорта от 11,65 до 17,64 %. В конце периода «всходы – кущение» и в середине периода «кущение – колошение» удерживалась очень жаркая погода с температурой воздуха до 34º и среднесуточной 19.9º, что на 5.1º выше среднемноголетних значений. Среднесуточная температура периода «колошение – молочная спелость» составила 21.3º, что также на 3.7º выше многолетних значений. Причем жаркие периоды сменялись дождливой прохладной погодой. Лучшими по накоплению белка в зерне в 2006 году стали сорта из центральных районов России: Андрей (к-30122), Рахат (к-30591), Раушан (к-30592); Восточной Сибири: Петр (к-30888); Прибалтики - Alsa и Казахстана - Карабалыкский 150 (15,00-16,52 %). Отмечено высокое содержание белка у голозерных форм – от 15,12 до 17,64%.

За шесть лет изучения ряд сортов стабильно и ежегодно формировал высокое содержание белка в зерне, причем на фоне высокой урожайности. Высокое содержание белка было отмечено вовсе годы изучения у голозерных форм.

Проводя детальный анализ погодных условий по температурному режиму и осадкам на разных этапах органогенеза ячменя, а также по декадам каждого месяца вегетационного периода, мы пришли к выводу, что на сорта различного агроклиматического происхождения и рядности, влияние этих условий неодинаково. Так, для сортов лесостепного и степного экотипа в фазе «колошение - молочная спелость» отмечена положительная корреляционная зависимость средней степени между содержанием белка и среднесуточной температурой: r = 0,441-0,605. В фазе «молочная спелость – восковая спелость» только у сортов степного экотипа, представленных в основном двурядными формами, отмечена сильная положительная связь (r = 0,717) со среднесуточной температурой.

С осадками во все фазы развития ячменя, кроме фазы «колошение – молочная спелость», корреляционная зависимость отрицательная в разной степени. Так, в фазу «кущение – колошение» она отрицательна в средней степени (r = - 0.436-0.653), в фазе «молочная спелость – восковая спелость» - в слабой степени (r = - 0,114-0,153) и только в фазе «колошение – молочная спелость» она положительная от слабой до средней степени (r = 0,3050,446).

Анализ погодных условий июня 2004 и 2006 гг. показал, что среднесуточные температуры этого месяца выше многолетних значений на 1.5-2.7º, что способствовало формированию зерна ячменя с повышенным содержанием белка в пределах 11,77-17,48 % и 11,65-17,64 % по годам, соответственно.

В фазу «колошение – молочная спелость», которая в основном проходит в июле месяце, крайне неблагоприятные условия сложились в 2003, 2004 и 2005 гг. Гидротермический коэффициент составил в эти годы 0.3-0.7, что по Селянинову соответствует острозасушли-

вым условиям. Однако на содержание белка в зерне такие условия оказали различное влияние: 2003 г. – пониженное содержание белка, 2004 г. – высокое и 2005 г. – среднее. То есть, условия июля не регулируют накопление белка в зерне, а его синтез идет за счет азота, накопленного в листьях в фазе «кущение – колошение».

Таким образом, количество белка в зерне ячменя определяется характером погодных условий, преимущественно температурным режимом в фазу «кущение -колошение», которая по продолжительности составляет 29-36 дней. Календарные сроки этой фазы развития приходятся на июнь и первую декаду июля.

Проведенный анализ (2001-2006 гг.) характера сопряженности корреляционных связей между содержанием белка в зерне всех анализированных сортов различных экотипов и рядности показал, что между количеством белка и температурным режимом июня месяца по всем группам изучаемых сортов отмечается высокая положительная корреляционная связь. По всем сортам она составила r = 0,760, у двурядных сортов лесостепного экотипа r = 0,775, у многорядных сортов лесостепного экотипа r = 0,913, у сортов степного экотипа, представленных в основном двурядными формами r = 0,725. Между содержанием белка и количеством осадков за этот месяц во все годы изучения отмечалась сильная отрицательная связь. По всем сортам она составила r = - 0,802, у двурядных сортов лесостепного экотипа r = 0,803, у многорядных r = 0,674, для двурядных сортов степного экотипа r = 0,825.

По осадкам отмечается обратная закономерность, коэффициент корреляции по всем сортам в мае составил r = - 0,780, у двурядных сортов лесостепного экотипа r = - 0,799, у многорядных сортов лесостепного экотипа r = - 0,810, у сортов степного экотипа r = - 0,759, т.е. связь высокая отрицательная. Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что, чем больше осадков, тем ниже содержание белка.

Оценка зерна в различные по температурному режиму и увлажнению годы позволили четко дифференцировать образцы на содержание белка, только наиболее пластичные сорта способны сохранять стабильность этого признака. По нашим данным, к таким сортам можно отнести: пленчатые формы, как источник для селекции кормового направления – Akkermanns gpj, Camila (Германия); Alsache, Messidor (Франция); Laurein (Канада); к-18626 (Индия); Андрей, Поволжский 65 (Россия); Звершеня, Кобзарь (Украина). Для селекции продовольственного направления рекомендуются голозерные формы с повышенным содержанием белка (>16%) – к-11777 (Китай); Голозерный 1 (Россия); к-15008, к-15009, к-15029, к-15040 (Дагестан).

Литература

Глуховцев В.В. Селекция ярового ячменя в Среднем Поволжье – Самара: Поволжский НИИ селекции и семеноводства., 2005. 232 с.

Глуховцев В.В., Дровальёва Н.В. Влияние погодных условий на количество белка в зерне ярового ячменя в Среднем Поволжье // Современные методы адаптивной селекции зерновых и кормовых культур / Материалы межд. науч. – практич. Конференции, г. Кинель, 20 – 25 июля 2002 г., 2002. С. 31 – 35.

Иванов Н.Н. Биохимическая характеристика ячменей СССР // Тр. по прикладной бот., ген. и сел. Серия III. Л., 1935. 187 с.

Иванов Н.Н., Кирсанова В.Н. Биохимия ячменя // Биохимия культурных растений. Т.1. М. – Л., 1936. С. 129 - 191.

Коданёв И.М. Ячмень. М., изд-во «Колос»., 1964. 239 с.

Нettевич, Э.Д., Сергеев А.В. и др. Зерновые фуражные культуры. 2-е изд., доп. М.: Россельхозиздa.,1980. 235 с., ил.

Регель Р.Э. Протеин в зерне русского ячменя. // Тр. бюро по прикладной ботанике., С - П., 1909. 349 с.

Трофимовская А.Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). Л., отделение издательства «Колос», 1972. 296 с., ил.

УДК 633.13:631.527(02).577.1

СОДЕРЖАНИЕ КЛЕТЧАТКИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ СОРТОВ ОВСА

А.И.Абугалиева[1], А.Ж.Жумаханова[2], Т.Б.Ажгалиев[2]
[1]Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства,
Алмалыбак, Казахстан, kiz_abugalieva@mail.ru
[2]Государственная комиссия по сортоиспытанию с/х культур, МСХ РК,
Астана-Алматы, Казахстан, laborkz@mail.ru

Резюме

Сорта овса Казахстана характеризуются содержанием клетчатки в зерне на уровне 10-15% и 15-20% в зависимости от условий года выращивания. Выявлены сорта Жорга и Байге с максимальным содержанием (более 25%) в основном в аридных зонах. Уровень клетчатки и содержание β-глюканов использованы в определении энергетической и питательной ценности. По содержанию амилозы как индикатору усвояемости крахмала выделены сорта Жорга, Арман и Аламан. Энергетическая питательность зерна сортов овса варьировали от 1,25 (Кулагер) до 1,56 (Пегас) при среднем 1,44.

Ключевые слова: овес, клетчатка, содержание амилозы, питательная ценность.

CONTENT OF CELLULOSE IN IDENTIFICATION OF VALUE NUTRITION OAT CULTIVARS

A.I. Abugalieva[1], A.Zh. Zhumahanova[2], T.B. Azhgaliev[2]
[1]Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing,
Almalybak, Kazakhstan, kiz_abugalieva@mail.ru
[2] The State Commission on Crops Variety Testing, Ministry of Agriculture,
Astana-Almaty, Kazakhstan, laborkz@mail.ru

Summary

Kazakhstans oat varieties characterized by fiber content in grain at the level of 10-15% and 15-20% depending on the year of cultivation. The Zhorga and Baige varieties are revealed with a maximum content (over 25%), mainly in the arid zones. Fiber level and β-glucan content used in determining the energy and nutritional value. According to the amylose content as an indicator of starch digestibility the Zhorga, Arman and Alaman varieties are marked. On oat grain nutritional energy ranged from 1,25 (Kulager) to 1,56 (Pegas), with an average 1,44.

Keywords: oats, fiber, amylose content, the nutritional value.

Введение

Пищевая клетчатка − это та часть продуктов питания растительного происхождения или их аналогов − углеводов, которая не всасывается в тонком отделе кишечника человека и подвергается частичной или полной ферментации в толстой кишке. Пищевая клетчатка содержит длинно-молекулярные углеводы, лигнин и другие растительные вещества, в т.ч. бета-глюкан. К клетчатке относят все неусвояемые олиго- и полисахариды, то есть не только растительного происхождения. Клетчатка может быть растворимой и нерастворимой. Однако такая классификация не совсем точна, так как в частности на растворимость клетчатки влияет ее молекулярный вес и способность абсорбироваться с другими растительными веществами.

Пищевая клетчатка активизирует работу кишечника, способствует понижению уровня холестерина и замедляет скорость повышения уровня сахара в крови. С клетчаткой в организм поступает сравнительно мало энергии, то есть клетчатка снижает калорийность пищи и замедляет усвоение других питательных веществ. Клетчатке сопутствуют также различные

биоактивные вещества (феноловые соединения, лигнины, фитоэстрогены, антиоксиданты и др.), минеральные вещества и витамины, играющие важную роль в рационе, причем значение многих из них еще до конца не изучено. Чем больше вязкость содержимого кишечника, тем медленнее происходит высасывание питательных веществ. Увеличение доли клетчатки в рационе позволяет снизить удельную калорийность пищи. Сама по себе клетчатка малокалорийна и к тому же абсорбирует значительный объем воды, что в свою очередь способствует снижению удельной калорийности.

Новейшие исследования были сосредоточены на выяснении роли модификаций крахмала. Установлена важность структурных особенностей растительных и злаковых продуктов, содержащих крахмал. Продукты с высоким содержанием клетчатки (свыше 5%) и цельнозерновые продукты (макаронные изделия, ржаной хлеб, бобовые) с низким гликемическим индексом помогают сбалансировать уровень сахара в крови и способствуют снижению гликемической нагрузки. Продукты с низким Gi по сравнению с продуктами с высоким Gi, как правило, характеризуются меньшим удельным содержанием усваиваемых углеводов и повышенным удельным содержанием воды и пищевой клетчатки и поэтому обладают меньшей удельной калорийностью. Известно, что продукты из зерна полезны как здоровая пища. Зерновые являются важным источником клетчатки. Роль клетчатки в понижении калорийности пищи и в снижении веса зависит от доли продуктов с высоким содержанием клетчатки в рационе человека.

Гликемический индекс − это показатель, представляющий информацию о том, как структура зернового продукта и степень его обработки влияет на скорость его усвоения. Гликемический индекс показывает разницу в скорости усвоения различных углеводов. Не все светлые виды зерновых продуктов усваивается с одинаковой скоростью. Белый хлеб усваивается быстро, но светлые сорта макаронных изделий (паста) усваиваются медленно, что связано с модификацией их крахмала.

Углеводы можно разделить на быстроусвояемые (сахара), медленноусвояемые (клетчатка). Крахмал также может быть не только медленноусвояемым, но и неусвояемым – в этом случае его классифицируют как клетчатку. Скорость усвоения крахмала зависит от вида растения и продукта: он может быть быстроусвояемым (например, крахмал белого хлеба) либо медленноусвояемым (например, крахмал бобовых культур). Цельнозерновой хлеб или зерно грубого помола усваивается медленнее, чем выпечка из белой муки тонкого помола. Структура крахмала и его модификация оказывают значительное влияние на скорость его усвоения. Нативный крахмал усваивается намного медленнее, чем клейстеризованный (запеченный) крахмал.

С этой точки зрения сортовой генофонд овса Казахстана не характеризовался ранее по содержанию клетчатки тем более в совокупности с содержанием амилозы, т. е. в контексте степени усвоения углеводов и обоснования гликемического индекса.

Цель исследований: изучить сортовой генофонд овса по содержанию сырой клетчатки и содержанию амилозы (как индикаторы усвояемости углеводов) в зерне в зависимости от условий места и года репродукции.

Материалы и методы

Материал и методы исследований: Сортовой генофонд овса представлен 15-ью зарегистрированными сортами, выращенными на 15 ГСУ МСХ РК (Ажгалиев, Абугалиева, 2010) в урожае 2009-2011 гг. Содержание сырой клетчатки определяли согласно ГОСТ 13496.2-91, содержание амилозы − йодометрическим титрованием по Juliano и на БИК-основе (Перуанский и др., 1996).

Результаты и обсуждение

Результаты исследований: По содержанию сырой клетчатки сорта овса характеризуются значительной вариабельностью от 5,8% (Иртыш 15) до 36,5% (Жорга, Жана-Корганский ГСУ, КЗО, 2011), прежде всего в различных условиях года репродукции: от 5,8% (Иртыш 15) до 20,5% (Аламан) в урожае 2010 г. и от 10,7% (Казахстанский 70) до 36,2% (Жорга) в урожае 2011 г. Самый высокий уровень клетчатки отмечен в условиях Жанакорганского ГСУ в обеих репродукциях до 36,2% для сорта Жорга в 2011 году и до 20,5% - для сорта Аламан в 2010 г. (табл.).

Характеристика сортов овса по содержанию клетчатки (ур. 2010-2011 гг.)

Сорта	Число образцов	Содержание клетчатки, %			Частота встречаемости генотипов с содержанием клетчатки, %:					
		min	max	Ср.	до 10%	10-15	15,1-20,0	20,1-25	25,1-30	>30
Урожай 2010 г.										
Аламан	9	10,5	20,5	14,6	–	67	37	–	–	–
Арман	4	12,4	18,3	15,1	–	50	50	–	–	–
Жорга	7	12,1	19,5	15,0	–	71	29	–	–	–
Байге	4	14,3	19,3	16,3	–	50	50	–	–	–
Битик	1	14,1	16,3	15,2	–	50	50	–	–	–
Казахстанский70	4	13,9	18,4	16,2	–	25	75	–	–	–
Кулагер	2	11,9	12,3	12,1	–	100	–	–	–	–
Никола	5	10,7	13,8	12,2	–	100	–	–	–	–
Пегас	4	10,4	19,6	15,1	–	50	50	–	–	–
Сарыагаш	1	16,9	–	–	–	–	100	–	–	–
Скакун	3	10,7	19,3	14,9	–	67	33	–	–	–
Льговский 82	1	–	–	15,2	–	-	100	–	–	–
Памяти Богачкова	1	–	–	15,4	–	100	–	–	–	–
Иртыш 15	2	5,8	11,9	8,9	50	50	–	–	–	–
Урожай 2011 г.										
Антей	1	–	–	14,4	–	100	–	–	–	–
Аламан	5	15,3	22,5	18,3	–	–	60	40	–	–
Арман	3	17,2	23,7	20,0	–	–	67	33	–	–
Жорга	6	16,5	36,2	24,1	–	–	17	50	17	16
Байге	5	13,1	28,5	19,0	–	40	40	–	20	–
Битик	1	–	–	14,4	–	100	–	–	–	–
Казахстанский70	6	10,7	23,6	16,9	–	50	17	33	–	–
Кулагер	2	17,7	18,1	17,9	–	–	100	–	–	–
Никола	2	18,6	20,2	19,4	–	50	50	–	–	–
Пегас	2	15,5	16,8	16,2	–	–	10	–	–	–
Сарыагаш	2	16,2	23,6	19,9	–	–	50	50	–	–
Скакун	5	11,3	23,2	18,2	–	25	25	50	–	–
Льговский 82	1	–	–	20,6	–	–	100	–	–	–
Памяти Богачкова	1	–	–	14,6	–	100	–	–	–	–
Мирный		–	–	12,4	–	100	–	–	–	–

По средним для региона значениям отмечена разнонаправленная зависимость от условий года репродукции в пределах регионов. В урожае 2011 года (табл.) средний уровень содержания клетчатки повысился в зависимости от региона в 1,06 (Саркандский ГСУ) до 1,80

раз (Илийский орошаемый). В целом, в урожае 2010 г. содержание сырой клетчатки отмечено на уровне от 5,8 до 20,5%, при этом основная часть сортов характеризовалась образцами на уровне 10-15% клетчатки. Сорта Арман, Байге, Битик и Пегас представлен в равной степени 2-умя уровнями 10-15% и 15,1-20,0% (табл.). В урожае 2011 г. основная часть сортов представлена уровнем клетчатки 15,1-20,0%. Исключение составляют Жорга, Сарыагаш и Скакун. Сорт Жорга отличается очень высоким значением сырой клетчатки в большей степени на уровне 15,0-20,0% и 25,1-30,0%.

Отмеченные сорта характеризовались более высоким содержанием клетчатки в урожае 2011 г. по сравнению с урожаем 2010 г. по всем участкам: 11,9→17,7%; 12,3→18,1% − Кулагер; 12,6→22,5%; 16,1-21,5%; 13,1-15,3% − Аламан; 10,7→16,8%; 14,8→21,4% − Скакун; 18,3→19,1%, 12,4-17,2%; 15,4→23,7% − Арман; 10,9→18,6% − Никола; 15,2→20,6% − Льговский 82). Сорт Байге оставался стабильным в условиях Жалагашского ГСУ (КЗО) и Иртышского ГСУ. Для половины образцов характерна зависимость аналогичная большинству сортов. Сорт Казахстанский 70 отличался обратной зависимостью: 18,4←14,9%; 13,9←10,7%; 15,6←15,5%; 17,0←13,9%, для всех регионов. Подобная обратная зависимость характерна также для сортов Сарыагаш и Памяти Богачкова. Сорта Жорга и Пегас отличались региональной разнонаправленностью зависимости содержания клетчатки от условий года (Ленгерский ГСУ для сорта Жорга и Арыкбалыкский ГСУ – для сорта Пегас). В сравнении сорта овса различной селекции, использованные для калибрования NIT (Haas, 2001) варьировали по содержанию клетчатки от 26,3 до 44,3% в условиях Европы.

Максимальное содержание сырой клетчатки формировалось в зерне сортов овса в условиях Жана-Корганского ГСУ, а также в условиях Жалагашского, Арыкбалыкского и Зыряновского ГСУ, как наиболее аридных условиях. Зависимость уровня клетчатки от водного режима условий, в которых протекают налив зерна показана на материале пшеницы по фазам ее органогенеза (Bedo et. al., 2010). Сорта Жорга и Аламан выделяются повышенным содержанием клетчатки, особенно в аридных зонах.

Заключение

Таким образом, сорта овса Казахстана характеризуются формированием клетчатки на уровне 10-15% и 15-20 % в зависимости от условий года. Выявлены сорта Жорга и Байге с максимальным содержанием (более 25%) в основном в аридных зонах КЗО. Уровень клетчатки и содержание β-глюканов использованы в определении энергетической и питательной ценности. По содержанию амилозы как индикатору усвояемости крахмала выделены сорта Жорга, Арман и Аламан. По энергетической питательности зерна овса сорта варьировали от 1,25 (Кулагер) до 1,56 (Пегас) при среднем значении в 1,44 в 2011 г.

Литература

Ажгалиев Т.Б., Абугалиева А.И. Сортовой генофонд овса в Казахстане: продуктивность и пленчатость //Исследования, результаты. 2010. №2 (046). С.186-190.

Перуанский Ю.В., Абугалиева А.И., Савин В.Н. Под ред. Перуанского Ю.В. Методы биохимической оценки коллекционного и селекционного материала. Алматы. 1996. 123 с.

Bedo Z., Land L., Rakszegi M., Lafiandra D., Sestili F., Gebruers K., Charmet G., Ward J., Phillips A., Shenry P.R. Developing new wheat varieties with enhanced health benefits //International ICC conference “Health Grain”. 2010. 5-7 May. Lund. Shweden. p.25.

УДК 633.16:581.19

ТВЕРДОЗЕРНОСТЬ ЯЧМЕНЯ И КАЧЕСТВО ГЕНОТИПОВ КОНЕЧНОГО ТИПА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А.И.Абугалиева
Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства,
Алмалыбак, Казахстан, kiz_abugalieva@mail.ru

Резюме

Казахстанский сортовой генофонд ячменя и селекционные программы Казахстана характеризуются преобладанием твердозерных генотипов и смесей. Обоснована необходимость ранжирования селекционного процесса ячменя на конечный тип использования зерна: «мягкозерные − пивоваренные» и «твердозерные − крупяные». Обнаружена неоднородность сортов по индексу твердозерности, что объясняется отсутствием селекции или ее дифференциации при обосновании технологического типа ячменя.

Ключевые слова: твердозерность, ячмень, пивоваренный, кормовой.

HARDNESS OF GRAIN AND QUALITY BARLEY GENOTYPES END TYPE OF USE

A.I.Abugalieva
Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing,
Almalybak, Kazakhstan, kiz_abugalieva@mail.ru

Summary

Kazakhstan varieties barley genofund and breeding programs characterized by a predominance as hard genotypes and mixtures. The necessity of barley breeding process ranking on the end type use, "soft malting" and " hard - feed." The varieties heterogeneity by hardness index was detected, due to the lack of breeding or its differentiation in justifying the technological barley type.

Keywords: grain hardness, barley, malting and fodder.

Введение

Качество зерна − важная проблема в улучшении злаковых. Селекционеры используют доступную генетическую изменчивость в создании новых сортов растений. Среди представителей трибы *Triticeae*, текстура эндосперма − признак зерна, который отличается значительно для индивидуальных сортов растений. Важность отличий текстуры эндосперма хорошо обоснована для пшеницы (*Triticum aestivum L.*), где твердозерность − один из первоначальных детерминантов качества конечного продукта. Вариация твердозерности также существует среди (*Hordeum vulgare L.)* культурных сортов ячменя. Однако, текстуре эндосперма ячменя уделяется меньше внимания. Так, некоторые исследователи предположили связь между текстурой эндосперма и качеством солода (Brennan et al., 1996; Thomas et al., 1996). Кроме того, показано, что размер частиц эндосперма ячменя оказывает существенный эффект на пищеварение у жвачных животных (Bowman et al., 1996). Существенный прогресс в селекции как пивоваренного, так и кормового типа качества, по меньшей мере может зависеть от структурных различий зерна, свойственных ячменю.

Ячмень – неоценимый источник клетчатки, как показатель качества зерна. Твердозерность и белизна эндосперма − важные характеристики зерна. Для выяснения факторов влияющих на твердозерность эндосперма, проанализированы связь между ними и их химическими компонентами. Твердозерность эндосперма была оценена, как время разрушения зерна при выходе крупы от 55% до 40% на крупорушке SATAKE TM-05 (Tohno-Oka, Kawada, Yoshioke, 2004).

Разрушение зерна связывают с прочностью его оболочек и клеточной стенки. Основной компонент клеточной стенки в эндосперме ячменя формирует β-глюканы и арабинокси-

лан − полисахариды, включенные в клеточную стенку зерна. Содержание белка и β-глюканов влияет на время обрушивания, и отмечена более тесная корреляция этого показателя для содержания β-глюканов. β-глюканы в эндосперме ячменя представлены растворимой клетчаткой, и его содержание влияет на твердозерность.

Генетическая основа текстуры эндосперма пшеницы была описана ранее (Symes 1965). Главный локус, называемый hardness (Ha), может контролировать большинство изменчивости твердости в этой культуре. Локус «Ha» расположен на коротком плече хромосомы 5D пшеницы. Три структурно-связанных гена были идентифицированы, как тесно связанные с «Ha». Это – пуроиндолины (puroindoline) (pinA), b (pinB), и Gsp-la. Последовательности пуроиндолинов найдены для других представителей *Triticeae*, в том числе для таких культур, как ячмень, рожь и овес (Tanchak, 1998; Gautier, 2000). Однако, малочисленные исследования сосредоточивались или на экспрессии, или аллельной вариации пуроиндолинов-гомологов у других культур. Как и у пшеницы, короткое плечо 7(5H) хромосомы ячменя содержит большое число локусов признаков качества (QTLs) (Mather et al., 1997; Rouves et al., 1996; Powell et al., 1997). Этот регион вовлечен в текстурно-зависимые признаки зерна, как например, энергия помола и уровень мелко-дисперсной экстрактивности, также как и вязкости солодового экстракта (Tomas et al., 1996, Mather et al., 1997). Отличия по текстуре были отмечены среди Европейских ячменей: солодовенные сорта являются более мягкими по текстуре, чем слабосолодовенные (Brennan et al., 1996). Поскольку отличия последовательности пуроиндолинов были вовлечены в текстуру пшеничного эндосперма, предприняты исследования степени вариации, которая существует среди последовательностей для гордоиндолинов ячменя.

Установленная существенная аллельная вариация была найдена, как для hinA, так и hinB среди исследованных культурных сортов ячменя, что является актуальным для селекционных программ в Казахстане. В Казахстане по твердозерности изучены сортовой генофонд пшеницы и тритикале (Драчева, Абугалиева, 1998); риса (Абугалиева, Драчева, 2001); определены QTL (Абугалиева, Quarrie и др., 2005), питомник КАСИИБ 4-11 (Абугалиева, Моргунов, 20 , Abugalieva, Pena, 2010).

Цель исследований: изучить сортовые и коллекционные ресурсы ячменя по индексу твердозерности.

В качестве объекта исследований использованы генотипы конкурсного и контрольного селекционных и коллекционных питомников отдела селекции зернофуражных культур КазНИИЗиР и образцы сортовых ресурсов ГСИ МСХ РК урожая 2007-2011 гг. Индекс твердозерности определяли на SKCS 4100 и ИК-анализаторах Pacific Scientific 4250 и FOSS- Inframatic.

Для ячменной индустрии, прогноз (предсказание) солодовенных качеств, которые связаны непосредственно с размером зерна и твердозерностью играет ключевую роль. Значимость размеров зерна связана с тем, если зерно очень большое, соотношение ключевых ферментов разрушения крахмала в процессе соложения не достаточно для экономически эффективного проведения процесса по времени. В дополнение, мягкое зерно характеризуется лучшим водопоглощением. Известно, что SKCS 4100 − позволяет селектировать сорта с маленьким и мягким зерном. Исследователи в Австралии (Panozzoano, Ratchiffe, 1977; Osborne and Kotwal, 1999); Южной Африки (Alexander et. al., 1997) и США (Psotka, 1996; 1996b) показали, что технология SKCS 4100 применима для анализа ячменя как экспрессного и чувствительного теста для скрининга селекционного материала, но требуется рекалиброваниe для веса зерна, диаметра и влажности ИТ (HJ), полученные для ячменя, так как созданная калибровка на базе пшеницы требует информацию для оптимизации ячменя.

Для пшеницы точка разделения «твердые − мягкие» в среднем около ~50 (в автомате классифицируется как смесь) для шкалы от 0 до 100 ед. нормальный ранг для Австралийских ячменей ~40-60. Washington et al (2001) продемонстрировали применение SKCS 4100 для измерения качества при получении перловки. В их исследованиях показана значительная корреляция значений твердозерности полученных на SKCS 4100 и на приборе KIYA японского тестера твердозерности, а так же с выходом крупы и пива (Psotka, 1999; Washington et al., 2001; Alexander et al., 2001; Osborne, Anderssen, 2003).

Сортовой генофонд ячменя Казахстана характеризуется вариабельностью индекса твердозерности от 42 (Серпантин, Памяти Раисы, Сымбат) до 74 (Тулпар, Илек 9) ед. SKCS 4100 (в урожае 2011) и от 39 (Деспина, Сымбат) до 68 ед. SKCS 4100 (Зымовий). Сорта различаются между собой степенью твердозерности в указанных пределах. Как наиболее мягкозерные (до 50 ед. SKCS 4100) можно выделить в урожае 2011года сорта: Сымбат (43-49 ед. для 83% исследованных генотипов); Байшешек (47-49 ед.); Серпантин (42-45 ед. для 40% образцов); Памяти Раисы (42-48 ед. для 57%образцов); Ворсинский (44-60 ед.). В урожае 2010 года, это сорта: Деспина, Сымбат (43-48 ед.); Скарпия, Береке 54, Оңтүстік (44-46); Байшешек (48-49ед.); Каз Суфле (45-68 ед.); Арна (50-68 ед.), Айдын (40-59 ед.). Среди сортов, обозначенных нами как мягкозерные отмечены сорта из списка пивоваренного направления реестра Казахстана: Арна, Ворсинский, КазСуфле-1, Скарпия. Сорта Деспина, Сымбат, Байшешек, Серпантин, Оңтүстік для которых обнаружена значительная доля относительно мягкозерных образцов, необходимо оценить по технологическому типу для пивоваренных целей по другим требованиям (содержание протеина, β-глюкана), учитывая их относительную стабильность по мягкозерности в различных условиях (рис. 1 и 2).

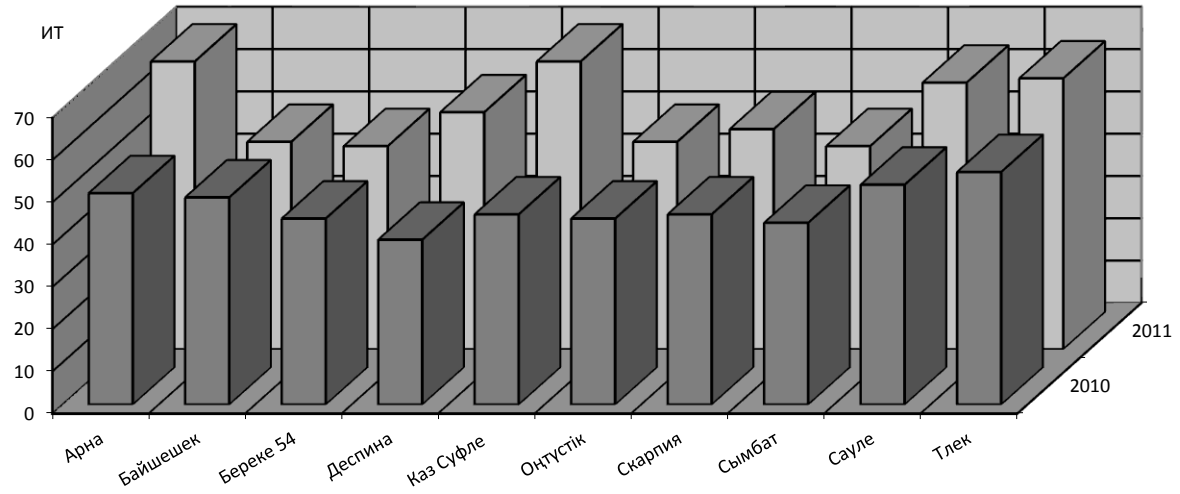


Рис. 1. Индекс твердозерности (ИТ) сортов ячменя в зависимости от года репродукции, Георгиевский ГСУ, ЮКО

При сравнении сортов в одних и тех же условиях разница между сортами находится в пределах ошибки опыта, например, в условиях Георгиевского ГСУ при амплитуде средних значений от 39 до 52 ед. SKCS 4100 стандартное отклонение составляет от ±13 до ± 18 ед. Сорта харакеризуются неоднородностью по признаку твердозерности, что подтверждается относительно высоким стандартным отклонением при достаточно репрезентативной выборке 300 зерен. Условия выращивания также оказывают влияние на степень твердозерности: самое мягкое зерно формировалось в условиях ГСУ.

Сорта Оңтүстік, Байшешек и Сымбат отличались крупным зерном (масса 1000 зерен 63,5-50 г. и диаметр зерна выше 3,0 мм), что является одной из причин мягкости зерна (недостаточно плотной упаковки. Указанные закономерности остались неизменными для сорта Оңтүстік при 46 ед. SKCS 4100 масса 1000 зерен равнялась − 65,5 г. и диаметр − 3,08 мм; а для сорта Сымбат при индексе твердозерности 58 ед., масса 1000 зерен снижается до 32,4 г., диаметр до 2,35 мм. Заготовка зерна пивоваренного направления осуществляется по крупности и выравненности зерна, не менее 80%, а в отдельные годы и не менее 90%, что, как правило, синхронизирует с мягкозерностью. Однако, ряд сортов могут при сравнительно небольших размерах зерна быть мягкими по текстуре.

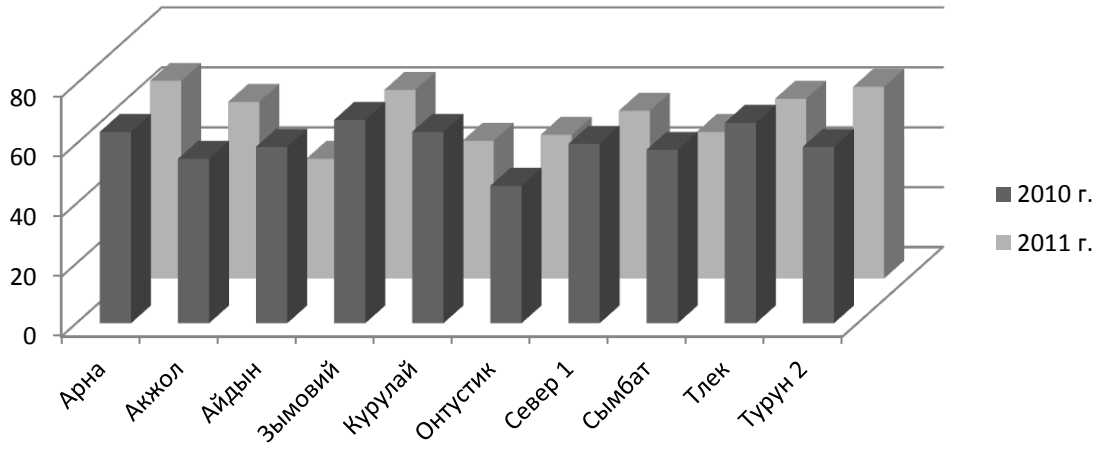


Рис. 2. Индекс твердозерности (ИТ) сортов ячменя в зависимости от года репродукции, Илийский ГСУ

В целом, сорта ячменя отличаются неоднородностью по показателю твердозерности и характеризуются, как правило, «смесь» особенно в регионах Алматинской, ЮКО и Жамбылской областей, определенных ранее как зоны для пивоваренного ячменя.

Необходима стратегия селекции на разделение сортов мягкозерные-пивоваренные и твердозерные − крупяные на генетически детерминированном уровне.

Таким образом, наблюдается неоднородность сортов по индексу твердозерности, что объясняется отсутствием селекции или ее дифференциации при обосновании технологического типа ячменя. Казахстанский сортовой генофонд ячменя и селекционные программы характеризуются преобладанием твердозерных генотипов и смесей. Необходимо ранжировать селекционный процесс «мягкозерные − пивоваренные» и «твердозерные − крупяные».

Литература

Lillemo M, Morris C.F. A leucine to proline mutation in puroindoline b is frequently present in hard wheats from Northern Europe //Theor Appl Genet. 2000. Vol.100. P.1100-1107.

Mather D.E., Tinker N.A., LaBerge D.E., Edney M., Jones B.L., Rossnagel B.G., Legge W.G., Briggs K.G., Irvine R.B., Falk D.E., Kasha K.J. Regions of the genome that affect grain and malt quality in a North American two-row barley cross //Crop Sci. 1997. Vol.37. P.544-554.

Powell W., Thomas W., Baird E., Lawrence P., Booth A., Harrower B., McNichol J.W., Waugh R. Analysis of quantitative traits in barley by the use of AFLPs. Heredity. 1997. Vol.79. P.48-59.

Rouves S., Boeuf C., Zwickert-Menteur S., Gautier M.F., Joudrier P., Nelson J.C., Bernard M., Jestin L. Locating supplemen-tary RFLP markers on barley chromosome 7 and synteny with homoeologous wheat group 5 //Plant Breed. 1997. Vol.115. P.511-513.

Thomas W., Powell W., Swanston J.S., Ellis R.P., Chamlers K.J., Barua U.M., Jack P., Lea V., Forster B.P., Waugh R. Quantitative trait loci for germination and malting quality characters in a spring" barley cross //Crop Sci. 1996. Vol.36. P.265-273.

Osborne B.G., Anderssen R.S. Single-Kernel Characterization Principles and Applications// Cereal Chem. Vol. 80. №5. 2003. P.613-622.

Walker Cassandra K., Panozzo J.F., Ford R., Eckermann P., Moody D., Lehmensiek A., Appels R. Chromosomal loci associated with endosperm hardness in a malting barley cross.// Thear. and Appl. Genet. 2011. Vol.122. №1. P.151-162.

Nair S., Ullrich S.E., Baik B.K. Association of barley kernel hardness with physical grain traits and food processing parameters// Cereal Chem. 2011. Vol.88. №2. P.142-147.

Bowman J.P., Blake T.K., Surber L.M., Habernicht D.K., Bockelman H. Feed quality variation in the barley core collection of the USDA national small grains collection// Crop sci. 2001. Vo.l. 41. P.863-870.
Turuspekov Y., Beecher B., Darlington Y., Bowman J., Blake T.K., Giroux M.J. Hardness locus sequence variation and endosperm texture in spring barley //Crop sci., 2001. Vol.48. P.1007-1013.
Brennan C.S., Harris N., Smith D., Shewry P.R. Structural differences in the mature endosperms of good- and poor-malting barley cultivars //J Cereal Sci. 1996. Vol.24. P.171-177.
Galassi E., Gazzelloni G., Taddei F., Crespi, P., Gazza, L., Pogna, N. Hordoindoline composition and kernel hardness in barley (Hordeum vulgare). Proceedings of th joint meeting AGI-SIBV-SIGA. 2011. P. 9..

УДК 631.527.02

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВЫХ РЕСУРСОВ ЯЧМЕНЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ Fe В ЗЕРНЕ

Т.В.Савин[1], А.И.Абугалиева[1, 2], И.Чакмак[3], Э.В.Савин[2]

[1]Казахский Национальный Аграрный Университет, Алматы, Казахстан, savintimur_83@mail.ru
[2]Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, Алмалыбак, Казахстан, kiz_abugalieva@mail.ru
[3]Университет Сабанчи, Стамбул, Турция, cakmak@sabanciuniv.edu

Резюме

Регионы распространения ярового и озимого ячменя можно дифференцировать на зоны, 1) где имеется потенциал формирования биофортификационного зерна ячменю с выделением отдельных из них, в которых отмечена тенденция стабильности и 2) где уровень содержания Fe сохраняется низким независимо от условий репродукций и неперспективны для Fe − обогащенной продукции. По максимальной степени выраженности признака «содержание Fe в зерне» в конкретной репродукции и условиях из 72 образцов ярового ячменя выделены сорта: Байшешек (в 3^{ex} репродукциях), Аккаин, Акжол и Шынар.

Ключевые слова: ячмень, сорта, содержание Fe в зерне, биофортификация.

BARLEY VARIETIES RESOURCES ON THE FE CONTENT IN THE GRAIN CHARACTERIZATION

T.V.Savin[1], A.I.Abugalieva[1,2], Cakmak I.[3], E.V.Savin[2]

[1]Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan, savintimur_83@mail.ru
[2]Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing, Almalybak, Kazakhstan, kiz_abugalieva@mail.ru
[3] Sabanci University, Istanbul, Turkey, cakmak@sabanciuniv.edu

Summary

Regions of spring and winter barley distribution can be differentiated into zones 1) where there is potential for the formation of biofortificational barley grain with the release of some of them, which was a trend of stability, and 2) where the Fe content level is kept low regardless of the reproductions and unviable for Fe – riched by the products. According to the maximum degree of the properties "Fe content in the grain," and in particular the reproduction conditions of 72 spring barley varieties samples are highlighted: Baisheshek (in 3 reproductions) Akkain, Akzhol and Shinar.

Key words: barley, varieties, the Fe content in the grain, biofortification.

Обеспечение людей качественно полноценным питанием, сбалансированным по составу и содержанию необходимых для организма элементов, является одной из важнейших проблем современности. Множество людей на Земле, особенно женщины и дети, страдают от недостатка в пище микроэлементов. По данным Казахской Академии питания, более полутора миллиона человек в Казахстане поражены железодефицитной анемией.

Железонедостаточная анемия наиболее распространенный дефицит из микроэлементов (Welch et. al., 2005).

Один из подходов для улучшения питания – повышение концентрации Fe в съедобной части пищи. Несколько сельскохозяйственных стратегий для улучшения Fe концентрации в пищевых растениях были предложены, включая изменяющиеся пищевые системы, использование удобрений и органических включений, селекция сортов и растений, молекулярно-генетическая информация и изменение фермерского менеджмента (Graham et. al., 2001). Среди этих стратегий, отбор и селекция Fe − богатой пищи выделяется как экономическая и устойчивая стратегия (Graham et. al., 2001). При этом усвояемость микроэлементов организмом человека из естественных продуктов питания гораздо эффективней по сравнению с искусственным обогащением продуктов питания. Этот биологический подход естественного повышения микроэлементов в растениях получил название «биофортификации».

Генетические вариации в концентрации Fe были исследованы на больших банках гермоплазмы для использования в селекции, включая пшеницу, рис, кукурузу, свеклу и кассаву (Graham et. al., 2001). Как результат были обнаружены значимые вариации. Для примера в зерне пшеницы значение вариации между низкими и высокими концентрациями среди несколько сотен образцов (Monasterio, Graham 2000) в зерне риса Fe концентрация варьировала от 7 до 24 мг/кг (Graham et. al., 2001). Cakmak et. al. (2000) показал, что Fe концентрация варьирует от 15 до 96 мг/кг среди 1100 образцов дикой тетраплоидной пшеницы, *Tr.turgidum ssp.dicoccoides*. Ячмень − четвертая основная зерновая культура в мире и имеет широкое использование в питании животных, для производства солода (пива и виски) и основная пища в отдельных регионах, таких как Тибет. Для скрининга вариации сортов и генотипов по концентрации Fe в зерне ячменя были системно исследованы 2 коллекции ячменя: 274 стандартных сорта, созданных в Центре ячменя исследовательского института биоресурсов (Окаяма Университет) и 135 сортов американской коллекции ячменя (BCCAM) (Ma et. al., 2004). Концентрация Fe в зерне ячменя показала большую изменчивость от 24,6 до 63,3 мг/кг (Окаяма Университет), от 21,0 до 83,0 мг/кг BCCAM. Установлено, что концентрация Fe не связана с ключевыми характеристиками сортов ячменя: типом рядности, пленчатость/ голозерность, с местом происхождения сортов ячменя. Около 90% всего Fe локализуется в зерне без пленки. Такие результаты дают фундаментальные данные для селекции Fe − богатых сортов и для изучения механизмов, объясняющих генотипическую изменчивость в концентрации Fe.

В последние годы установлено, что существует сортовая дифференциация зерновых по накоплению жизненно важных микроэлементов (цинк, железо и др.), определяющих питательную ценность зерна и продуктов ее переработки (Morgounov et. al., 2007; Cakmak et. al., 2004; Yang et. al., 2007; Абугалиева и др., 2009). Поэтому задача создания и скорейшего внедрения в сельскохозяйственное производство новых сортов, сочетающих высокие хозяйственно-ценные признаки с генетически обусловленным высоким содержанием микроэлементов и адаптированных к агроклиматическим условиям региона, является одним из важнейших факторов стабильного производства высококачественной продукции.

Цель наших исследований − изучение генотипической вариации содержания Fe в зерне сортов ячменя Казахстана.

Содержание Fe и Zn в зерне определены методами атомной адсорбции и спектральным: индуктивно плазменно-атомной эмиссионной спектрометрии – ICPAES (Cakmak et. al., 2000).

Впервые сорта ячменя Казахстана по содержанию Fe и Zn оценены в засушливых условиях (Алеппо, Сирия, ИКАРДА). Размах изменчивости по содержанию Fe в зерне сортов составил 30-51 мг/кг. Максимальный уровень Fe отмечен для сорта Гамбринус − 51 мг/кг и

далее для сортов: Береке 54, Арна и Медикум 8955 (47 и 42 мг/кг). В целом, зарегистрированные сорта ячменя характеризовались уровнем Fe в зерне в пределах 30-40 мг/кг (Абугалиева и др., 2009). Поскольку фактор среды влияет на концентрацию минералов в зерне, сопоставительные и полезные данные могут быть получены для генотипов, выращенных в одних условиях и одного сезона.

Содержание Fe в зерне сортов ячменя оценено по 2-14 образцам каждого сорта, выращенного в различных условиях Алматинской, Жамбылской, Южно-Казахстанской (ЮКО), Кзыл-Ординской и Западно-Казахстанской (ЗКО), Северо-Казахстанской (СКО), Восточно-Казахстанской (ВКО), Акмолинской, Карагандинской областей в 2-ух репродукциях (табл.). Выборка сортов неоднозначна по условиям выращивания, но отражает их региональное распространение в пределах каждой области. Алматинская область разделена на 4 почвенно-климатические зоны: 1) горная − обеспеченная богара (Гвардейский); 2) предгорная − полуобеспеченная богара и поливные земли предгорий (Саркандский); 3) Поливная − светло-каштановые и сероземные почвы (Илийский орошаемый, Талдыкорганский комплексный); 4) Богарная − на сероземах (Илийский комплексный, Кербулакский).

Изучено 23 сорта ячменя по 85 образцам (19 яровых + 4 озимых).

Содержание Fe в зерне сортов ячменя в условиях ГСУ Алматинской области (ур.2004-2006 гг.), мг/кг

Сорта	Среднее	min	max	% генотипов с содержанием Fe >60 мг/кг	k изменчивости
Яровой ячмень					
Аккаин	54±0,8	42	**77**	**40**	1,83
Акжол	52±1,0	36	67	11	1,86
Арна	48±0,8	33	61	22	1,85
Асем	55±1,1	40	62	**67**	1,55
Байшешек	**79**±2,1	**51**	**103**	**100**	2,02
Жан	52±1,0	47	62	25	1,32
Мальц	40±0,7	36	45	−	1,25
Марни	44±0,5	40	47	−	1,18
Одесский 100	**57**±0,4	**48**	**72**	25	1,50
Престиж	45±0,5	44	46	−	1,05
Север 1	50±0,8	39	59	−	1,51
Скарлет	48±0,5	46	50	−	1,09
Сильфида 257	46±0,4	39	52	−	1,33
Сусын	56±0,7	51	59	−	1,16
Туран 2	47±0,9	34	68	17	2,00
Шынар	43±0,4	38	48	−	1,26
Итого ярового ячменя	51±1,2	33	103	19	1,49
Озимый ячмень					
Байшешек	60±0,8	54	66	50	1,22
Береке 54	59±1,2	44	87	33	1,97
Россава	56±1,2	45	70	40	1,55
Тлек	38±0,4	36	41	−	1,14
Среднее озимый	53±1,0	36	87	31	1,47

Как видно из данных таблицы в условиях Алматинской области выделяются повышенным содержанием Fe в зерне сорта Байшешек (51 и 103 мг/кг), Аккаин (65 и 74 мг/кг), Арна (61 мг/кг) в условиях Илийского комплексного и Илийского орошаемого ГСУ. По средним значениям содержания железа в пределах области выделяются сорта Байшешек (51-

103 мг/кг) и Сусын (51-59 мг/кг). Коэффициент изменчивости отражает спектр вариабельности по содержанию Fe в зависимости от условий выращивания (распространения) 23 сортов ячменя и варьирует от 1,05 до 2,02 (сорт Байшешек). К группе высоковарьирующих сортов (≥2,00) относится также сорт Туран 2. Коэффициент изменчивости для сортов, представленных по 4-9 образцам (9 из 23 изученных сортов) варьирует от 1,25 до 2,00. При этом наиболее стабильным являются сорта Мальц (при среднем 40 мг/кг) и Жан (52 мг/кг). Содержание Fe в зерне в разных условиях формируется нестабильно. Для Алматинской области выделяются условия Кербулакского ГСУ в репродукции 2004 г., в которых сорта характеризуются повышенным содержанием Fe в зерне 52-103 мг/кг. Судя по средним фоновым значениям содержания Fe в зерне в условиях Илийского комплексного и Илийского орошаемого ГСУ не равнозначны. Условия года отражались сортоспецифично для большинства генотипов наиболее четко в условиях Талдыкорганского (43-52 мг/кг) и Илийского комплексного ГСУ (61-44 мг/кг). По максимальной степени выраженности признака «содержание Fe в зерне» в конкретной репродукции и условиях из 72 образцов ярового ячменя выделены сорта: Байшешек (в 3^{ex} репродукциях), Север 1 (2); Аккаин, Акжол, Арна и Сауле (в одной репродукции). Соответственно самыми высокими средними, минимальными и максимальными значениями Fe в зерне характеризовались сорта ярового ячменя в Алматинской области – Байшешек, Одесский 100, Сусын и Аккаин. Доля генотипов с содержанием Fe более 60 мг/кг для сортов варьировала от 0% до 100% (Байшешек). Для сортов Асем и Аккаин отмечена относительно высокая доля генотипов с содержанием Fe выше 60 мг/кг (67 и 40% соответственно). Среди сортов, зарегистрированных и перспективных для Алматинской области как относительно стабильный можно отметить сорт Байшешек без данных по Илийскому ГСУ. Таким образом, сорта Асем и Арна требуют дополнительного изучения на предмет генетического потенциала и стабильности изучаемого признака. Максимальные значения селективно значимого уровня (60 мг/кг) характерны для сортов: Акжол, Шынар и Туран 2, а также близкие к ним сорта Сусын, Сауле, Байшешек и Жан (75-40%). Причем сорта Арна и Сауле сохраняли относительно высокий уровень в условиях Ленгерского и Георгиевского ГСУ в обеих репродукциях в Южно-Казахстанской области.

В условиях Жамбылской области выделен как перспективный по содержанию Fe при возделывании их в условиях аналогичных Красногорскому ГСУ сорт Байшешек.

В Костанайском регионе по среднему значению выделялись сорта: Байшешек и Карабалыкский 150 (k=1,34 и среднее 35 мг/кг). По максимальной степени выраженности в конкретной репродукции выделяются сорта местной (региональной) селекции Убаган (Камышинский и Аркалыкский ГСУ) и Карабалыкский 150 (Камышинский ГСУ и Казахстанская ГСС). В целом, по области затруднительно выделить сорта со стабильно высоким содержанием Fe в зерне. В СКО можно выделить для дальнейшего изучения сорта Аккаин, Астана 2000, Омский 95 и Шынар.

В условиях Жалагашского ГСУ КЗО отмечен высокий уровень содержания Fe в зерне, особенно для сортов Акжол, Шынар. В условиях восточного региона выделяются сорта Шынар, Байшешек (Зыряновский ГСУ) и Целинный голозерный, Целинный 91 (Курчумский ГСУ).

Ареал распространения ячменя в Казахстане охватывает Алматинскую, Жамбылскую, Южно-Казахстанскую области в яровом и озимом варианте, Кзылординскую, Западно-Казахстанскую и Актюбинскую области, ВКО, СКО, Акмолинскую область, Костанайский регион с основной площадью для трех последних. Озимый ячмень возделывается на поливных и богарных землях, в том числе на полуобеспеченной богаре, в предгорных, среднегорных зонах, на высокогорных плоскогорьях и в то же время в сухостепной и степной зонах на светло-каштановых, сероземах и темно-каштановых почвах.

Безусловно, такая широкая амплитуда вертикальной зональности, широтной поясности, типов почв и климатических условий обуславливают высокую вариабельность по биологическим и хозяйственно-ценным признакам у генотипов озимого и ярового ячменя, в том числе и по содержанию микроэлементов в зерне.

Селективно значимый уровень содержания Fe (≥60 мг/кг) формировался на многих участках у большинства сортов: Илийский комплексный (61 мг/кг); Ленгерский, Георгиевский (76, 69 мг/кг); Мартукский (76 мг/кг) и Зеленовский (85 мг/кг). Эти данные позволяют судить о биофортификационном потенциале указанных регионов при наличии сортов и условий выращивания. Селективно значимого уровня по среднефоновым значениям в урожае 2006 г. достигали все участки на юге и западе, Шалакынский (71 мг/кг) ГСУ − в СКО; Камышинский и Карасуский в Костанайском регионе, все ГСУ Павлодарской области, Осакаровский ГСУ – Карагандинской области и Егендыкольский в Акмолинской области.

Таким образом, регионы распространения ярового и озимого ячменя можно дифференцировать на зоны, 1) где имеется потенциал формирования биофортификационного зерна ячменю с выделением отдельных из них, в которых отмечена тенденция стабильности и 2) где уровень содержания Fe сохраняется низким независимо от условий репродукций и неперспективны для Fe − обогащенной продукции.

Литература

Абугалиева А.И., Грандо С., Сариев Б.С., Алимгазинова Б.Ш., Савин Э.В. Характеристика коллекции ячменя по биохимическим показателям зерна, определяющим его хозяйственную ценность //Межд. конф. Памяти Е.Н.Синской «Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы эволюции и систематики культурных растений», 9-11 декабря 2009 г. – Санкт-Петербург. Россия. ВИР. С.244-247.

Welch R.M., William A, Ortiz-Monasterio I., Cheng Z. Potential for omproving bioavailable zinc in wheat grain (Triticum spesies) through plant breeding //J. Agric. Food Chem. 2005. Vol.53. P.2176-2180.

Graham R.D., Welch R.M., Bouis H.E. Addressing micronutrient malnutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods: principles, perspectives and knowl-edge gaps //Adv. Agron. 2001. Vol.70. P.77-142.

Monasterio I., Graham R.D. Breeding for trace minerals in wheat //Food Nutr Bull. 2000. Vol.21. P.392-396.

Cakmak I., Ozkan H., Braun H.J., Welch R.M.,Romhrld V. Zinc and Iron concentration in seed of wild, primitive, and modern wheats //Food Nutr Bull. 2000. Vol.21. P.401-403.

Ma et. al., 2004.

Morgounov A.I., Gomez-Becerra H.F., Abugalieva A.I., Dzhunusova M., Yessimbekova M.A., Muminjanov H., Zelenskiy Y., Ozturk L., Cakmak Y. Iron and Zinc grain density in common wheat grown in Central Asia. //Euphytica. 2007.

Cakmak I., Torun A., Millet E., Feldman, Fahima T., Korol A., Nevo E., Braun H.J., Ozkan H. Triticum dicoccoides: An Important Genetic Resource for Increasing Zinc and Iron Concentration in Modern Cultivated Wheat //Soil. Sci. Plant Nutr. 2004. Vol.50 (7). P.1047-1054.

Yang X-E., Chen W-R., Feng Y. Improving human micronutrient nutrition through biofortification in the soil-plant system: China as a case study //Environmental Geochemistry and Health. 2007. Vol.29 (5). P.413.

УДК 633.111.:632.111:581.1

ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТА ЗЛАКОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

Э. А. Гончарова, Н. В. Почепня, М. Н. Ситников
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: e.goncharova@vir.nw.ru

Резюме

Изучены признаки продуктивности ячменя при разных дозах азотного питания. Установлено, что увеличение обеспечения растиния азотом приводит к повышению кустистости. Биомасса боковых стеблей становится определяющим признаком в биомассе растения.

Ключевые слова: ячмень, продуктивность, азотное питание.

PHISIOLOGO-GENETIC EFFECTIVENESS OF NITROGEN USING BY CEREALS FOR FORMATED GRAIN PROIDUCTIVITY

E. A. Goncharova, N. V. Pochepnya, M. N. Sitnikov
N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry of RAAS, St. Peterburg, Russia, e-mail: e.goncharova@vir.nw.ru

Summary

The traits of productivity of barley at different doses of nitrogen were studied. It was found, tillering were increased with the increasing the availability of plants with nitrogen. Lateral stems biomass become a defining feature of plant biomass.

Key words: barley, productivity, nitrogen nutrition.

Введение

Известно, что дефицит азота в почве в настоящее время остается главным лимитирующим фактором для урожая и широко распространенной проблемой во всем мире. Применение азотных удобрений в сельском хозяйстве составляет 50-70% себестоимости получаемой продукции. Внесение удобрений по единым нормам для различных условий не позволяет эффективно использовать естественное плодородие почв и может сопровождаться непроизвольными потерями питательных веществ удобрений, и требует обязательного проведения разнообразных агротехнических мероприятий. Это повышает себестоимость производимой сельскохозяйственной продукции. Вместе с тем всегда остается угроза, что воздействие ряда нерегулируемых факторов может свести к нулю эффект от применения дорогостоящих удобрений (Трапезников др., 1999).

Проблема питания растений с генетических позиций привлекает внимание всё большего числа исследователей. При проведении селекционных программ необходимо предусматривать направленное создание энергетически рациональных (агрохимически перспективных) сортов, устойчивых к стресс-факторам в зоне корней. Конструирование их и внедрение в производство будет одним из ключевых факторов при создании энергосберегающих технологий в земледелии, так как незнание особенностей корневого питания возделываемых сортов и неустойчивость их к стрессам приводит к недополучению 30-60% урожая (Климашевский, 1991).

Учитывая важную роль азота в жизни растения и дефицит во всем мире этого элемента в почве, наиболее перспективной для изучения остается область физиологи-генетического контроля поглощения и усвоения его растениями.

В связи с этим, в задачу наших экспериментов входило проведение физиолого-генетического контроля системы, определяющей признаки продуктивности у разеых сортов ячменя и подбор оптимального агрономического фона соответствующего биологическим и генетнческим свойствам сортов.

Сортовое разнообразие исследуемого объекта представлено в табл. 1. Исходным материалом для наших экспериментов служили 15 сортов ярового ячменя (*Hordeum vulgare L.*), отобранных из коллекции ячменя ВИР: из них 11 – двурядых (*ssp. distichon L.*) и 4 – шестирядных (*ssp. vulgare L.*). Отобранные сорта различались по эколого-географическому происхождению и технологическому назначению. Образцы рекомендованы сотрудниками отдела генетических ресурсов овса, ржи и ячменя ВИР в связи с задачами исследования.

Таблица 1. Характеристика объектов изучения – яровой ячмень (вегетационный опыт)

Номер по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Назначение (специализация)
Двурядный ячмень			
к-27346	Rubin	Чехословакия	пивоваренный
к-22737	Nadja	Германия	пивоваренный
к-27491	Harrington	Канада	пивоваренный
к-27580	ANT 148	Дания	пивоваренный
к-30564	Piramid	Франция	пивоваренный
к-30371	Scarlett	Германия	пивоваренный
к-30242	Скиф (кинел.)	РФ, Самарская обл.	пивоваренный
к-30614	Cutter	Австралия	кормовой
к-30821	Annabel	Германия	пивоваренный
к-8514	Винер	РФ, Кировская обл.	кормовой
к-26864	Одесский 100	Украина, Одесская обл.	пивоваренный
Многорядный ячмень			
к-26959	Morex	США	пивоваренный
-	Steptoe	США	кормовой
к-30653	Korsbyg	Дания	кормовой
к-22089	Белогорский	РФ, Ленинградская обл..	кормовой

Для изучения физиолого-генетических систем, контролирующих признаки продуктивности при разных дозах азотного питания, в работе использовали гибриды F1, полученные в 2006 г. по полной диаллельной схеме скрещиваний между пятью сортами двурядного ячменя: Scarlett, Скиф, Cutter, Annabel, Винер. Сорта были отобраны после первого года испытаний как контрастные по формированию признаков продуктивности в условиях различной обеспеченности азотом почвы в зоне корней.

Эксперименты проводили в 2005-2008 гг. в условиях вегетационного опыта (Пушкинские лаборатории ВИР). Изучение родительских сортов ячменя проводили в условиях вегетационного опыта. Растения выращивали в сосудах на 5 кг сухой почвы (по 10 шт в каждом), в трехкратной повторности, при оптимальной водообеспеченности. Полив проводили нормировано. Потери удобрений от промывания при поливе исключались, т.к. излишки воды собирались в поддон и возвращались обратно в сосуд.

Варианты опыта в эксперименте различались по количеству вносимого в почву азотного удобрения (аммиачная селитра NH_4NO_3), рассчитанных от оптимальной нормы для зерновых культур в условиях вегетационного опыта общепринятыми методами (по Журбицкому) по схеме:

1) без добавления азотных удобрений – естественное плодородие (без N);

2) половина от оптимальной дозы N (0,5N) - 0,075 г д.в. на 1 кг почвы;

3) оптимальная доза N для зерновых (Nопт) - 0,15 г д.в. на 1 кг почвы.

Нормы вносимых калийных (KCl) и фосфорных удобрений ($Ca(H_2PO_4)*H_2O$) были оптимальными для зерновых культур (по 0,1 г д.в. на 1 кг почвы) в условиях вегетационного опыта (Журбицкий, 1968).

У родительских сортов ячменя и гибридов изучали 19 основных морфофизиологических признаков и элементов структуры урожая: 1) длина соломины главного стебля (ДГС), см; 2) длина главного колоса (ДГК), см; 3) масса соломины главного стебля (МГС), г; 4) масса главного колоса (МГК), г; 5) масса боковых стеблей (МБС), г; 6) масса растения (МР), г; 7) число зерен в главном колосе (ЧЗГК), шт; 8) масса зерен с главного колоса (МЗГК), г; 9) число зерен с боковых колосьев (ЧЗБК), шт; 10) масса зерен с боковых колосьев (МЗБК), г; 11) масса 1000 зерен с главного колоса (М1000ГК), г; 12) масса 1000 зерен с боковых колосьев (М1000БК), г; 13) число зерен с растения (ЧЗР), шт; 14) масса зерен с растения (МЗР), г.

Полученные данные статистически обработаны по основным методикам базовой статистики (Рокицкий, 1978; Доспехов, 1979) и с помощью компьютерных программ Excel и STATISTICA 6.0. Для ыбороки из 30 растений каждого варианта были рассчитаны средние, ошибки среднего, стандартное отклонение, коэффициент вариации.

Определение физиолого-генетических параметров и построение графиков Хеймана (Драгавцев и др., 1984, 2002, 2005, 2009) для изучаемых признаков проводили по результатам анализа растений родительских сортов и популяции гибридов F1.

В результате исследований было отмечено, что различные сорта и подвиды ячменя в ответ на изменения обеспеченности растений азотом имеют различную степень изменений и направления признаков продуктивности. Были также выявлены стабильные признаки в этих условиях, характеризующиеся независимостью от обеспеченности растений азотом. Так, ДГС, ММяк, МГС у всех сортов ячменя, независимо от принадлежности к подвидам и технологического предназначения остаются неизменными во всех вариантах обеспеченности азотом. В изменениях М1000ГК и МЗГК отмечается независимость от внесенного азота только у двурядных ячменей, а у шестирядных с повышением дозы азотных удобрений отмечено более четкое их проявление. У сорта Cutter, во всех уровнях опыта обнаружена высокая сортовая продуктивность в сравнении с другими сортами. Следовательно сортам двурядного ячменя в нашей выборке свойственна стабильность и независимость признаков М1000ГК и М1000БК не только от обеспеченности азотом, но и от общей биомассы, в отличие от сортов шестирядного, где признак М1000БК значительно зависел от азотного фона.

Результаты наших исследований позволили заключить, что различные генотипы ячменя обладают разным потенциалом отзывчивости на дозированые условия питания азотом и отличаются по эффективности его поглащения (Гончарова и др., 2007, 2009). Наши опыты позволили заключить, что принятая за оптимальную для зерновых доза азотных удобрений не всегда является таковой, а представляет собой усредненную величину (рис. 1).

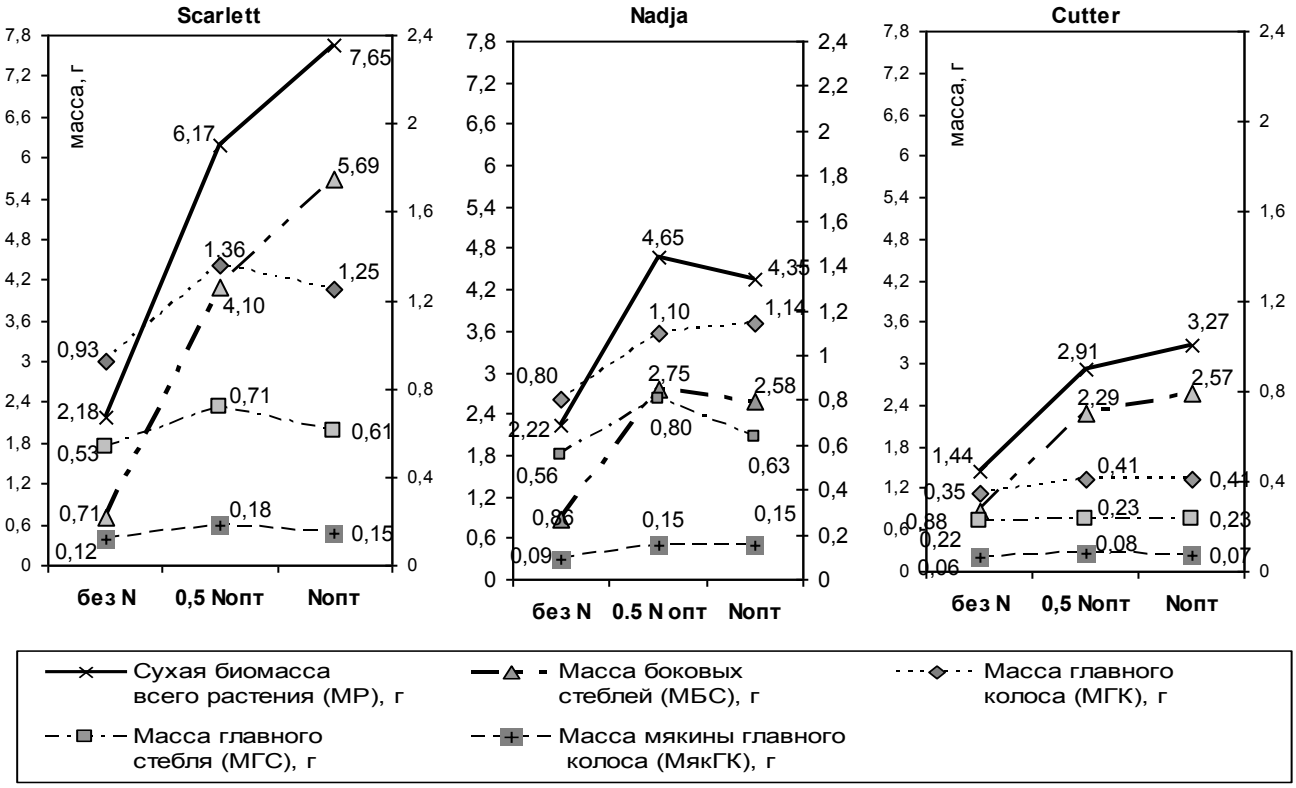


Рис. 1. Формирование биомассы у разных сортов ячменя в градиенте доз азота

Обнаружена физиолого-генетическая изменчивость признаков продуктивности у сортов в условиях их различной обеспеченности азотом. С одной стороны, для всех сортов можно отметить одинаковую положительную направленность в изменении хозйственно-ценных признаков, с другой – различия по величине изменений этих признаков у генотипов, а при Nопт еще и по направленности этих изменений (рис.1).

При норме азота 0,5N у сортов Scarlett, Harrington и Скиф величина признака МР увеличилась по сравнению с показателями для варианта «безN»: в 2,8, 1,6 и в 2 раза соответственно. У сорта Piramid это изменение составило всего 0,40 единицы (г). На фоне Nопт у сортов Scarlett, Harrington и Скиф МР заметно возрастала и повысилась соотетственно на - 1,48, 1,44 и на 1,92 г. У сортов Одесский100, Annabel и Cutter изменения МР были хоть и положительными, но незначительными - на 0,39, 0,53 и 0,36 г, соответственно. В то время как у сорта Nadja, значение МР, напротив, изменилось в отрицательную сторону на 0,3 г (см.рис.1).

По В.А.Драгавцеву (2002), при физиолого-генетическом изучении влияния азота на продуктивность растений, должен проявиться в значительной степени «индекс микрораспределения пластических веществ» (ИМ). У растений на всех уровнях минерального питания схема наследования этого признака, что показано в табл. 2 и рис. 2.

Таблица 2. Средние значения признака «индекс микрораспределения» у родителей и гибридов F1

♀ \ ♂	1.Scarlett	2.Cutter	3.Винер	4.Скиф	5.Annabel
1.Scarlett	7,84	4,63	5,03	5,63	7,56
2. Cutter	4,63	3,60	3,16	5,04	4,61
3. Винер	5,03	3,16	5,29	5,96	**6,75**
4. Скиф	5,63	5,04	5,96	5,61	**6,17**
5.Annabell	7,56	4,61	6,75	6,17	8,52

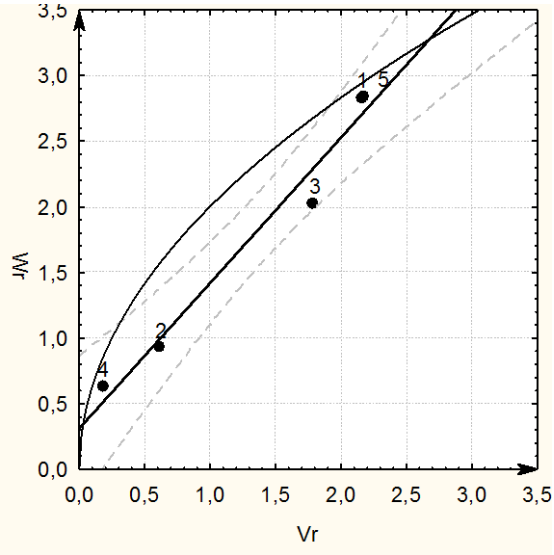


Рис.2. График Хеймана для признака «индекс микрораспределения» на 0,5N

Среди других физиолого-генетических признаков продуктивности, обращает также на себя внимание «индекс аттракции» главного колоса (ИА). По нашим данным генетические системы аттракции эффективнее работают в условиях оптимальной обеспеченности растений азотом, чем при его дефиците. Варианты опыта с разными дозами азота (0,5N и Nопт) представлены в табл. 3, 4 и на рис. 3.

Таблица 3. Средние значения признака «индекс аттракции» у родителей и гибридов F1 на фоне без N

♀ \ ♂	1.Scarlett	2.Cutter	3.Винер	4.Скиф	5.Annabell
1.Scarlett	1,57	1,72	1,16	1,18	1,49
2.Cutter	**1,72**	1,03	1,15	1,44	1,21
3.Винер	1,16	1,15	0,99	1,14	1,07
4.Скиф	1,18	1,44	1,14	0,84	0,96
5.Annabell	1,49	1,21	1,07	0,96	1,50

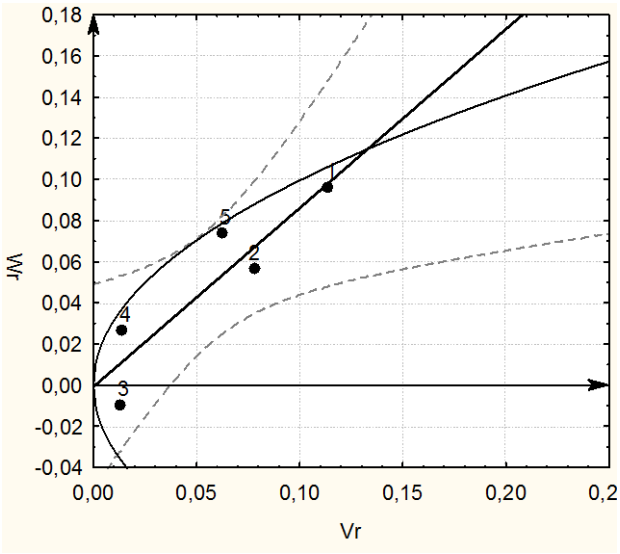


Рис.3. График Хеймана для признака «индекс аттракции» на фоне Nопт

Таблица 4. Средние значения признака «индекс аттракции» у родителей и гибридов F1 на фоне оптимального уровня азота (Nопт)

♀ \ ♂	1.Scarlett	2.Cutter	3.Винер	4.Скиф	5.Annabel
1.Scarlett	2,17	1,59	1,29	1,52	1,85
2.Cutter	1,59	1,82	1,06	1,50	1,60
3.Винер	1,29	1,06	1,37	1,24	1,23
4.Скиф	1,52	1,50	1,24	1,48	1,35
5.Annabell	1,85	1,60	1,23	1,35	1,69

Следовательно, по признакам «индекс микрораспределения пластики» и «индекс аттракции», как у двурядного, так и шестирядного ячменя, на всех фонах азотного питания был отмечен низкий уровень внутрисортового варьирования. Изученные сорта по этим признакам выровнены; а сорта ячменя, различающиеся географическим происхождением и технологическим предназначением, различаются по направленности и степени изменчивости этих признаков только при дополнительных дозах азотного питания.

В практическом аспекте нами установлено, что увеличение обеспеченности растений азотом приводит к повышению кустистости, а биомасса боковых стеблей становится определяющим признаком в общей биомассе растения; что приводит, как правило, к увеличению у растений неполноценного зерна. Поэтому, мы полагаем, что селекцию современных сортов ячменя следует целенаправленно вести на уменьшение непродуктивной кустистости растений, т.е. ограничивать образование числа боковых побегов и одновременно повышая получение качественного зерна.

Литература

Бободжанов В.А., Драгавцев В.А., Насыров Ю.С. Эколого-генетический подход к селекции растений. – СПб.: ВИР, 2002. – 112 с.

Драгавцев В.А. Отбор носителей полигенных систем адаптивности и других систем, контролирующих продуктивность озимой пшеницы, ячсеня, овса в различных регионах России. СПб.: ИД «ПапиРус» 2005. – 117 с.

Гончарова Э.А., Драгавцев В.А., Почепня Н.В. Разработка методологии создания новых эффективных технологий селекции сельскохозяйственных культур по количественным признакам продуктивности, устойчивости, качества // Матер. Междунар. науч.-практич. конф. «Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси». г. Жодино, 2009. Минск: ИВЦ Минфина. – С. 14-16.

Гончарова Э.А., Щедрина З.А., Шелест А.А., Почепня Н.В. Отзывчивость зерновых злаков на повышенные дозы минеральных удобрений // Матер. Междунар. конф., VI Съезд ОФР РАН, «Современная физиология растений: от молекулы до экосистем». г. Сыктывкар, Респ. Коми, 2007. – С. 331-333.

Драгавцев В.А., Литун П.П., Шкель И.М., Нечипоренко Н.Н. Модель эколого0генетичечского контроля количественных признако расатений. // Докл. АН СССР, 1984, Т. 274, № 3. – С. 720-723.

Климашевский Э.Л. Физиолого-гентические основы эффективности растений. // Физиологичесике основы селекции. СПб.: ВИР 1995. – С. 97-152.

Трапезников В.К., Иванов И.И., Тальвинская Н.Г. Локальное питание растений. Уфа: Гилем, 1999. – 260 с.

Чесноков Ю.В., Почепня Н.В., Бернер А., Гончарова Э.А., Драгавцев В.А. Эколого-генетическая организация количественных признаков растений и картирования локусов, определяющая агрономически важные признаки мягкой пшеницы. // Док. РАН, 208, 418: 693 – 696.

УДК 632.11:581.1

ПОЧВЕННЫЕ УСЛОВИЯ И ФИЗИОЛОГО-СЕЛЕКЦИОННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ ЗЛАКОВЫХ В ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ (агрономический аспект)

О. И. Кузнецова, Н. В. Шумлянская (Почепня), З. А. Щедрина, Э. А. Гончарова
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: e.goncharova@vir.nw.ru

Резюме

Получение устойчивых высоких урожаев зерновых культур в значительной мере зависит от обеспеченности растений минеральными элементами питания за счет внесения удобрений.

Ключевые слова: ячмень, минеральное питание, урожай.

SOIL CONDITION AND PHISIOLOGICAL IMPORTANCE DIFFERENT GENOTYPES CEREALS UNDER CONDITION OF NORTH WEST ZONE OF RUSSIA

O. I. Kuznetsova, N. V. Shumlyanskaya (Pochepnya), Z. A. Shedrina, E. A. Goncharova
N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry of RAAS, St. Peterburg, Russia, e-mail: e.goncharova@vir.nw.ru

Summary

Getting high harvest depend on supply the plant of mineral nourishment. Fertilizer application allow to run up optimal level of minerals.

Key words: barley, mineral nourishment, fertilizer.

Введение

Применение азотных удобрений в сельском хозяйстве составляет 50-70% себестоимости получаемой продукции. Для достижения наибольшей эффективности их использования необходимо учитывать наличие питательных веществ в почве и другие ее агрохимические характеристики, потребности культуры в элементах питания, а также умение прогнозировать неизбежные химические процессы, происходящие в почве и минимизировать вредные последствия, связанные с потерей азотных удобрений. В среднем коэффициент использования азота из минеральных удобрений колеблется от 40 до 60%. Это связано с типом почвы и ее агрохимическими показателями, сельскохозяйственной культуры и сортом, планирунемым уровнем урожайности, погодными условиями вегетационного периода, и в значительной степени, дозами, формами и сроками внесения удобрений.

Для стабильного сельскохозяйственного производства требуются сорта, максимально использующие естественные ресурсы среды, способные давать стабильные урожаи в изменяющихся условиях среды (Жученко, 2010). В Северо-Западной зоне России большое внимание уделяется зерновым культурам, доля которых в валовом сборе зерна превышает 80%. Ведущее значение в производстве фуражного зерна и зеленого корма принадлежит – ОВСУ.

В связи с этим, совместные усилия агрономов и ресурсников направлены на создание и внедрение в производство сортов овса интенсивного типа, характеризующихся высокой пластичностью, отзывчивостью на удобрения, с прочной неполегающей соломой, восприимчивой к болезням и вредителям, повышенным содержаниям белка и лизина, с высокими кормовыми достоинствами зеленой массы. Последнее облегчит подбор родительских пар для скрещивания и позволит сократить сроки создания сортов с заданными параметрами (Кузнецова, 2000).

Многоплановое исследование этой ценной культуры издавна привлекало внимание ресурсников ВИРа. Рассматривая обзор этой проблемы в историческом аспекте, можно отметить ее всестороннее изучение. Так, было проанализировано наследование признака продук-

тивности метелки и географическая изменчивость морфо-биологических признаков (Солдатов, Баталова, 1989; Солдатов, Петрова, 1989); донорские свойства короткостебельных сортов, а также зависимость полегаемости растений от метеорологических факторов (Лоскутов, 1989, 1989а). Получены результаты иммунологической оценки сортов и гибридов, а также представлен исходный материал для сортов интенсивного типа и характеристика их качества (Мережко, Кузнецова, 1989). И сегодня эта культура в ВИРе не потеряла своей значимости, а теоретический и практический аспекты ее широкого изучения отражены в монографиях (Лоскутов, 2009, ...) В настоящее время изучение этой культуры приобрело более широкую многоплановость при использовании различных эколого-физиологических, молекулярно-генетических и селекционных подходов.

В связи с вышесказанным, нами было установлено, что урожай овса в Северо-Западной зоне колеблется по годам. А лимитирующими факторами стабильности урожая является: количество выпавших за период вегетации осадков, особенно в «критический» период развития растения, полегание и поражение растений вредителями и болезнями. Поэтому главные усилия при создании новых сортов должны быть направлены на повышение их адаптивности к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды и стабилизацию урожайности на более высоком уровне (Удовенко, Гончарова, 1982; Кузнецова, Солдатов, 1989; Кузнецова, Мережко и др., 1989; Кузнецова, 2000).

Конструирование энергетически рациональных (агрохимически перспективных) сортов и внедрение их в производство, является одним из ключевых факторов при создании энергосберегающих технологий в земледелии. Следовательно, актуальным становится создание культурных сортов растений с увеличенным потенциалом урожая, связанным с более высокой эффективностью использования азота. Показательными в этом плане могут быть наши эксперименты проведеные в тех же условиях (экспериментальная полевая база Пушкинских лабораторий ВИР с включением метиостанций) при использовании сортового разнообразия культуры ярового ЯЧМЕНЯ.

Исходным материалом служили 15 сортов ярового ячменя (*Hordeum vulgare L.*), отобранных из коллекции ячменя ВИР. Из них 11 – двурядых (*ssp. distichon L.*) и 4 – шестирядных (*ssp. Vulgare L.*) (табл.). Отобранные сорта различались по эколого-географическому происхождению и технологическому назначению (табл.). Образцы рекомендованы сотрудниками отдела генетических ресурсов овса, ржи и ячменя ВИР в связи с задачами исследования.

Изучение формирования продуктивности на различных фонах азотного питания у разных генотипов ячменя проводили в полевых условиях, но с максимально возможным сохранением условий контролированного (вегетационного) опыта. Для имитации таких условий в поле были выкопаны и затем выстланы полиэтиленом «траншеи», размерами 1 м × 10 м × 0,25 м. Глубина «траншей» была равна глубине вегетационного сосуда. При локальном внесении азота, почву для их заполнения брали из нижних горизонтов пахотного слоя, после снятия верхних наиболее плодородных 0,15 м почвы, для создания обедненного фона по содержанию азота. Агрохимический анализ отобранной таким образом почвы, показал схожие результаты содержания основных макроэлементов NPK.

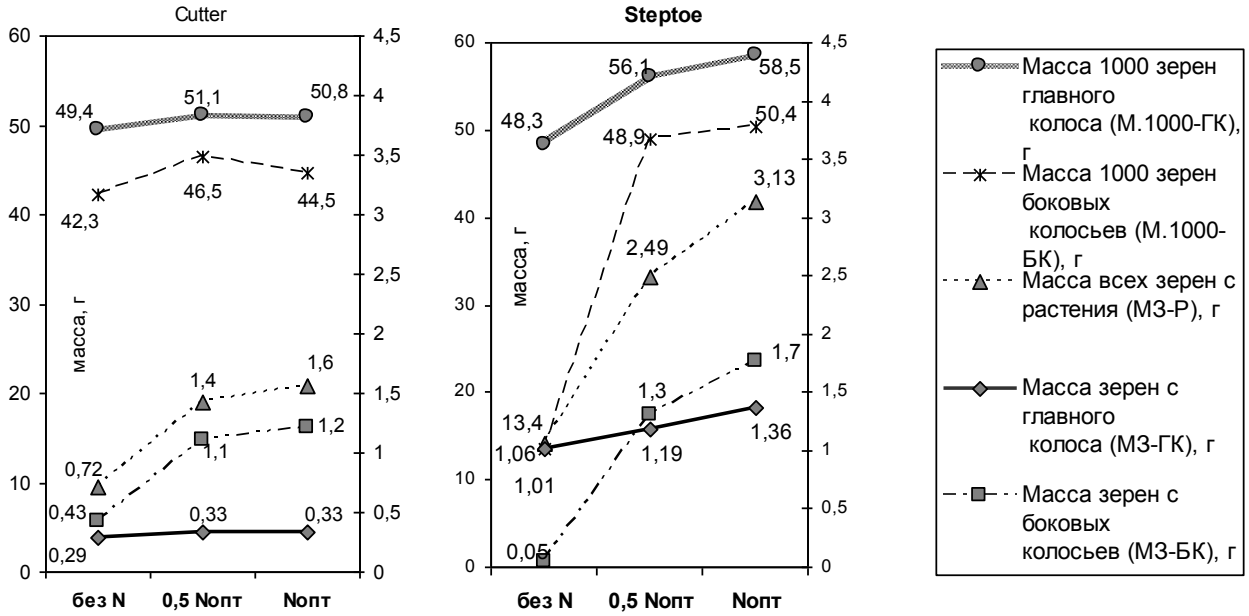
Расчет количества вносимых удобрений производили, исходя из норм, изначально вносимых в вегетационный сосуд, делая соответствующие перерасчеты на объем почвы в «траншеях». Растения выращивались при оптимальной водообеспеченности, в засушливые периоды проводился полив. Потери удобрений от промывания при поливе исключались преградой из полиэтиленовой пленки. Образцы высевали вручную, по 2 рядка каждого сорта, по 25 растений в рядке, в двухкратной повторности. Ширина междурядий была равна 0,15 м, таким образом, площадь питания растений была такой же, как в вегетационном опыте. Глубина заделки семян 3-4 см, семена, присыпали почвой, поверхность слегка уплотняли. Во второй повторности каждого варианта опыта, последовательность сортов и гибридов изменяли для рандомизации выборки.

Характеристика объектов изучения

Номер по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Назначение (специализация)
Двурядный ячмень			
к-27346	Rubin	Чехословакия	Пивоваренный
к-22737	Nadja	Германия	Пивоваренный
к-27491	Harrington	Канада	Пивоваренный
к-27580	ANT 148	Дания	Пивоваренный
к-30564	Piramid	Франция	Пивоваренный
к-30371	Scarlett	Германия	Пивоваренный
к-30242	Скиф (кинел.)	РФ, Самарская обл.	Пивоваренный
к-30614	Cutter	Австралия	Кормовой
к-30821	Annabel	Германия	Пивоваренный
к-8514	Винер	РФ, Кировская обл.	Кормовой
к-26864	Одесский 100	Украина, Одесская обл.	Пивоваренный
Многорядный ячмень			
к-26959	Morex	США	Пивоваренный
-	Steptoe	США	Кормовой
к-30653	Korsbyg	Дания	Кормовой
к-22089	Белогорский	РФ, Ленинградская обл.	Кормовой

В результате проведенных исследований были выявлены признаки, которые при варьировании доз азотного питания не остаются стабильными, уровень их существенно меняется, как у двурядного, так и шестирядного ячменя. Как известно, наиболее ценным признаком у злаковых является его продуктивность в соответствующих погодно-климатических регионах.

Последнее хорошо видно на примере изучения сортов Steptoe и Белогорский (рис.), у которых уровень проявления таких нестабильных признаков зависит от обеспеченности растений азотом. Причем особо значительное влияние на уровень их проявления оказывает нормированное (минимальное) питание уже до нормы (0,5N), тогда как повышение уровня азотного питания до нормы (Nопт) приносит гораздо меньшие и, как правило, положительные прибавки.



Формирование признаков зерновой продуктивности различных сортов ячменя в условиях локальной и различной подкормки азотом.

И хотя, (в данном объеме статьи) представлены далеко не полные результаты проведеных экспериментов (Почепня и др., 2006, 2006а, 2007 и др.), однако проведеный эколого-генетический анализ эффективности использования разных доз азота зерновыми культурами при формировании их продуктивности (на примере ярового ячменя), позволили раскрыть физиолого-генетические механизмы и выявить генотипы со стабильной продуктивностью в Северо-Западном регионе.

Литература

Гончарова Э.А., Драгавцев В.А., Почепня Н.В. Разработка методологии создания новых эффективных технологий селекции сельскохозяйственных культур по количественным признакам продуктивности, устойчивости, качества // Матер. Междунар. науч.-практич. конф. «Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси». г. Жодино, 2009. Минск: ИВЦ Минфина. – С. 14-16.

Гончарова Э.А., Щедрина З.А., Шелест А.А., Почепня Н.В. Отзывчивость зерновых злаков на повышенные дозы минеральных удобрений // Матер. Междунар. конф., VI Съезд ОФР РАН, «Современная физиология растений: от молекулы до экосистем». г. Сыктывкар, Респ. Коми, 2007. – С. 331-333.

Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. – С. 485.

Кузнецова О.И. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции овса в Северо-Западной зоне России: Автореферат дис. ... канд.с.-х.наук, СПб., 2000, – С. 21.

Лоскутов И.Г. Изучение донорских свойств короткостебельных сортов овса. // Сб. науч. трудов по прикл. ботан., генет., и селекции Исходный материал для селекции ржи и зернофуражных культур. Т.129. Л.: 1989. С. 99-101.

Лоскутов И.Г. Связь устойчивости овса к полеганию с метеорологическими условиями. // Сб. науч. трудов по прикл. ботан., генет., и селекции Исходный материал для селекции ржи и зернофуражных культур. Т.129. Л.: 1989. С. 95-99.

Лоскутов И.Г. История мировой коллекции генетических ресурсов растений в России. СПб., 2009. – С. 293.

Мережко В.Е., Кузнецова О.И. Исходный материал для селекции овса интенсивного типа в условиях Нечерноземной зоны. // Сб. науч. трудов по прикл. ботан., генет., и селекции Исходный материал для селекции ржи и зернофуражных культур. Т.129, Л.: 1989, с. 99-101. с. 109-115.

Почепня Н.В. Проблемы экологической и физиологической генетики «оплаты» элементов почвенного питания зерновыми культурами // Сб. тез. 10-я Пущинская школа-конф. молодых ученых. Пущино, 2006. – С. 306.

Почепня Н.В., Гончарова В.А., Драгавцев В.А. Экологическая и физиологическая генетика «оплата» азота растениями ярового ячменя // Сб. тез. Годичное собр. ОФР РАН – конф. «Физиология растений – фундаментальная основа современной фитобиотехнологии». Ростов н/Д.: РГУ, 2006. – С. 139.

Солдатов В.Н., Баталова Г.А. Наследование признаков продуктивности метелки у овса // Сб. научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции Исходный материал для селекции ржи и зернофуражных культур., т. 129). Л.: ВИР, 1989. с. 189-134.

Солдатов В.Н., Петрова Г.Л. Географическая изменчивость исходных морфо-биологических признаков у сортов овса. Там же. с. 84-91.

Удовенко Г.В., Гончарова Э.А. Влияние экстремальных условий среды на структуру урожая сельскохозяйственных растений. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – С. 144.

УДК 633.11:581.132.2

ФОТОПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ОВСА РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДНИЯ

В. А. Кошкин, И. Г. Лоскутов, И. И. Матвиенко, Л. О. Смирнова
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: koshkin-va@mail.ru

Резюме

В статье изложены результаты исследований скороспелости и фотопериодической чувствительности длиннодневной культуры овса различного географического происхождения. Выделены скороспелые слабочувствительные образцы овса и созданы линии овса, различающиеся по генам фотопериодической чувствительности.

Ключевые слова: овес, скороспелость, фотопериодическая чувствительность, фотопериод.

PHOTOPERIODIC SENSITIVITY OF OATS SAMPLES OF DIFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN

V. A. Koshkin, I. G. Loskutov, I. .I. Matvienko, L. O. Smirnova
N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, e-mail: koshkin-va@mail.ru

Summary

The results of researching precocity and photoperiodic sensitivity of long-day oats culture of various geographical origin are presented in paper. The weak photoperiodic sensitivity precocious oats samples are singled out and the oats lines different in photoperiodic sensitivity genes are produced.

Keywords: oats, precocity, photoperiodic sensitivity, photoperiod.

Введение

Большинство посевов овса в России размещаются в районах с неблагоприятными климатическими условиями. Для этих регионов с коротким периодом вегетации необходимы скороспелые сорта. У скороспелых форм процессы роста и развития происходят интенсивнее, чем у позднеспелых, поэтому продолжительность вегетационного периода у них короче. Общая продолжительность вегетационного периода зависит от длины отдельных межфазных периодов: всходы-колошение и колошение созревание. У пшеницы контроль продолжительности периода всходы-колошение в основном осуществляют генетические системы генов *Vrn* (реакция на яровизацию) и *Ppd* (чувствительность к фотопериоду). Слабая фотопериодическая чувствительность (ФПЧ) контролируется доминантными генами *Ppd*, сильная - рецессивными *ppd* (Keim et al,1973; Стельмах и др., 1987). В большинстве случаев сорта со слабой ФПЧ - скороспелые и представляют большую ценность для многих регионов России (Кошкин и др., 2003). У этих сортов процессы роста и развития происходят интенсивнее, чем у более позднеспелых сильночувствительных к фотопериоду сортов. У скороспелых слабочувствительных сортов пшеницы и ячменя доминантные гены *Ppd* воздействуют через фитохромную пигментную систему на хлорофилл-белковый комплекс, процессы роста и развития (Кошкин и др., 1999; Кошкин и др., 2001). По-видимому, такой же физиологический механизм и его генетическая регуляция осуществляются у растений овса, что согласуется с законом гомологических рядов Н.И.Вавилова.

Материалы и методы

Опыты по изучению фотопериодической реакции растений проводили в вегетационных и фотопериодических павильонах отдела физиологии Пушкинского филиала ГНУ ВИР (2008-20012 гг.).

Растения выращивали на дерново-подзолистой почве в пластиковых 5-литровых вегетационных сосудах в условиях естественного длинного (17 ч 30 мин - 18 ч 52 мин) и короткого (12 ч) фотопериода. Короткий день (КД) создавали, закатывая вагонетки с вегетационными сосудами в светонепроницаемый фотопериодический павильон, в котором они находились с 21 до 9 ч утра следующего дня. Растения длинного дня (ДД) закатывали на этот период времени в стеклянный павильон.

Посев в вегетационные сосуды осуществляли по периметру сосуда сухими семенами (по два зерна в одно углубление). После всходов удаляли слаборазвитые проростки, оставляя в каждом вегетационном сосуде по 10 нормально развитых растений.

Внесение удобрений и полив проводили в оптимальном для овса режиме. У каждого растения отмечали дату выметывания после выхода половины метелки главного стебля из влагалища флагового листа, маркировали стебель бумажными этикетками и вычисляли продолжительность периода всходы-выметывание.

В качестве стандарта служил сорт ярового овса Paramo (к-12358, Мексика).

ФПЧ устанавливали по величине задержки выметывания на КД по сравнению с ДД ($T_2 - T_1$) и предложенного нами коэффициента ФПЧ ($К_{фпч}$), вычисляемого по формуле ($К_{фпч} = T_2/T_1$), где T_1 и T_2 - продолжительность периода всходы-выметывание (сут) у растений овса, выращенных соответственно в условиях длинного естественного и короткого 12-часового дня (Кошкин и др., 1994). Образцы овса, задерживающие выметывание на КД по сравнению с ДД в пределах 1-20 сут и имеющие $К_{фпч}$=1,00-1,30, классифицировали как слабочувствительные к фотопериоду..

Ошибки средних величин определяли по Доспехову (Доспехов, 1979).

Результаты и обсуждение

Изучали 134 образца отечественного и зарубежного происхождения. Это местные, селекционные сорта и линии Восточной и Западной Европы (Россия, Украина, Белоруссия, Финляндия, Швеция, Норвегия, Эстония, Польша, Болгария, Словакия, Германия, Франция), Средиземноморского региона (Сирия, Израиль, Турция, Греция, Алжир, Марокко, Испания, Португалия), Кавказского региона (Грузия), Средней Азии (Казахстан, Иран), Африки (Эфиопия, ЮАР), Северной, Центральной и Южной Америки (Канада, США, Мексика, Эквадор, Колумбия, Перу, Чили, Аргентина, Бразилия), Монголии, Китая, Японии, Индии и Австралии.

Среди изученных образцов овса обнаружены 19 источников скороспелости и слабой ФПЧ: к- 2895, (Израиль); к-12234, Guelatao, к-13360, EXP I-76 VAR-OTT-CV 1271, (Мексика); к-14922, Y 5 (Китай): к-7751, Местный, (Турция); к-14620, Newman, (Канада); к-15022, (Россия); к-15106, S. Romeo, (Португалия); к-11623, Irwin, к-11624, SWAN, к-12285, 69 Q 04, к-15165, Wintaroo, к-15173, Mitika (Австралия); к-15111, Z-15 (Колумбия); к- 15110, Sumannee, к-15153, B 525 – 336; к-15216, P. T. 629063; к-15262, PA 7967 – 3145; к-15267, IN 09201 (США).

Большинство из них происходят из субтропической и тропической зон нашей планеты. Однако нами выявлены скороспелые и слабочувствительные к короткому фотопериоду сорта, происходящие из северных стран (Канада, США). Это свидетельствует о том, что доминантные гены фотопериодической чувствительности селекционеры этих стран уже ввели в культуру овса. Почти все изученные отечественные сорта оказались чувствительными к короткому фотопериоду.

Нами созданы линии, различающиеся по генам фотопериодической чувствительности (Смирнова, 2011).

В 2010-2011 гг. скороспелые слабочувствительные линии 1 и 2, как и в 2010 г. (табл.1)

имели небольшую задержку на коротком дне по сравнению с длинным (9,4; 11,1 сут) и низкий $К_{фпч}$ = 1,25; 1,31, в то время как среднеспелые чувствительные линии 1 и 2 почти в 2 раза задержали свое развитие на коротком дне и имели более высокий $К_{фпч}$ = 1,53 и 1,55. Наиболее высокий $К_{фпч}$ = 1,84 был у позднеспелой линии (табл. 2).

Таблица 1. Характеристика линий овса по ФПЧ (Пушкинский филиал ВИР, вегетационный опыт, 2010 г.)

№ по каталогу ВИР	Сорт, образец	Форма	Всходы - выметывание, сут		$Т_2 - Т_1$	$К_{фпч}$
			$Т_1$	$Т_2$		
12230	Chihuahua	Скороспелая	37,4±0,50	47,2±0,56	9,80	1,26
14668	Anatolisher	Позднеспелая	43,0±0,00	75,9±1,55	32,90	1,77
F3 (Chihuahua x Anatolisher)		Скороспелая 1	37,9±0,48	45,3±0,42	7,30	1,19
F3 (Chihuahua x Anatolisher)		Скороспелая 2	39,3±0,37	47,0±0,47	7,70	1,20
F3 (Chihuahua x Anatolisher)		Среднеспелая 1	41,8±0,39	63,8±0,96	22,0	1,53
F3 (Chihuahua x Anatolisher)		Среднеспелая 2	38,9±0,31	57,7±0,42	18,80	1,48

Примечание: $Т_1$ и $Т_2$ - продолжительность периода всходы-выметывание (сут) у растений овса, выращенных соответственно в условиях длинного естественного и короткого 12-часового дня;
$Т_2 - Т_1$ - задержка выметывания растений на КД по сравнению с длинным (сут);
$К_{фпч} = Т_2/Т_1$ - коэффициент фотопериодической чувствительности растений.

Таблица 2. Характеристика линий овса по ФПЧ (Пушкинский филиал ВИР, вегетационный опыт, 2011 г.)

№ по каталогу ВИР	Сорт, линия, образец	Форма, комбинация скрещиваний	Всходы – выметывание, сут.		$Т_2 - Т_1$	$К_{фпч}$
			$Т_1$	$Т_2$		
12230	Chihuahua	Скороспелая	35,5±0,48	44,8±0,65	9,3	1,26
14668	Anatolischer	Позднеспелая	44,3±1,15	89,0±0,50	44,7	2,01
Скороспелая 1		(Chihuahua x Anatolisher) F_4	37,3±1,59	46,7±0,80	9,4	1,25
Скороспелая 2		(Chihuahua x Anatolisher) F_4	35,8±0,25	46,9±0,59	11,1	1,31
Среднеспелая 1		(Chihuahua x Anatolisher) F_4	40,4±0,34	61,7±0,37	21,3	1,53
Среднеспелая 2		(Chihuahua x Anatolisher) F_4	37,4±0,31	57,9±0,74	20,5	1,55
Позднеспелая		(Chihuahua x Anatolisher) F_4	48,3±1,54	89,0±3,00	40,7	1,84

Примечание: обозначения те же, что в таблице 1.

Заключение

Выделенные скороспелые и слабо чувствительные формы овса в основном происходят из субтропической и тропической зон нашей планеты. Однако обнаружены скороспелые и слабо чувствительные к короткому фотопериоду сорта, происходящие из северных стран (Канада, США). Это свидетельствует о том, что доминантные гены фотопериодической чувствительности селекционеры этих стран уже ввели в культуру овса с целью ускорения развития растений. Почти все изученные отечественные сорта оказались чувствительными к короткому фотопериоду. Выделенные образцы ярового овса и созданные нами линии представляют значительную ценность и могут быть использованы в селекции для создания новых скороспелых продуктивных сортов.

Литература

Keim D.L., Welsh J.R.., Mc Connel R..L. Inheritance of Photoperiodic heading response in winter and spring cultivars of bread wheat // Can. J. Plant Sci. 1973. Vol. 53. N 2. P. 247-250.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.:Колос. 1979. 416 с.

Кошкин В.А., Лоскутов И.Г., Солдатов В.Н., Матвиенко И.И. Овес (Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности). Каталог мировой коллекции ВИР. 2003. Вып. 739. 19 с.

Кошкин В.А., Косарева И.А., Драгавцев В.А., Матвиенко И.И. Влияние генов Ppd на хлорофилл-белковый комплекс сортов пшеницы с различной фотопериодической чувствительностью//Доклады РАСХН. 1999. № 4. С. 6-7.

Кошкин В.А., Лискер И., Косарева И.А., Драгавцев В.А., Матвиенко И.И. Хлорофилл-белковый комплекс и фитохромная пигментная система сортов ячменя различной фотопериодической чувствительности. // IV Международный симпозиум «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». 2001. Москва-Пущино. Том II. С. 506-508.

Кошкин В.А., Кошкина А.А., Матвиенко И.И., Прядехина А.К. Использование исходных форм яровой пшеницы со слабой фотопериодической чувствительностью для создания скороспелых продуктивных линий // Доклады РАСХН. 1994. № 2. С. 8-10.

Смирнова Л.О., Генетическое разнообразие овса по фотопериодической чувствительности и скороспелости: автореф. дисс. … к.б.наук: 06.01.05, 03.01.05. - Спб., 2011. - 20 с.

Стельмах А.Ф., Авсенин В.И., Кучеров В.А., Воронин А.И. Изучение роли генетических систем Vrn и Ppd у мягкой пшеницы // Вопросы генетики и селекции зерновых культур. КОЦ СЭВ. Одесса (СССР). НИИР Прага-Рузыне (ЧССР). 1987. Вып.3. С.125-132.

УДК 633.13: 581.132: 630*114.25

ГЕНОТИПИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РЕАКЦИИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ОВСА НА ЭДАФИЧЕСКИЙ СТРЕСС

Е. М. Лисицын
ГНУ Зональный НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии,
г. Киров, Россия, e-mail: edaphic@mail.ru

Резюме

На примере 13 сортов и селекционных линий овса изучали генотипическую вариабельность изменения содержания фотосинтетических пигментов двух верхних листьев при выращивании на алюмокислой естественной почве. Проведенный кластерный анализ показал значительное генотипическое разнообразие реакций пигментного аппарата листьев на стрессовое воздействие, что указывает на перспективность селекции овса на повышение эффективности фотосинтеза в условиях кислых алюмотоксичных почв.

Ключевые слова: овес, алюминий, кислые почвы, фотосинтез, хлорофилл, каротиноиды, кластерный анализ.

GENOTYPIC DIVERSITY OF REACTION OF PHOTOSYNTETIC APPARATUS OF OATS ON EDAPHIC STRESS

E. M. Lisitsyn
North-East Agricultural Research Institute of Rosselkhozacademy,
Kirov, Russia, e-mail: edaphic@mail.ru

Summary

Genotypic variability of change of photosynthetic pigments content of two uppermost leaves at cultivation on acid aluminum soil was studied on the example of 13 varieties and selection lines of oats. Cluster analysis was carried out which was shown significant genotypic variability of reaction of pigmentary apparatus of leaves on stressful action. It is pointed out the perspective of oats breeding for increasing of effectiveness of photosynthesis under conditions of acid aluminum-toxic soils.

Key words: oats, aluminum, acid soils, photosynthesis, chlorophyll, carotenoids, cluster analysis.

Введение

Д. Холл, К. Рао (1983) считают, что вести селекцию на повышение продуктивности растений можно только обладая знаниями о влиянии различных факторов среды на эффективность фотосинтеза. Большая часть урожая культивируемых растений, как известно, является результатом работы фотосинтетического аппарата, в котором молекулы хлорофилла занимают ключевое место, поэтому содержание хлорофилла является одним из косвенных индексов фотосинтетической активности (Larcher, 1995).

Эффективность поглощения, преобразования и использования световой энергии в ходе фотосинтеза зависят от структурной организации фотосинтетического аппарата. Молекулы хлорофиллов светособирающих комплексов выполняют сложную физиологическую функцию листьев, абсорбируя световую энергию и передавая ее реакционным центрам фотосистем. Каротиноиды также вносят вклад в сбор световой энергии, однако, когда интенсивность света превосходит нужды фотосинтеза, они помогают рассеивать эту избыточную энергию, предохраняя фотосистему от повреждения (Demmig-Adams, Adams, 1996). Ввиду важности пигментов для функционирования листьев варьирование их содержания может дать информацию о физиологическом состоянии листового аппарата. Снижение содержания пигментов при воздействии стрессовых факторов является хорошо видимым индикатором

стресса, в частности, оно отмечено для голозерного овса под влиянием высоких концентраций NaCl (Zhao et al., 2007). В случае стрессовой ситуации содержание хлорофиллов падает значительно сильнее, чем каротиноидов (Brown et al., 1991).

Кислые дерново-подзолистые почвы европейского северо-востока России представляют собой стрессовый эдафический фон при выращивании сельскохозяйственных растений. Нами были проведены полевые исследования с целью изучения вариабельности селекционного материала овса (*Avena sativa* L.) по содержания пигментов в листовых органах верхней части растений и оценки возможности использования этого разнообразия в практической селекции.

Материалы и методы

В ходе вегетационного сезона 2012 г. в опытных посевах отдела селекции и семеноводства овса НИИСХ Северо-Востока (селекционер – чл.-корр. Россельхозакадемии Г.А. Баталова) в условиях нейтрального (pH 6,5, следы подвижного алюминия) и кислого (pH 3,8, содержание подвижного алюминия около 16 мг/100 г почвы) почвенных участков Фаленской селекционной станции НИИСХ Северо-Востока в период "колошение - начало цветения" отбирали пробы флаговых и подфлаговых листьев с двадцати индивидуальных растений каждой линии на обоих вариантах почвенных фонов. Были использованы следующие образцы овса: сорта Кречет, Буцефал, Аргамак, селекционные линии 44h06, 137h06, 194h06, И-3557, И-3778, 6h10, 378h08, 418h07 (селекции НИИСХ Северо-Востока, Россия) и линии BAI5051, BAI5048 (селекции Байченской сельскохозяйственной академии, Китай).

Оценку содержания фотосинтетических пигментов (хлорофилл *a*, хлорофилл *b,* каротиноиды) осуществляли с использованием спектрофотометра UVmini-1240 (SHIMADZU Corporation, Japan). Выделение пигментов и расчет их содержания проводили по методике (Lichtenthaler, Bushmann, 2001) в ацетоновых вытяжках листьев (100% ацетон). Расчет доли хлорофиллов в ССК проводили по формуле, представленной в работе (Головко и др., 2007). Данные обрабатывали статистически с использованием табличного процессора Microsoft Office Excel 2007 и пакета программ *STATGRAPHICs* Plus for Windows 5.1.

Результаты и обсуждение

Можно отметить широкий диапазон генотипических реакций пигментного комплекса листьев овса на алюминиевое воздействие. Так, депрессия синтеза хлорофилла *a* в подфлаговых листьях изменялась от 64…66% (Аргамак, И-3557) до 14…19% (137h06, BAI5048), хлорофилла *b* – от 85…86% (Аргамак, И-3778) до 63…64% (BAI5048, 6h10, 378h08), каротиноидов – от 52…59% (Аргамак, BAI5051) до 1…8% (6h10, BAI5048). Стандартный сорт Аргамак показал самую сильную реакцию пигментного аппарата подфлаговых листьев на присутствие алюминия в среде роста, тогда как сорт китайской селекции BAI5048 оказался самым устойчивым по использованным показателям фотосинтетического аппарата.

Что касается флаговых листьев, вклад которых в зерновую продуктивность растений намного выше, чем подфлаговых, можно отметить значительные отличия в степени повреждения их пигментного комплекса стрессовым агентом. Максимальная депрессия синтеза хлорофилла *a* составила всего 47…49% (Аргамак, 6h10), минимальная – 8% (Кречет). Для хлорофилла *b* также отмечается более высокая устойчивость синтеза – депрессия составила от 72…82% (194h06, И-3778) до 24…38% (Кречет, 378h08). Депрессия синтеза каротиноидов – от 52% (6h10) до 6…7% (И-3778, 44h06). При этом два сорта под действием алюминия даже усилили синтез желтых пигментов – сорт BAI5051 – на 1%, а сорт Кречет – на 13,4%.

Таким образом, разные листья (флаговый и подфлаговый) значительно различаются между собой по реакции системы синтеза пигментов на стрессовое воздействие. В целом для всех изученных образцов овса средняя степень депрессии синтеза пигментов составила: для подфлаговых листьев – 44,6±4,5; 73,6±2,2; 33,7±5,3% (хлорофиллы *a, b* и каротиноиды, соответственно); для флаговых листьев аналогичные показатели равнялись 29,4±3,8; 58,8±4,4; 28,3±5,3%.

Соответственно этому изменялись и индексы пигментов (соотношения содержания хлорофиллов *a* и *b*; соотношение суммы хлорофиллов и каротиноидов), а также относительная доля участия хлорофиллов в светособирающих комплексах фотосистем листьев. Так, соотношение двух форм хлорофиллов (индикатор функционального состояния пигментной системы и адаптации фотосинтетического аппарата к условиям освещения (Lichtenthaler, 1987)), увеличилось под действием стрессора в подфлаговых листьях в 2,2 раза, а во флаговых – только в 1,8 раза. Соотношение зеленых и желтых пигментов (индикатор "зелености" растений; более низкие значения этого соотношения указывают на старение, стресс или повреждение растений и фотосинтетического аппарата (Lichtenthaler, 1987)) гораздо меньше различалось в разных листьях – оно уменьшилось на 28 (подфлаговые листья) и 23% (флаговые листья). Доля участия хлорофиллов в процессе собирания световой энергии подфлаговыми листьями составила всего 56% от контрольных значений (нейтральный почвенный фон), флаговыми листьями – 69%. Поскольку последовательные листья у овса образуются с противоположных сторон стебля, затенение нижних листьев верхними в данном случае не может играть большой роли. Скорее здесь основное значение принадлежит более резкому снижению содержания хлорофилла *b* в подфлаговых листьях, поскольку данная форма хлорофилла целиком входит в светособирающие комплексы фотосистем.

Чтобы оценить, насколько схожим образом реагирует пигментный комплекс листьев разных образцов на действие эдафических абиотических факторов (кислая почва со значительным содержанием ионов трехвалентного алюминия) логичным представляется использование кластерного анализа (реализованного, например, в программе *STATGRAPHICs* Plus for Windows 5.1).

Разделение всей совокупности образцов овса по реакции пигментного комплекса подфлагового листа (рис. 1) позволило выделить три больших кластера, в пределах которых селекционные линии и сорта реагировали на стрессовое воздействие сходным изменением, причем две линии – 378h08 и И-3778 имели четко выраженную тенденцию обособления от основного кластера. В то же время реакция пигментного аппарата флаговых листьев была более однообразной, основная масса образцов организовалась в два кластера (рис. 2).

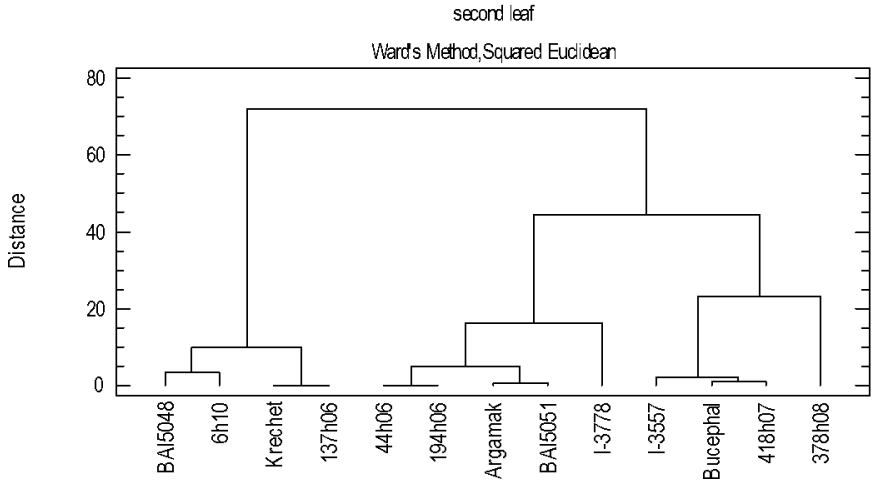


Рис. 1. Дендрограмма разделения изученных образцов овса на кластеры с учетом содержания комплекса фотосинтетических пигментов в подфлаговых листьях

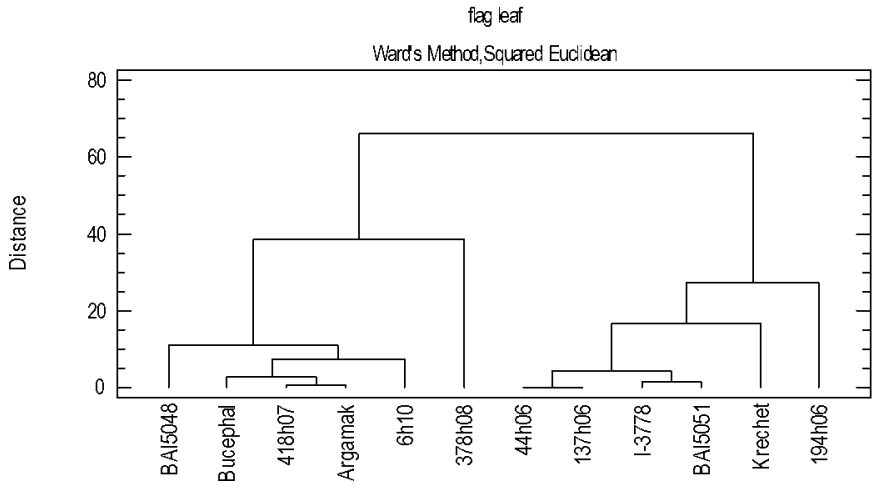


Рис. 2. Дендрограмма разделения изученных образцов овса на кластеры с учетом содержания комплекса фотосинтетических пигментов в флаговых листьях

Особо следует отметить селекционную линию 378h08 – она в наибольшей мере отличалась от остальной массы изученных номеров при анализе и подфлаговых и флаговых листьев. Также заслуживает внимания совместное распределение следующих пар образцов (в обоих рассматриваемых листьях): BAI5048 – 6h10; BAI5051 – 44h06; 418h07 – Буцефал. Очевидно, эти образцы обладают сходными механизмами реакций пигментных систем хлоропластов на стрессовое воздействие ионов алюминия.

Выводы

В целом для всего изученного набора образцов овса можно отметить, что пигментный комплекс флаговых листьев был значительно устойчивее к действию ионов алюминия в почвенном растворе, чем пигментный комплекс подфлаговых листьев. Как видно из приведенных данных, наиболее чувствительным параметром пигментной системы оказалось содержание хлорофилла *b*.

Изученный набор образцов овса показал достаточно большое генетическое разнообразие в проявлении реакции на стрессор со стороны хлоропластных пигментов, за исключением указанных выше пар образцов, что указывает на перспективность использования сортов и селекционных линий овса в селекции на максимальную эффективность фотосинтеза в условиях кислых алюмотоксичных почв.

Литература

Холл Д., Рао К. Фотосинтез: пер. с англ., М.: Мир, 1983. 134 с.

Larcher W. Physiological plant ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups, (3rd ed.). Springer, New York, 1995. 506 p.

Demmig-Adams B., Adams III, W. W. The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis // Trends in Plant Science. 1996. V. 1. P. 21–27.

Zhao G. Q., Ma B. L., Ren C. Z. Growth, Gas Exchange, Chlorophyll Fluorescence, and Ion Content of Naked Oat in Response to Salinity // Crop Sci. 2007. V. 47. P. 123–131.

Brown S. B., Houghton J. D., Hendry G. A. F. Chlorophyll breakdown // *In*: Scheer H. (Ed.) Chlorophylls. Boca Raton: CRC Press, 1991. P. 465-489.

Lichtenthaler H. K., Bushmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. 2001. F4.3.1-F4.3.8.

Головко Т., Дымова О., Табаленкова Г. Пигментный комплекс растений приполярного Урала // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2007. №8. С. 7-10.

Lichtenthaler H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes // Methods Enzimol. 1987. V. 148. P. 350-382.

УДК 633.13: 633.16: 581.132: 581.192

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ЛИСТЬЕВ ОВСА И ЯЧМЕНЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Л. Н. Шихова[1], Е. М. Лисицын[2]
[1]ФГБОУ ВПО "Вятская ГСХА", Киров, Россия, e-mail: shikhova-l@mail.ru,
[2]ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии, Киров, Россия, e-mail: edaphic@mail.ru

Резюме

Проведено сравнительное изучение сортов и селекционных линий овса и ячменя по реакции пигментной системы флаговых листьев на воздействие ионов тяжелых металлов. Использование методов кластерного анализа одновременно по шести параметрам, характеризующим состояние фотосинтетического аппарата, позволило обнаружить пары образцов овса, постоянно сегрегирующихся совместно. Для исследованных образцов ячменя подобного не отмечено.

Ключевые слова: овес, ячмень, тяжелые металлы, фотосинтез, хлорофилл, каротиноиды, кластерный анализ.

VARIABILITY OF ADAPTIVE REACTIONS OF PIGMENTARY COMPLEX OF LEAVES OF OATS AND BARLEY ON ACTION OF IONS OF HEAVY METALS

L. N. Shikhova[1], E. M. Lisitsyn[2]
[1]Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, Russia, e-mail: shikhova-l@mail.ru
[2]North-East Agricultural Research Institute of Rosselkhozacademy, Kirov, Russia, e-mail: edaphic@mail.ru

Summary

Comparative studying of varieties and selection lines of an oats and barley on reaction of pigmentary system of flag leaves on influence of ions of heavy metals is lead. Use of methods of cluster analysis on six parameters describing a condition of the photosynthetic device simultaneously, has allowed to find out pairs of samples of oats constantly segregated together. It was not noticed for the investigated samples of barley.

Key words: oats, barley, heavy metals, photosynthesis, chlorophyll, carotenoids, cluster analysis.

Введение

По мнению ряда авторов (Крутенко и др., 2009) оценка фотосинтетических функций и структур должна стать неотъемлемой частью изучения продуктивности селекционного материала. По содержанию хлорофилла в листьях можно судить о степени развития фотосинтетического аппарата и физиологического состояния растений, о потенциальной возможности растения формировать урожай (Alonso et al., 2002). Кроме того, изменения количества хлорофилла может быть частью адаптивного ответа растений (Morales et al., 2002) на стрессовое воздействие. Существуют генетически обусловленные особенности структурно-функциональной организации фотосистем (Ладыгин, 2006), а в литературе отмечается тесная связь интенсивности фотосинтеза или функциональной активности пластид с содержанием пигментов в реакционных центрах фотосистем (Цельникер и др., 1993).

Поскольку урожай зерновых культур обеспечивается, в первую очередь, эффективной работой фотосинтетического аппарата, нами были проведены исследования с целью установить генетическое разнообразие овса и ячменя по реакции хлоропластных пигментных комплексов на стрессовое воздействие ионов тяжелых металлов.

Материалы и методы

Для проведения опытов использовали следующие образцы зерновых культур: овес (*Avena sativa* L.) – сорта Дэнс, Конкур, Буцефал, селекционные линии 44h06, 137h03, 194h06, 348h05, 651h03 и 2894h06 (НИИСХ Северо-Востока, селекционер чл.-корр. Россельхозакадемии Г. А. Баталова) и сорт Сельма (Швеция); ячмень (*Hordeum vulgare* L.) – сорта Фермер, Новичок, Купец, селекционные линии 373-05, 530-98, 552-98, 637-98, 999-93, RA917-01, RA707-01 (НИИСХ Северо-Востока, селекционер И. Н. Щенникова).

Растения выращивали в течение 5 недель в условиях установки искусственного освещения (СУВР) на полной питательной смеси Кнопа без (контроль) и с добавлением солей тяжелых металлов (опыт). Использованы следующие концентрации металлов: Mn – 160 мг/л; Fe – 100 мг/л, Cd – 100 мкМ, Pb – 500 мкМ. Каждый вариант опыта был высажен в 5-кратной повторности по 35 растений. В конце опыта отбирали образцы листьев на содержание фотосинтетических пигментов. Содержание пигментов (хлорофиллов *a* и *b,* и каротиноидов) в единице сухой массы листа оценивали спектрофотометрически после экстрагирования 100%-ным ацетоном по формулам, предложенным H. K. Lichtenthaler (1987). Содержание хлорофилла в светособирающих комплексах (ССК) рассчитывали согласно (Головко и др., 2007). Также были оценены массовые соотношения форм хлорофиллов и соотношения суммы хлорофиллов к каротиноидам. Все шесть параметров использованы в кластерном анализе в пакете статистических программ *STATGRAPHICs* Plus for Windows 5.1.

Результаты и обсуждение

Кластерный анализ – это метод анализа, позволяющий разделить множество объектов на взаимно непересекающиеся подмножества относительно однородных объектов. Методы кластерного анализа используются в большинстве случаев для описательной стадии исследования в части определения качественной характеристики совокупности. Они позволяют разбить исходное множество объектов на группы таким образом, чтобы близкие объекты попали в одни и те же классы, а далекие – в разные. Применение многомерных статистических методов анализа экспериментальных данных позволяют выявить связи между образцами, которые не обнаруживаются методами одномерной статистики. Кроме того, применение кластерного анализа особенно полезно при решении вопроса о подборе пар какого-либо селекционного материала сельскохозяйственных культур в скрещивания с целью улучшения заданных параметров.

В ходе работы в кластерный анализ отдельно по культурам были привлечены данные по изменению каждого из пигментов и всех шести показателей функционального состояния фотосинтетического аппарата листьев в ответ на каждый из четырех использованных металлов и на все металлы в совокупности.

При рассмотрении действия отдельных тяжелых металлов на пигментную систему хлоропластов листьев испытанных образцов ячменя можно отметить следующие сходства и различия образцов.

Линия 637-98 отличалась от всех остальных образцов тем, что по реакции на каждый из четырех металлов она каждый раз объединялась в кластеры с несовпадающими образцами. Линия 552-98 четко проявляла свою индивидуальность (т.е. всегда образовывала отдельный кластер), за исключением обработки марганцем, когда она попала в один кластер с сортом Новичок.

Сорт Новичок и линия 373-05 сходным образом реагировали на ионы кадмия и свинца, однако их реакция на биогенные элементы (железо и марганец) была различной. Линия 373-05 реагировала на ионы металлов (за исключением свинца) также как и линии 999-93 и RA917-01, которые, в свою очередь, всегда попадали в один и тот же кластер. Линия RA917-01 была близка по реакции на тяжелые металлы к сорту Купец (за исключением марганца)

Ионы железа, кадмия и свинца сходным образом влияли на процессы синтеза пигментов в листьях сорта Купец и селекционных линий 999-93 и RA917-01. Сорт Купец отличался от них только реакцией на ионы марганца. Аналогичные выводы справедливы и для пары линий 530-98 и RA707-01.

Таким образом, изученный набор сортов и селекционных линий ячменя продемонстрировал значительные отличия в реакции пигментного аппарата листьев на стрессовое действие ионов железа, марганца, кадмия и свинца.

Единственной парой, всегда принадлежащей одному и тому же кластеру, были линии 999-93 и RA917-01. Это может быть объяснено происхождением регенерантной линии RA917-01 из селекционной линии 999-93. Однако, другая регенерантная линия RA707-01, выделенная из той же линии 999-93, ни разу не совпала по своей реакции на ионы металлов ни с одной из них. Возможно, мутации, произошедшие в процессе выделения регенерантов в культуре *in vitro*, во втором случае затронули гены, влияющие на синтез пластидных пигментов.

Определенный интерес представляет селекционная линия 637-98, не похожая по своей реакции на стрессоры ни на один из исследованных образцов.

Аналогичным образом было проанализировано распределение изученных образцов по реакции отдельных пигментов (хлорофиллов *a, b* и каротиноидов) на стрессовое воздействие, при этом анализировалась суммарная реакция на все четыре металла.

При таком подходе отмечено, что сорт Новичок и линии 373-05, RA917-01 сходным образом изменяли синтез обеих форм хлорофилла (*a* и *b*), но значительно различались по реакции каротиноидов. В один кластер выделялись по действию на синтез хлорофиллов сорт Купец и селекционные линии 637-98 и 999-93. Из этой тройки образцов Купец и 999-93 также сходно реагировали и синтезом каротиноидов. Остальные исследованные сорта и линии не показали систематического сходства по реакции пигментов на стрессовое воздействие, вызванное разными тяжелыми металлами.

Если же в целом свести в одном анализе реакцию всех пигментов на все четыре металла (рис. 1), то можно четко выделить шесть кластеров: четыре кластера будут представлены одним образцом каждый – сорта Фермер и Новичок, селекционная линия 552-98, регенерантная линия RA707-01; один кластер будет состоять из двух селекционных линий – 530-98 и 373-05, остальные четыре образца выделяться в отдельный кластер.

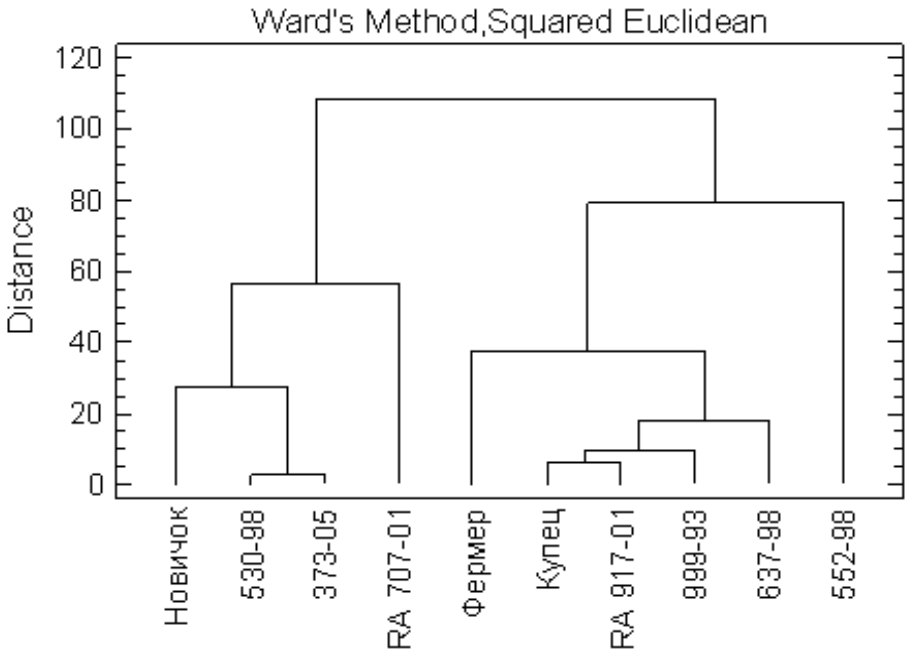


Рис. 1. Результаты кластерного анализа влияния ионов тяжелых металлов на синтез пластидных пигментов листьев ячменя

В целом можно сказать, что представленный набор образцов ячменя показал значительное внутривидовое разнообразие реакции пластидных пигментов листьев на стрессовое воздействие ионов тяжелых металлов.

Аналогичная работа, проведенная с образцами овса посевного, показала, что селекционный материал данного вида зерновых культур более выровнен по своей реакции на испытанные стрессовые факторы.

Так, по реакции пигментного аппарата в целом на ионы железа, марганца, кадмия и свинца (рис. 2) весь исследованный материал разделялся на три основных кластера, содержащие от одного до восьми образцов. Еще два образца составили отдельные кластеры – это селекционные линии 348h05 и 2894h06. Два сорта – Дэнс и Конкур – одинаково реагировали на воздействие ионов всех четырех металлов. Вторая пара образцов, одинаково реагирующих на стрессовое воздействие – это сорт Сельма и селекционная линия 137h03.

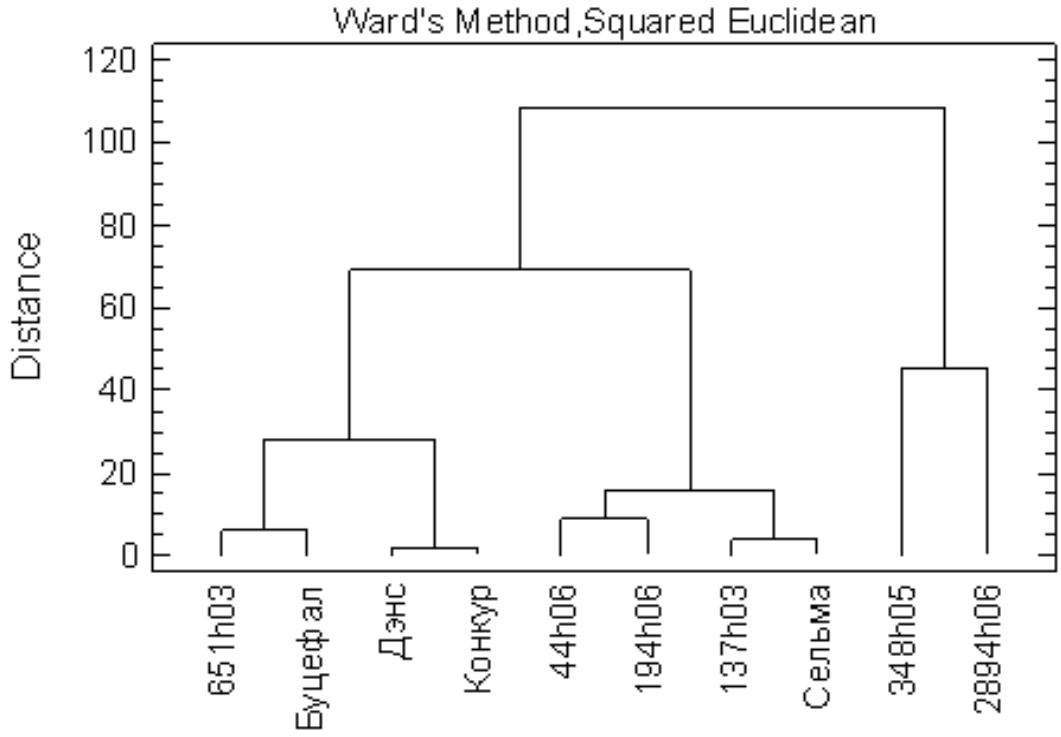


Рис. 2. Результаты кластерного анализа влияния ионов тяжелых металлов на синтез пластидных пигментов листьев овса

На три из четырех металлов одинаково реагировал пигментный аппарат листьев сорта Буцефал и линии 651h03 (за исключением кадмия), линий 194h06 и 44h06 (за исключением железа). Остальные исследованные сорта и линии объединялись в один и тот же кластер только под действием одного или двух металлов. Другими словами, разнообразие реакций пигментного аппарата овса на действие ионов тяжелых металлов на внутривидовом уровне так же, как и в случае с ячменем, достаточно велико. Но, в отличие от ячменя, при анализе набора образцов овса не было отмечено ни одного, который бы постоянно отличался от всех остальных.

Если же рассматривать реакцию отдельных компонентов пигментного аппарата листьев овса на все четыре тяжелых металла, то можно отметить, что селекционные линии 2894h06 и 348h05 во всех трех случаях четко выделялись в две отдельные группы, т. е. реагировали на стрессовое воздействие отлично от всех остальных образцов. Синтез каждого компонента пигментного комплекса (хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов) у сорта

Буцефал и линии 651h03 сходным образом изменялся под действием всех испытанных металлов. Вторая пара образцов, выделяющихся в один и тот же кластер при этом анализе, состоит из селекционных линий 44h06 и 194h06.

Сорта Дэнс, Конкур, Сельма и линия 137h03 объединялись в один кластер по реакции на все металлы хлорофилла *a* и каротиноидов, а по реакции хлорофилла *b* расходились по двум разным кластерам – сорта Конкур и Дэнс, с одной стороны, и сорт Сельма и линия 137h03, с другой стороны.

Выводы

Анализируя суммарную реакцию всех шести параметров функционирования пигментного аппарата листьев овса и ячменя на все четыре стрессора, можно отметить, что исследованные образцы овса менее разнообразны по реакциям пигментного комплекса на стресс, чем образцы ячменя. Обнаружены пары образцов овса, которые практически при любом способе разделения исследуемого набора попадают в один и тот же кластер – это сорт Буцефал и линия 651h03, пара сортов Дэнс и Конкур, сорт Сельма и линия 137h03. Подобной картины распределения образцов ячменя нами не было обнаружено.

Литература

Головко Т., Дымова О. и др. Пигментный комплекс растений Приполярного Урала // Вестник Института Биологии Коми НЦ УрО РАН. 2007. №8.

Крутенко Д. В., Гончарова Ю. К. и др. Перспективы молекулярного маркирования признаков, отвечающих за фотосинтетические показатели у риса // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ". Саратов, 2009.

Ладыгин В. Г. Редукция мембранной системы хлоропластов при нарушении ранних этапов биосинтеза хлорофилла // Физиология растений. 2006. Т. 53, № 1.

Цельникер Ю. Л., Малкина И. С. и др. Рост и газообмен CO_2 у лесных деревьев. М.: Наука, 1993.

Alonso M., Rozados M. J. et al. Biochemical responses of *Pinus pinaster* trees to fire-induced trunk girdling and crown scorch: secondary metabolites and pigments as needle chemical indicators // J. Chem. Ecol. 2002. V.28.

Lichtenthaler H. K. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes // Methods in Enzymology. 1987. V.48.

Morales F., Abadia A. et al. Trichomes and photosynthetic pigment composition changes: responses of *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp. and *Quercus coccifera* L. to Mediterranean stress conditions // Trees. 2002. V.16.

УДК 621.436

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ И ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОГО ОВСА

Н. В. Кротова, Г. А. Баталова
Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого Россельхозакадемии,
г. Киров, Россия, e-mail: g.batalova@mail.ru

Резюме

Изучено влияние почвенной кислотности на содержание пигментов и элементы продуктивности у 10 сортообразцов пленчатого овса. Было установлено снижение продуктивности в условиях эдафического стресса, связанного с депрессией показателей. Алюминий оказал воздействие на структуры и функции фотосинтетического аппарата растений овса. Сортообразцы Кречет и 137h06 проявили толерантность к почвенной кислотности, имели высокие продуктивность и содержание фотосинтетических пигментов.

Ключевые слова: овес, почвенная кислотность, пигменты, продуктивность.

INFLUENCE OF SOIL ACIDITY ON PIGMENT CONTENT AND PRODUCTIVITY ELEMENTS OF SPRING OATS

N.V. Krotova, G.A. Batalova
North-East Agricultural Research Institute after N.V. Rudnitsky of Russian Agricultural Academy,
Kirov, Russia, e-mail: g.batalova@mail.ru

Summary

The influence of soil acidity on pigment content and productivity elements of 10 accessions of husked oats, was studied. The decrease of productivity in the conditions of edafic stress was established. Aluminium influenced on structures and functiones of photosynthesis apparatus of oat plants. Accessions Krechet and 137h06 had tolerance to soil acidity, high productivity and photosynthesis pigment content.

Key words: oat, soil acidity, pigments, productivity.

Введение

К числу наиболее важных экономических и экологических стрессов следует отнести эдафический стресс, обусловленный ионной токсичностью алюминия и марганца, связанный с низкой величиной pH, т.е. почвенной кислотностью. В мире доля таких почв составляет около 40% (Delhaize et al., 2004). Повышенная кислотность характерна и для широко распространенных в Волго-Вятском регионе подзолистых и дерново-подзолистых почв. В структуре кислых почв Кировской области на очень сильно кислые (pH менее 4,0), сильно– (pH 4,1-4,5) и среднекислые почвы (pH 4,6-5,0) приходится 1012,8 тыс.га (О состоянии и использовании…, 2011).

Основным фактором, определяющим токсичность кислых дерново-подзолистых почв европейской части России является высокий уровень содержания подвижных (обменных) ионов трехвалентного алюминия. Токсичность Al^{3+} является ведущим фактором, снижающим продуктивность растений на 67% всех кислых почв (Eswaran et al., 1997). Алюминий препятствует активному поглощению фосфора, конкурирует с кальцием, ингибирует деление и удлинение клеток поглощающих органов (Лисицын и др., 2012). При этом уменьшается размер корневой системы, снижается ее способность поглощать влагу и питательные вещества (Баталова, 2000). Происходит уменьшение длины и замедление роста стебля (Клима-

шевский, 1991). Отмечается сортовая специфика эдафической устойчивости культивируемых растений (Небольсин, Небольсина, 2000).

Недостаток питательных веществ, прямо и косвенно влияет на фотосинтез. В связи с этим представляет интерес изучение влияния кислотности дерново-подзолистых почв на содержание хлорофилла a и b, каротиноидов в листьях верхнего яруса (флаговый и подфлаговый) и продуктивность растений овса.

Материал и методы

Исследования проведены в НИИСХ Северо-Востока на двух по уровню кислотности и содержанию алюминия фонах дерново-подзолистых среднесуглинистых почв: pH 5,3, алюминий отсутствует - фон 1 и pH 3,93, алюминий 12,60 мг/100 г почвы – фон 2. Изучено 10 сортообразцов пленчатого овса: Кречет, Буцефал, 44h06, 137h06, 194h06, 418h07, 378h08, И-3778 (НИИСХ Северо-Востока), BAI 5048, BAI 5051 (Китай); стандарт – сорт Аргамак (НИИСХ Северо-Востока). Определяли длину и ширину листьев, высоту растения, длину метелки, массу метелки, количество зерен и массу зерна с метелки, массу 1000 зерен, проводили учет урожая зеленой массы и сбора сухого вещества.

Определение содержания пигментов пробы флаговых и подфлаговых листьев осуществляли в 100% ацетоне с использованием спектрофотометра UV mini 1240. Расчет содержания пигментов проводили по методике (Lichtenthaler, Buschmann, 2001).

Результаты и обсуждение

Зерновая продуктивность овса характеризуется массой зерна с метелки (продуктивность), которая является результирующим показателем количества зерен в метелке и массы 1000 зерен. Снижение продуктивности метелки, при выращивании овса на почвах с содержанием подвижных ионов Al^{3+} 12,60 мг на 100 г почвы, изменялось от 9,6% (минимальный уровень) у образца 378h08 (НИИСХ Северо-Востока), продуктивность метелки которого составила 1,35 г на почвах без алюминия и 1,22 г в условиях эдафического стресса. Максимальная депрессия массы зерна с метелки (66,4%) была отмечена у сортообразца 194h06 (НИИСХ Северо-Востока), продуктивность которого составила в контроле 2,23 г, в опытном варианте – 0,75 г. У стандарта – сорта Аргамак депрессия была 29,5%, при продуктивности метелки 1,81 и 0,86 г соответственно фон 1 и фон 2. Полученные результаты соответствуют мнению, что продуктивные в наиболее благоприятных условиях генотипы сильнее реагируют депрессией признака при ухудшении условий выращивания, чем средне- и низкопродуктивные (Баталова, 2000).

С другой стороны были выделены пластичные образцы Кречет, 137h06 (НИИСХ Северо-Востока) характеризующиеся высокой продуктивностью метелки относительно стандарта на фоне почв с pH 5,3 (1,75...1,88 г) и в условиях эдафического стресса (1,13...1,28 г), определяемого низким pH и высоким содержанием подвижных ионов Al^{3+}. Уровень депрессии признака у данных генотипов составил 31,9…35,4%.

Определение сопряженности (корреляции) признаков триадного модуля "продуктивность метелки = количество зерен в метелке + масса зерна с метелки" показало, что результатирующий признак – продуктивность метелки формируется преимущественно за счет большей ее озерненности, как в условиях стресса (r=0,92), так и в благоприятных для формирования высокой продуктивности условиях (r=0,84). Влияние массы 1000 зерен (крупности зерна) на массу зерна с метелки определяется средней степени коэффициетнами корреляции (0,42 и 0,46 соответственно). Аналогичные зависимости получены при оценке вклада «ростовых» показателей в формирование массы зерна с метелки овса – высота растения, длина метелки, площадь флагового и подфлагового листьев, площадь листьев с растения (табл. 1).

В исследованиях получили достаточно стабильные показатели массы 1000 зерен, высоты растения и длины метелки, при относительно низких значениях депрессии (табл. 2).

Таблица 1. Корреляции количественных характеристик продуктивности овса

Элементы структуры	Фон	Элементы структуры				
		высота растения	длина метелки	площадь флагового листа	площадь подфлагового листа	площадь листьев
Количество зерен в метелке	1	0,29	0,34	0,25	0,28	0,38
	2	0,11	0,43	0,43	0,57	0,54
Масса зерна с метелки	1	0,40	0,41	0,44	0,39	0,47
	2	0,19	0,44	0,45	0,57	0,51
Масса 1000 зерен	1	0,21	0,19	0,43	0,30	0,25
	2	0,17	0,11	0,16	0,11	0,03
Сбор сухого вещества	1	0,43	0,11	0,39	0,18	0,18
	2	0,42	0,26	0,48	0,35	0,34

Таблица 2. Влияние повышенной кислотности почв на элементы структуры продуктивности овса

Элемент структуры	Лимит элемента		Депрессия, %
	фон 1	фон 2	
Высота растения, см	80,8…106,4	59,6…80,8	11,8…37,7
Длина метелки, см	15,6…19,5	12,6…15,4	7,5…24,1
Масса метелки, г	1,47…2,63	0,91…1,75	20,2…65,0
Количество зерен в метелке, шт.	33,0…54,2	17,7…42,2	11,9…61,0
Масса зерна с метелки, г	1,35…2,23	0,56…1,28	9,6…66,4
Масса 1000 зерен, г	31,0…42,9	29,2…42,3	3,9…25,4
Площадь флагового листа, $см^2$	17,8…28,8	6,7…12,8	38,5…72,9
Площадь подфлагового листа, $см^2$	19,9…38,1	10,9…22,0	19,4…63,9
Площадь листьев, $см^2$	52,7…114,1	35,1…57,9	18,8…63,5

Примечание: депрессия элемента структуры

Наиболее стабильными в исследованиях показателями были длина метелки и масса 1000 зерен. Высокую массу 1000 зерен 42,9…49,1 г на фоне дерново-подзолистых почв с pH 5,3 и 34,2…42,3 г в условиях стресса (pH 3,93; Al^{3+} 12,60 мг на 100 г почвы) имели образцы 194h06, 137h06, 44h06 (НИИСХ Северо-Востока). Депрессия признака в условиях стресса составила у данных генотипов 4,6…20,3%. Эдафический стресс кислых почв оказывал существенное влияние на изменения площади флагового и подфлагового листьев, суммарную площадь листьев данных образцов. Наиболее подвержен негативному влиянию почвенной кислотности был флаговый лист. Депрессия площади флагового листа составила в исследованиях 38,5…72,9%, у подфлагового 19,4…63,9% и суммарной площади листьев 18,8…63,5%.

При анализе содержания фотосинтетических пигментов в листьях овса на дерново-подзолистых окультуренных почвах наибольшая сумма хлорофиллов a и b во флаговом и подфлаговом листьях получена у сортов селекции НИИСХ Северо-Востока: 137h06 (23,04 и 25,95 соответственно) и Кречет (23,54 и 20,78). Последний в свою очередь имел высокое содержание каротиноидов 4,80 мг/г сухой массы во флаговом и 4,84 мг/г сухой массы в подфлаговом листьях.

Высокое весовое соотношение хлорофиллов a и b (Cl a/Cl b) относительно стандарта отмечено у 44h06, 378h08 (НИИСХ Северо-Востока), BAI 5051 (Китай) – во флаговом

(3,38…6,52 мг/г сухой массы) и подфлаговом листьях (4,84…8,38 мг/г сухой массы). Сорта Буцефал (НИИСХ Северо-Востока) и BAI-5048 (Китай) имели высокие показатели Cl a/Cl b для флагового листа, превышающие значение стандарта на 56,29% и 60,26% соответственно. Индикатором «зрелости» растений выступает весовое соотношение хлорофиллов и каротиноидов (Chl/Car) (Lichtenthaler, Buschmann, 2001). Максимальные значения показателя, превышающие значение ст. Аргамак во флаговом листе на 11,70% и в подфлаговом – на 11,28%, имели сорта Кречет и 137h06. У всех изученных сортов соотношение хлорофиллов и каротиноидов (Chl/Car) находилось в пределах нормы. Следовательно, растения выращивались в благоприятных для развития условиях и не испытывали стресса.

На фоне повышенной почвенной кислотности сумма хлорофиллов a и b, у большинства сортов превысила значения стандарта (флаговый лист - 12,25 мг/г сухой массы, подфлаговый - 8,03 мг/г). Исключение составил сорт BAI 5051 (Китай), который имел относительно низкие непропорциональные показатели содержание Cl a и Cl b (10,13 мг/г и 6,19 мг/г сухой массы соответственно), что подтверждается высокими, относительно ст. Аргамак, значениями соотношения Cl a/Cl b (флаговый лист – 5,50 и подфлаговый – 6,13 мг/г сухой массы).

Сорта овса BAI 5051 (Китай), И-3778, 194h06 (НИИСХ Северо-Востока) имели низкое весовое соотношение хлорофиллов и каротиноидов (Chl/Car) для флагового и подфлагового листьев (3,20 – 3,49 мг/г сухой массы), BAI 5048 (Китай), 137h06, 418h07 (НИИСХ Северо-Востока) – низкие показатели для подфлагового листа (3,17 – 3,32 мг/г сухой массы). Полученные данные свидетельствуют, что растения находились в стрессовом состоянии. Максимальные значения соотношения Chl/Car, превышающие показатели стандарта на 1,61…8,33% во флаговом и 0,28…6,59% в подфлаговом листьях, имели Кречет, Буцефал и 378h08 (НИИСХ Северо-Востока).

Эдафический стресс в разной степени влияет на структурные части растений. Так флаговый лист, фотоассимиляты из которого в основном идут на формирование зерна, в меньшей степени прореагировал на повышенную кислотность почвы, чем подфлаговый (табл. 3). Депрессия по содержанию хлорофилла в условиях стресса составила для флагового листа 17,8%, подфлагового – 41,7%; хлорофилла b – 36,7% и 61,3%, каротиноидов – 7,7% и 33,9%; для суммы Cl a + Cl b – 22,1% и 45,9% соответственно. Степень стрессового воздействия на фотосинтетический аппарат можно определить по изменению Cl a/Cl b. Повышение показателя в исследованиях составило у подфлагового листа 26,8% и флагового – 38,3%. Это может свидетельствовать о нехватке растениям реакционных центров, в которых происходит преобразование солнечной энергии в химическую органических соединений (Лисицын, 2012).

Таблица 3. Показатели изменения состояния фотосинтетического аппарата и продуктивности овса под влиянием эдафического стресса

Фон	Лист	Chl a, мг\г сухой массы	Chl b, мг\г сухой массы	Car, мг\г сухой массы	Chl a / Chl b, мг\г сухой массы	Chl / Car, мг\г сухой массы	Chl a+ Chl b, мг\г сухой массы	Продуктивность, г
1	подфлаговый	12,42	3,36	3,78	4,32	4,48	15,78	2,19
	флаговый	13,34	4,09	4,03	3,37	3,96	17,44	
2	подфлаговый	7,24	1,30	2,50	5,48	3,12	8,53	1,27
	флаговый	10,97	2,59	3,72	4,66	3,68	13,55	

В исследованиях наблюдали снижение продуктивности растений овса в условиях стресса. Средняя по опыту депрессия продуктивности составила 58,0%. На продуктивность в условиях стресса наибольшее влияние оказали содержание каратиноидов и соотношение Chl/Car во флаговом листе (r=0,77 и r=0,80 соответственно), содержание Cl a и Cl b во флаго-

вом (r=0,69 и r=0,78) и подфлаговом (r=0,53 и r=0,78) листьях. Аналогичное влияние отмечено на количество зерен в метелке (r = 0,82).

Наряду с продуктивностью и элементами структуры продуктивности оценивали влияние почвенной кислотности на формирование экономически важных показателей: урожайность зерна и сбор сухого вещества.

В исследованиях на почвах с реакцией pH равной 5,3 (контроль) и с pH 3,93 и содержанием подвижных ионов Al^{3+} 12,60 на 100 г почвы снижение урожайности зерна достигало 75,5% у сортообразца 44h06 (НИИСХ Северо-Востока), при урожайности в условиях стресса 125 г/м^2 и 510 г/м^2 на фоне без алюминия. Снижение урожайности в условиях стресса явилось следствием изменения сопряженных с ней продуктивности и элементов структуры продуктивности: количества (r=0,56) и массы зерна с метелки (r=0,63), площади листьев (r=0,44) и др. В исследованиях отмечена положительная корреляция урожайности зерна и сбора сухого вещества при выращивании овса в условиях стресса (r=0,46) и на фоне без алюминия (r=0,35). Депрессия сбора сухого вещества составила 31,2 81,0%.

Выводы

В результате проведенных исследований на стресс толерантность овса было установлено снижение продуктивности овса в условиях эдафического стресса у большинства сортообразцов, связано с депрессией показателей элементов продуктивности. Алюминий, находящийся в почвенном растворе при кислой реакции среды, оказывал значительное воздействие на структуру и функции фотосинтетического аппарата растений овса. В условиях стресса выявлено снижение продуктивности овса, определяемое состоянием фотосинтетического аппарата и его влиянием на элементы структуры продуктивности. Наибольшее влияние оказали содержание каратиноидов и соотношение Chl/Car во флаговом листе, содержание Cl a и Cl b во флаговом и подфлаговом листьях. Сортобразцы Кречет и 137h06 (НИИСХ Северо-Востока) проявили толерантность к почвенной кислотности, имели высокие продуктивность и содержание фотосинтетических пигментов, как в условиях стресса, так и в благоприятных условиях.

Литература

Баталова Г.А. Овес. Технология возделывания и селекция. Киров: НИИСХ Северо-Востока. 2000. 206 с.

Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. М.: Агропромиздат. 1991. 415 с.

Лисицин Е.М. Содержание фотосинтетических пигментов листа как индикатор экологического стресса // Экология организмов и механизмы их адаптаций к среде обитания: материалы X Всероссийской науч.-практич. конф. С международным участием. Книга 1. Киров: ООО «Лобань». 2012. 252 с.

Лисицын Е.М., Баталова Г.А., Щенникова И.Н. Создания сортов овса и ячменя для кислых почв. Теория и практика. Palmarium Academic Publishing, Saarbrucken, Germany. 2012. С. 173-228.

Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Известкование почв, загрязненных тяжелыми металлами // Мат. Междунар. научно-практической конференции «Проблемы питания растений и использование удобрений в современных условиях». Минск, 2000. С. 341 - 346.

О состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФБГНУ "Росинфоагротех". 2011. 148 с.

Delhaize E., Ryan P.R., Hebb D.M., Yamamoto Y., Sasaki T., Matsumoto H. Engineering high-level aluminum tolerance in barley with the ALMT1 gene // Proc. Natl. Acad. Sci. Am. 2004. V. 101. N. 42. P. 15249-15254.

Eswaran H., Reich P., Beinroth F. Global distribution of soils with acidity // Brazilian Soil Science Society. 1997. P. 159-164.

Lichtenthaler H.K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy// Current protocols in food analytical chemistry. 2001.

УДК 633.13:524.16

АЛЮМОУСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ОВСА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ

И. А. Косарева, И. Г. Лоскутов, С. В. Мельникова
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: irkos2004@yandex.ru

Резюме

Приведены результаты лабораторного скрининга фрагмента коллекции овса посевного (*Avena sativa* L.) на устойчивость к алюмотоксичности кислых почв. Указаны образцы, перспективные для селекции на кислотоустойчивость. Установлено, что частота встречаемости алюмоустойчивых образцов выше в регионах с более широким распространением кислых почв.

Ключевые слова: овес, алюмотолерантность., скрининг, сортовое разнообразие, источники.

ALUMINIUM TOLERANCE IN RUSSIAN BREEDING OAT VARIETIES

I. A. Kosareva, I. G. Loskutov, S.V. Melnikova
Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, e-mail:irkos2004@yandex.ru

Summary

Results of laboratory screening for tolerance to aluminium toxicity of acid soil in fragment of cultivated oat (*Avena sativa* L.) collection are presented. Samples perspective for acid resistance breeding have been identified. The frequency of aluminium tolerant samples has been found to be higher in regions with wider distribution of acid soil.

Key words: oat, alumunium tolerance, screening, varietal diversity, sources.

Введение

Овес посевной (Avena sativa L.) является относительно устойчивой к неблагоприятным факторам кислых почв культурой. По нашим данным, по устойчивости к подвижному алюминию в период раннего роста он уступает среди зерновых лишь ржи и тритикале (Косарева, 2012). Тем не менее, оптимум pH почвенного раствора для культивирования овса составляет 5,0-7,7, а избыток подвижного алюминия в кислой почве приводит к существенному недобору зерна у данной культуры (Неттевич и др., 1980). В связи с этим, создание кислотоустойчивых сортов – одно из важнейших направлений в селекции овса. Как известно, такие сорта способны в большей степени усваивать труднодоступные почвенные элементы, требуют при выращивании меньших доз извести и минеральных удобрений (Авдонин, 1972).

Ранее была установлена значительная меж- и внутривидовая изменчивость в роде Avena L. по признаку устойчивости к алюмотоксичности и определены регионы, в которых чаще других выявлялись устойчивые образцы (Косарева и др., 1998; Kosareva et al, 2001). Целью настоящи исследований явилась более полная оценка сортового разнообразия и селекционного материала овса посевного из данных регионов (Московская, Кировская и Омская области РФ) на устойчивость к избытку подвижного алюминия в питательной среде.

Материал и методы

В скрининг были включены 133 образца овса из трех селекцентров РФ: Зонального НИИСХ Северо-Востока им. Н.В.Рудницкого (г. Киров), Московского НИИСХ и Сибирского НИИСХ (г. Омск). Изученный материал приведен в табл. 1.

Таблица1. Состав образцов овса (шт.) посевного, прошедших оценку на алюмоустойчивость (Пушкин, 2011 г.)

Происхождение	Местные	Селекционные линии	Сорта	Всего
Кировская обл.	3	21	46	70
Московская обл.	-	6	30	36
Омская обл.	-	20	7	27

Лабораторный скрининг проводили в климатической камере с контролируемой длиной дня и температурой. Использовали метод оценки алюмоустойчивости зерновых культур, разработанный A. Aniol (1996), в нашей модификации (Косарева, Семенова, 2005). В основе метода – окрашивание поврежденного алюминием участка корней красителем эриохромцианин R и учет способности растений к восстановлению митотической активности корней после воздействия подвижного алюминия. Согласно этому методу, в зависимости от величины прироста корней, образцы овса распределяют в следующие группы устойчивости:

1. Неустойчивые: отсутствие репарационного прироста корней после снятия стресса;
2. Слабоустойчивые: прирост корней 0,1-0,75см;
3. Среднеустойчивые: прирост корней 0,76-1,5 см;
4. Высокоустойчивые: прирост корней >1,5см.

Результаты и обсуждение

Скрининг 133 образцов овса посевного позволил дифференцировать их по группам устойчивости к алюмотоксичности (табл. 2). Из полученных результатов следует, что в изученном наборе самую большую группу по численности образцов составили среднеустойчивые (65%), затем следует группа слабоустойчивых (19%), группа неустойчивых (10%) и группа высокоустойчивых (6%).

Таблица 2. Распределение образцов по группам устойчивости к алюмотоксичности (Пушкин, 2011 г.)

Группа устойчивости	Распределение образцов по группам	
	шт.	%
Высокоустойчивые	8	6
Среднеустойчивые	86	65
Слабоустойчивые	26	19
Неустойчивые	13	10

Высокую устойчивость к алюмотоксичности демонстрировали следующие селекционные линии и сорта: Орел х Мильфорд, Кировская обл.; Гигант Богемский х Орел, Кировская обл.; Фаленский 2, Кировская обл.; Буцефал, Кировская обл.; Гигант Богемский х Орел, Кировская обл.; Голозерный х Фаленский, Кировская обл.; Немчиновский 2, Московская область; Буланый, Московская обл. Большинство высокоустойчивых образцов происходят из Кировской обл. Среди образцов из Московской обл. два сорта попали в группу высокоустойчивых, а среди образцов из Омской обл. таковых не обнаружено.

Основная масса среднеустойчивых образцов также происходит из Кировской обл. (52 образца). Это два местных сорта (Черный и Местный одногривый); 15 районированных сортов (Фаленский 1, Аккорд, Кировский и др.) и 35 селекционных линий.

Большое число высоко- и среднеустойчивых среди образцов происхождением из Кировской области объясняется, вероятно, высокой частотой встречаемости почв с повышенной кислотностью в данном регионе. По данным Государственной агрохимической службы на территории области встречаются подзолистые, дерново-подзолистые, дерновые, серые лесные, болотные и заболоченные, аллювиальные и эродированные смытые почвы, среди них 1542,7 тыс. га (73,1%) имеют повышенную кислотность (pH меньше 5,5) (http://www.kirovreg.ru). Кроме того, селекционный материал из Кировской области был со-

здан в Зональном НИИ сельского хозяйства Северо-Востока, где широко развиты селекционные исследования по проблеме кислотоустойчивость зерновых и в т. ч. овса.

Среди образцов Московской области выделено 24 среднеустойчивых образца: районированный сорт Немчиновский 1 и 23 селекционные линии. Относительно высокий процент высоко- и среднеустойчивых образцов из Московской области, вероятно, также связан с преобладанием малоплодородных дерново-подзолистых почв в данном регионе, на возвышенностях – суглинистых средней и сильной степени оподзоленности, в пределах низменностей – дерново-подзолистых, болотных, супесчаных и песчаных. В настоящее время в Московской области из обследованных 902,5 тыс. га пашни 200 тыс. га, или 24,4% характеризуются повышенной кислотностью (http://www.bestpravo.ru).

В сортовом и селекционном материале Омской области выделено 10 среднеустойчивых образцов. Это 6 районированных сортов (СИБНИИСХОЗ-150, Сибирский, Олимпийский 80, и др.) и 4 селекционные линии. Можно предположить, что отсутствие высокоустойчивых образцов связано с ограниченным распространением кислых почв в этой области (http://festival.1september.ru), где превалируют луговые почвы, солонцы, темно-серые лесные и черноземы обыкновенные.

Заключение

Проведенный анализ 133-х образцов овса, включающих местные, районированные сорта и селекционные линии Кировской, Московской и Омской областей РФ, позволил дифференцировать их по признаку устойчивости к алюмотоксичности кислых почв. Выделено 8 высокоустойчивых и 86 среднеустойчивых образцов, которые могут являться исходным материалом в селекции на алюмоустойчивость. Наиболее высоким показателем алюмоустойчивости (быстрое восстановление митотической активности корней после действия алюминия) характеризовались образцы из Кировской и Московской области. Высоко- и среднеустойчивые образцы из этих регионов составили 83% и 72%, соответственно. Среди образцов из Омской области средний уровень алюмоустойчивости демонстрировали 38%. На основании полученных результатов можно отметить зависимость между уровнем устойчивости к алюмотоксичности образцов и почвенными условиями их формирования; чем шире в регионе распространены кислые почвы, тем выше частота встречаемости алюмоустойчивых форм.

Литература

Авдонин Н. С. Научные основы применения удобрений. М., 1972. 318 с.

Косарева И. А. Изучение коллекций сельскохозяйственных культур и диких родичей по признакам устойчивости к токсическим элементам кислых почв. // Труды по прикл. бот. ген. и сел. С.-П., 2012. Т. 170. С. 34-44.

Косарева И. А., Давыдова Г. В., Семенова Е. В. Диагностика устойчивости растений овса посевного к повышенному содержанию ионов алюминия в почвенном растворе. // Сельскохозяйственная биология. М., 1998. № 5. С. 73-76.

Косарева И. А., Семенова Е. В. Лабораторный скрининг коллекции пшеницы на алюмотолерантность. // Доклады РАСХН. 2005. Т. 5. С. 5-7.

Кировская область. Правительство Кировской области. Официальный сайт http://www.kirovreg.ru/econom/ecology/pochva.php

Московская область. Информационно-правовой портал http://www.bestpravo.ru/moskovskaya/yi-pravila/e1a.htm

Нетгевич Э. Д., Сергеева А. В., Лызлов Е. В. Зерновые фуражные культуры, М., 1980, 234 с.

Омская область. Фестиваль педагогических идей «Открытый урок» http://festival.1september.ru/articles/550514/

Aniol A. Metody okreslania toleranoyinosoi zboz na toksyozne dziatanie ionow glinu. // Bul. Inst. Hodowlii aklim. Roslin. 1991. № 143. S. 3-14.

Kosareva I. A., Loskutov I. G., Semenova E. V. Features of aluminum resistance in oat wild species // Oat News letter. 2001. V. 47.

УДК 631.524.16

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЯЧМЕНЯ НА АЛЮМОУСТОЙЧИВОСТЬ

О. В. Яковлева
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: oly.yakovleva@mail.ru

Резюме

Представлены сведения о различных методах оценки устойчивости растений к токсичным ионам алюминия. Приводятся результаты изучения генетического разнообразия ячменя по признаку алюмоустойчивости. Сравниваются отдельные методы диагностики ячменя к действию токсичных ионов алюминия.

Ключевые слова: ячмень, ионы алюминия, алюмоустойчивость.

METHODS OF STUDY ON GENETIC DIVERSITY OF BARLEY ALYUMINUM TOLERANCE

O. V. Yakovleva
N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry of RAAS, St. Peterburg, Russia, e-mail: oly.yakovleva@mail.ru

Summary

Provides information about the various methods to estimate the resistance of plants to toxic aluminum ions. The results of the study of the genetic diversity of barley on the basis of alyumoustoychivosti. Compares individual diagnostic methods of barley to the action of toxic aluminum ions.

Key words: barley, aluminum ions, aluminum tolerance.

Самыми распространенными зерновыми кормовыми культурами в России и СНГ являются ячмень, овес и кукуруза. Суммарно они занимают свыше сорока процентов всех посевных площадей, занятых под зерновыми культурами. Посевы ярового ячменя размещаются практически во всех экономических районах России, а по объему производства ячмень занимает второе место после пшеницы.

В период с 2006 по 2010 гг. площади посевов ячменя в России неуклонно сокращались. Если в 2006 г. они составляли 9,9 млн. га, то в 2010 г. ячмень занимал только 7,2 млн. га. Засуха 2010 г. резко снизила урожайность ячменя. С 2006 по 2009 гг. урожайность культуры была на уровне 19,5 ц с га, а в 2010 г. она снизилась до 11,6 ц с га (Анализ рынка ячменя…). По оценкам BusinesStat к 2015 г. посевные площади ячменя в России возрастут до 9,3 млн. га, а средняя урожайность должна составить 21 ц с га. Валовый сбор зерна должен увеличиться до 160 тыс. тонн, из которых 40% – продовольственный ячмень, 38% – кормовой и 22% – ячмень специального назначения, прежде всего пивоваренный.

В связи с этим наиболее важной и актуальной задачей современной селекции является создание и внедрение в производство новых высокоурожайных сортов ячменя с высокой адаптивностью к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Оценка исходного материала для селекции по признаку алюмоустойчивости требует современных и эффективных методов тестирования растений. Для идентификации устойчивых растений используются различные методы: почвенной, песчаной и водной культур. При этом оценивают степень подавления роста корней или накопление в них алюминия. Также используются методы *in vitro*, позволяющие оценить рост культуры клеток на содержащей алюминий среде. В последнее время наиболее широко используются лабораторные экспресс-методы оценки алюмоустойчивости.

Ранее широко использовался полевой метод определения устойчивости растений к повышенной почвенной кислотности, который считался наиболее достоверным (Каппен,

1934). В опытах проводили сравнение урожая растений, произрастающих на участках с различными показателями pH почвенного раствора. В мировой практике достаточно широко использовался данный метод оценки устойчивости к алюминию с изучением различных параметров (Gallardo et al., 1999). Изучение и отбор растений ячменя в полевых условиях при естественном алюмокислом стрессе проводится в НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого. Установлены генетические различия по чувствительности к ионной токсичности, выделен ряд устойчивых сортов (Родина, 1987; Родина, Щенникова, 2000). Установлено также, что урожайность сортов в условиях кислых почв средне коррелирует с продуктивностью растений, количеством продуктивных стеблей и продолжительностью вегетационного периода (Щенникова, 2007). Подобные методы оценки весьма сложны и трудоемки, длительны по времени (в течение всего вегетационного периода развития растений), не всегда можно достичь однородности агрохимических показателей почвенного фона. Поэтому наибольшее распространение получили лабораторные методы как более точные, быстрые и менее затратные.

Метод почвенной культуры с токсичным содержанием обменного алюминия также используется для изучения устойчивости различных культур (Косарева и др., 1995). Растения выращивают в сосудах с кислой почвой в течение одного месяца или всего вегетационного периода, изучаемый фактор создают искусственно. Сравниваются сухая масса корня, побега, концентрация алюминия в тканях растения в опытном и контрольных вариантах (Foy et al., 1993). Метод позволяет оценить растения как на ранних фазах развития при наибольшей чувствительности корней к действию стрессора, так и в более поздние фазы роста.

В почвенной культуре можно провести оценку кислотоустойчивости растений по степени развития корневой системы, когда учитываются длина, форма и окраска корней. Изучаемые образцы сравнивают со стандартами и распределяют по девятибалльной шкале, где 1 балл – высокая устойчивость, 9 – высокая чувствительность (Месдаг, Слоотмейкер, 1970).

В условиях почвенной культуры нами были изучены четыре сорта ярового ячменя с различной степенью устойчивости к токсичным ионам алюминия (Яковлева, Капешинский, 2011). В качестве откликов на стресс учитывали динамику появления всходов, высоту растений: в фазу второго листа, кущения, выхода в трубку, колошения и в фазу созревания, элементы структуры урожая: длину главного колоса, число колосков, зерен, массу зерна с главного колоса и массу 1000 зерен. Проведенный эксперимент подтверждает, что растения ячменя наиболее чувствительны к токсическому действию ионов алюминия на ранних фазах роста. Результаты, полученные в вегетационном опыте, совпадают с результатами лабораторной оценки изученных образцов (Яковлева и др., 2009).

Для оценки алюмоустойчивости используется также метод песчаной культуры, позволяющий контролировать количество поступающих в растение алюминия и других минеральных веществ. В некоторых опытах растения поливали дважды в день: первый раз – кислым раствором с алюминием, второй – кислым питательным раствором (Villagarcia et al., 2001). В условиях песчаной и водной культуры оценивали корневую систему растений при стандартной величине pH 6,5 и низкой pH 4,5, а также повышенной концентрации ионов алюминия (Blaha et al., 1994). У устойчивого к кислой среде сорта зачатки боковых корней продолжали расти, а у восприимчивого сорта боковые корни приостанавливали рост, что приводило к сокращению общей длины корней. Результаты, полученные в песчаной и водной культуре, оказались схожими и более точно отражали агрономическую устойчивость к алюминию.

Метод водной культуры также широко используется для идентификации устойчивости сельскохозяйственных культур к токсичным ионам алюминия (Косарева и др., 1995; Wagatsuma, Yamasaku, 1985; Shuman et al., 1993; Cosic et al., 1994; Dall'Agnol et al., 1996; Fernando et al., 2000).

Обычно растения выращивают на питательных растворах с различным содержанием ионов алюминия, а затем учитывают морфометрические и ростовые параметры развития, накопление токсиканта в корнях и листьях, аккумуляцию его в разных частях растения и т. д.

Возможность оценки большого числа растений и быстрота определения показателей за относительно короткий промежуток времени являются главными достоинствами этого метода. Согласно Lazof и Holland (1999) оценка ростовых параметров корней в репарационный период

(после прекращения действия алюминия) позволяет успешно идентифицировать устойчивые к алюминию генотипы среди форм растений, неустойчивых к кислотности почвы.

Диагностика алюмочувствительности культурного ячменя проводилась нами на ранних этапах развития растений с использованием корневого теста (Яковлева и др., 2001; Яковлева и др., 2009). Длину зародышевых корней семидневных проростков, выращенных в растворе с содержанием 185 мкМ ионов алюминия (pH = 4,0), соотносили с длиной зародышевых корней растений, выращенных в растворе без добавления солей алюминия (pH = 6,5). В каждую растильню дополнительно закладывали сорта-тестеры с известным уровнем устойчивости: Полярный 14 (к-15619, ИДК – 0,71), Московский 121 (к-19417, ИДК – 0,63) (Груздева и др., 1999). Именно этот метод мы используем для генетических исследований устойчивости ячменя к токсичным ионам алюминия.

Широкое распространение получили методы визуальной оценки алюмоустойчивости растений окрашиванием корней различными органическими красителями: гематоксилином, эриохромцианином R (Polle et al., 1978; Aniol, 1991; Bona, Carver, 1998).

В основе метода окрашивания гематоксилином – учет степени повреждения корней проростков после токсического воздействия ионов алюминия. Интенсивность окраски и повышенный уровень поглощения токсиканта отражают степень устойчивости растения. Важно, что отобранные растения можно довести до хозяйственной спелости при дальнейшем выращивании. Метод дает качественную, а не количественную оценку содержания уровня алюминия в корнях. Считается, что метод окрашивания гематоксилином в силу своей простоты и дешевизны весьма эффективен при работе с большими популяциями растений.

При окрашивании корней проростков эриохромцианином R учитываются токсические концентрации алюминия, приводящие к необратимым повреждениям корневых меристем (Aniol, 1991). Диагностическим показателем является длина зоны отрастания корней после репарации. Метод широко используют для определения алюмоустойчивости различных сельскохозяйственных культур (Косарева и др., 2001; Олинга и др., 2007; Maslowski, Gruszacka, 1997).

Для изучения устойчивости ячменя к ионам алюминия, помимо метода учета корневых индексов, в своих исследованиях мы использовали модифицированный метод окрашивания корней проростков эриохромцианином R (Яковлева, 2000). Метод эриохромцианинового окрашивания позволил распределить изучаемые образцы ячменя на две группы по уровню алюмоустойчивости. Сорта ячменя, имеющие наибольшую среднюю длину зоны отрастания корня, относили к группе устойчивых образцов, к группе неустойчивых – сорта, не имеющие зоны отрастания или характеризующиеся небольшой зоной отрастания (Яковлева, Капешинский, 2001). Данный метод может быть рекомендован для индивидуальной оценки растений в ходе генетических исследований устойчивости к алюмотоксичности кислых почв.

В научных исследованиях используют методы культуры клеток для скрининга устойчивых генотипов, создания и идентификации сомаклональных вариантов с повышенной устойчивостью, для изучения реакции клеток на токсичность алюминия (Сидоров, 1990; Щенникова и др., 2009; Meredith, 1978; Zakri, 1986; Foy et al., 1993). Перспективным считается применение культуры тканей для создания чувствительных мутантов. Устойчивые формы можно идентифицировать при сравнении роста каллусных клеток на кислой среде в присутствии или отсутствии ионов алюминия. Для селекции на клеточном уровне необходимо создание специальных питательных сред, обеспечивающих экспрессию признака устойчивости и позволяющих вести отбор необходимых вариантов.

Способность к каллусообразованию, регенерации растений, а также степень разнообразия сомаклонов зависит от исходного генотипа, природы и стадии развития эксплантата. Для злаков особенно важна природа эксплантата, в качестве которого использовали гипокотили проросших семян (Parrot, Bouton, 1990), незрелые зародыши (Внучкова и др., 1987; Исаева и др., 1988; Van Sint et al., 1997; Сурин и др., 2009), незрелые соцветия (Родин и др., 1998), пыльники (Karsai, Bedö, 1990). Устойчивые к алюминию клеточные линии, а также растения - регенеранты получены у ячменя (Внучкова и др., 1989; Mu-yuan et al., 1990).

Однако экономическая эффективность клеточной селекции может уступать традиционной селекции и другим лабораторным методам исследования вследствие трудности проведения массовой оценки большого числа генотипов.

Современным направлением исследований является применение биохимических и молекулярных маркеров, связанных с генами устойчивости к алюминию. Эти методы используют для изучения наследования алюмотолерантности различных культур (Haug, 1984; Aniol, 1990; Ma et al., 1993; Riede, Anderson, 1996; Peterson et al., 1997; Tang et al., 2000; Miftahudin et al.,2002; Wang et al., 2006; Navakode et al., 2009). Одними из биохимических маркеров являются различные изоформы ферментов типа НАД-киназы. Уровень алюмоустойчивости хлебных злаков (рожь, пшеница, ячмень и овёс) соответствует уровню НАД-киназы в кончиках корня. Для оценки степени повреждения растений токсичными ионами алюминия в качестве маркеров использовали (1, 3)-β-glucans (callose) и (1, 3)-β-glucanase (Cruz-Ortega et al., 1995). В корнях алюмочувствительных растений происходит большее накопление каллозы, чем у устойчивых.

Молекулярные маркеры можно использовать при идентификации устойчивых форм растений у видов, реализующих механизмы устойчивости на более поздних этапах онтогенеза. Современные технологии выявления полиморфизма на уровне ДНК включают анализ полиморфизма длин рестриктных фрагментов (RFLP) и анализ полиморфизма с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) и другие методы на основе амплификации ДНК. Изучение идентификации молекулярных маркеров с генами, контролирующими устойчивость к алюминию, проводится на различных культурах (Richards et al., 1994; Hoffman, Dahleen, 2002; Nguyen et al., 2003; Maroon et al., 2010; Bian et al., 2013). Идентифицированы микросателлитные маркеры HVM68 и Bmag353, наиболее тесно сцепленные с геном алюмоустойчивости у ячменя. Предполагается, что с помощью маркера Bmag353 можно прогнозировать выносливость к алюминию с точностью до 95% (Raman et al., 2002; 2003). Молекулярно-генетические методы анализа обладают высокой разрешающей способностью, информативностью, хорошей воспроизводимостью результатов. Их используют также при изучении механизмов и генетического контроля алюмотолерантности (Ma et al., 2004; Wang et al., 2007).

Все упомянутые методы изучения исходного материала позволяют выделять наиболее устойчивые формы и использовать их для дальнейшей селекции при создании толерантных к алюминию сортов. Применение современных методов исследования может существенно повысить эффективность селекционной работы.

Литература

Анализ рынка ячменя в России в 2006-2010 гг., прогноз на 2011-2015 гг. // http://www.rbc.ru/research/562949980353700.shtml.

Внучкова В. А., Чеботарева Т. М., Аветисова Л. В. Индукция in vitro каллуса и растений пшеницы из незрелых зародышей // С.-х. биология. 1987. № 1. С. 34-38.

Внучкова В. А., Нетгевич Э. Д., Чеботарева Т. М. Использование методов in vitro в селекции ячменя на устойчивость к токсичности кислых почв // Докл. ВАСХНИЛ. 1989. № 7. С. 2-5.

Груздева Е .В., Яковлева О. В., Косарева И. А., Капешинский А. М., Терентьева И. А., Ковалева О. Н. Каталог мировой коллекции ВИР. Ячмень. Лабораторная оценка образцов ячменя на кислотоустойчивость (Al^{3+}, Mn^{2+}). СПб., ВИР. 1999. Вып. 701. 28 с.

Исаева Н. А., Бородько А. В., Шумный В. К. Регенерация растений в каллюсной культуре, полученной из незрелых зародышей мутантных линий ячменя сорта Бонус // Физиол. раст. 1988. Т. 35. № 4. С. 756-761.

Каппен Г. Почвенная кислотность. М.: Сельхозгиз, 1934. 392 с.

Косарева И. А., Давыдова Г. В., Семенова Е. В. Определение кислотоустойчивости зерновых культур. Методические указания // СПб.: ВИР. 1995. 24 с.

Косарева И. А., Семенова Е. В., *Анфилова Н. А., Брыкова А. Н.* Видовой потенциал алюмотолерантности рода *Triticum* L. // Мат. Междунар научно-практ. конф. СПб. 2001. С. 315-316.

Месдаг Д., Слоотмейкер Л. Классификация сортов пшеницы по признаку устойчивости к повышенной кислотности почвы // Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство. 1970. № 3. С. 67-73.

Олинга Т. Ж., Косарева И. А., Кошкин В. А., Матвеева Г. В. Скрининг коллекции кукурузы по селекционно ценным физиологическим признакам // АгроXXI. 2007. № 10-12. С. 21-22.

Родин Е. А., Кедрова Л. И., Широких И. Г., Худякова Т. В. Методы биотехнологии в селекции озимой ржи на толерантность к эдафическому стрессу // Мат. научн. сессии. СПб., 1998. С. 61-62.

Родина Н. А. Оценка исходного материала ячменя на устойчивость к повышенной кислотности и алюминию // Тез. докл. V съезда ВОГиС. 1987. Т. 4. Ч. 2. С. 123.

Родина Н. А., *Щенникова И. Н*. Селекция ячменя на кислых почвах // Тез. докл. II съезда ВОГиС. 2000. С. 63-64.
Сидоров В. А. Биотехнология растений. Клеточная селекция // Киев, 1990. 280 с.
Сурин Н. А, Зобова Н. В., Ляхова Н. Е. Генетические ресурсы ярового ячменя сибирской селекции // Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. 2009. Т. 166. С.263-269.
Щенникова И. Н., Назарова Н. Н. Оценка гибридов в провокационных условиях алюмокислого стресса // Мат. II Вавиловск. Междунар. конференции. 2007. СПб. С. 654-656.
Щенникова И. Н., *Шуплецова О. Н., Бутакова О. И*. Оценка сортов ярового ячменя на кислотоустойчивость // Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. 2009. Т. 165. С. 174-177.
Яковлева О. В. Использование метода эриохромцианинового окрашивания для оценки алюмоустойчивости растений ячменя // Бюлл. ВИР. Вып. 239. 2000. СПб. С. 35-37.
Яковлева О. В., Капешинский А. М. Сравнение методов тестирования устойчивости растений ячменя к токсичным ионам алюминия // Мат. Междунар научно-практ. конф. СПб. 2001. С. 285-286.
Яковлева О. В., Капешинский А. М., Ковалева О. Н. Устойчивость культурного и дикого ячменя к действию токсичных ионов алюминия // Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. 2009. Т. 165. С. 51-53.
Яковлева О. В., Капешинский А. М. Толерантность ячменя к токсичным ионам алюминия в условиях почвенной культуры // Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. 2011. Т. 168. С. 54-64.
Aniol A. Genetics of tolerance to aluminium in wheat (*T. aestivum* L.) // Plant and Soil. 1990. V. 123. № 2. P. 223-227.
Aniol A. Genetics of acid tolerant plant // In R.J. Wright et al. (Eds.). Plant interactions at low pH. 1991. P. 1007-1017.
Bian M., Waters I., Broughton S., Zhang X-Q., Zhou M., Lance R., Sun D., Li C. Development of gene-specific markers for acid soil / aluminum tolerance in barley (Hordeum vulgare L.) // Mol. Breeg. 2013. DOI 10.1007/s11032-013-9859-3.
Blaha L., Janacek J., Opatrna J. Evaluation of wheat cultivars roots at standard pH (6,5) and low pH (4,5) and higher concentration of aluminium ions // Biol. Plant. 1994. V. 36. P. 186.
Bona L., Carver B. F. Interitance of aluminum tolerance of winter wheat in acid soil and solution culture // Mendel Centenary Congress. Brno. 2000. P. 21.
Cosic T., Poljak M., Custic M., Rengel Z. Aluminium tolerance of durum wheat germplasm // Euphytica. 1994. V. 78. № 3. P. 239-243.
Cruz-Ortega R., Cushman J. C., Ownby J. D. Nucleotide sequence of cDNA for a 1,3-beta- glucanase associated with aluminum toxicity in wheat roots // Plant Physiol. 1995. V. 109. P. 722.
Dall'Agnol M., Bouton J. H, Parrott W. A. Screening methods to develop alfalfa germplasms tolerant of acid, aluminum toxic soils // Crop Sci. 1996. V. 36. № 1. P. 64-70.
Foy C. D, Carter T. E. Jr., Duke J. A, Devine T. E. Correlation of shoot and root growth and its role in selecting for aluminum tolerance in soybean // J. Plant Nutr. 1993. V. 16. № 2. P. 305-325.
Gallardo F., Borie F., Alvear M., Von Baer E. Evaluation of aliminum tolerance of three barley cultivars by two shortterm screening methods and field experiments // Soil Sc. Plant Nutrit. 1999. V. 45. № 3. P. 713-719.
Haug A. Molecular aspects of aluminum toxicity // CRC Crit. Rev. Pl. Sci. 1984. V. 1. P. 345-373.
Hoffman D., Dahleen L. Markers polymorphic among malting barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars of a narrow gene pool associated with key QTLs // Theor. Appl. Genet. 2002. V. 105. № 4. P. 544-554.
Karsai I., Bedö Z. Relatioship between anther culture response and aluminium tolerance in wheat (*T. aestivum* L.) // Euphytica. 1996. V. 100. № 1-3. P. 249-252.
Lazof D. B, Holland M. J. Evaluation of the aluminum-induced root growth inhibition in isolation from low pH effects in *Glycine max*, *Pisum sativum* and *Phaseolus vulgari*. // Aust. J. Plant Physiol. 1999. V. 26. P. 147–157.
Ma Z-Q., Gill B. S., Sorells M. E., TanksleyS. D. RFLP markers linked to two Hessian fly-resistance in wheat (*T. aestivum* L.) from T. tauschii (Coss.) Schmal. // Theor. Appl. Genet. 1993. V. 85. P. № 6-7. 750-754.
Ma J. F., Nagao S., Sato K., Ito H., Furukawa J., Takeda K. Molecular mapping of a gene responsible for Al-activated secretion of citrate in barley // J. Exp. Bot. 2004. V. 55. № 401. P. 1335-1341.
Maron L. G., *Pineros M. A., Gumaraes C. T., Magalhaes J. V., Pleiman J., Mao C., Shaff J., Belicuas S. N., Kochian L. V*. Two functionally distinct members of the MATE (multi-drug and toxic compound extrusion) famly of transporters potentially underlie two major aluminum tolerance QTLs in maize // Plant J. 2010. V. 61. № 5. P. 728-740.
Maslowski J., Gruszecka D. The analysis of tolerance to toxic aluminium ions in seedlings of [X *Triticosecale* Wittmack × *Agrotricum* sp.] hybrid // J. Appl. Genet. 1997. V. 38B. P. 289-293.
Meredith C. P. Selection and characterization of aluminium-resistant variants from tomato cell cultures // Plant Sci. Lett. 1978. V. 12. P. 25-34.

Miftahudin, Scoles G. J., Gustafson J. P. AFLP markers tightly linked to the aluminum-tolerance gene *Alt3* in rye (*Secale cereale* L.) // Theor. Appl. Genet. 2002. V. 104. № 4. P. 626-631.

Mu-yuan Z., Chun-nong H., A-bing X., Miao-bao Y. In vitro selection of aluminum-tolerant variant of barley callus and its characterization // Acta Bot. Sin. 1990. V. 32. № 10. P. 743-748.

Navacode S., Weidner A., Lohwasser U., Roder M. S., Borner A. Molecular mapping of quantitative trait loci (QTLs) controlling aluminium tolerance in bread wheat // Euphytica. 2009. V. 166. № 2. P. 283-290.

Nguyen B. D., Brar D. S., Bui B. C., Nguyen T. V., Pham L. N., Nguyen H. T. Identification and mapping of the QTL for aluminum tolerance introgressed from the new source, *Oryza rufipogon* Griff., into indica rice (*Oryza sativa* L.) // Theor. Appl. Genet. 2003. V. 106. № 4. P. 583-593.

Parrot W. A., Bouton J. H. Aluminum tolerance in alfalfa as experessed in tissue culture // Crop. Sic. 1990. V. 30. № 2. P. 387-389.

Peterson G. W., Good A. G., Taylor G. J. Molecular markers for aluminum tolerance in bread wheat // Plant Physiol. 1997. 114. № 3. P. 303.

Poll E, Konzak C. F., Kittrick J. A. Visual detection of aluminum tolerance levels in wheat by hematoxylin staining // Crop Sci. 1978. V. 18. № 5. P. 823-827.

Raman H., Moroni S., Sato K., Read J., Scott J. Identification of AFLP and micrisatellite markers liked with an aluminium tolerancegene in barley (*Hordeum vulgare* L.) // Theor. Appl. Genet. 2002. V. 105. № 2-3. P. 458-464.

Raman H, Karakousis A, Moroni J. S., Raman R, Read B, Garvin D. F., Kochian L. V., Sorrells M. E. Development and allele diversity of microsatellite markers linked to the aluminium tolerance gene *Alp* in barley // Aust. J. Agric. Res. 2003. V. 54. № 12. P. 1315–1321.

Richards D. K., Snowden K. C., Gardner R. C. Wali6 and wali7. Genes induced by aluminium in wheat (*Triticum aestivum* L.) roots // Plant Physiol. 1994. V. 105. № 4. P. 1455-1456.

Riede C. R., Anderson J. A. Linkage of RFLP markers to an aluminum tolerance gene in wheat // Crop Sci. 1996. V. 36. № 4. P. 905-909.

Shuman L. M., Wilson D. O., Duncan R. R. Screening wneat and sorgum cultivars for aluminum sensitivity at low aluminum levels // J. Plant Nutr. 1993. V. 16. № 2. P. 2383-2395.

Tang Y., Sorells M. E., Kochian L. V., Garvin D. F. Identification of RFLP markers linked to the barley aluminum tolerance gene *Alp* // Crop Sci. 2000. V. 40. № 3. P. 778-782.

Van Sint jan V., Costa de Macedo C., Kinet J.- M., Bouharmot J. Selection of Al-resistant plant from a sensitive rice cultivar, using somaclonal variation, in vitro and hydroponic cultures // Euphytica. 1997. V. 97. № 3. P. 303-310.

Villagarcia M., Carter T. E. Jr., Rufty T. W., Niewoehner A. S. Jennette M. W., Arrellano C. Genotypic rankings for aluminium tolerance of soybean roots grown in hydroponics and sand culture // J. Animal Plant Sci. 2001. V. 8. P. 971-980.

Wagatsuma T., Yamasaku K. Relationship between differential aluminum tolerance and plant induced pH change of medium among barley cultivars // Soil Sci. Plant Nutr. 1985. V. 31. № 4. P. 521-535.

Wang J. P., Raman H., Zhang G. P., Mendham N., Zhou M. X. Aluminium tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.): physiological mechanisms, genetics and screening methods // J. Zhejiang Univ. Sci. B. 2006. V. 7. № 10. P. 769-787.

Wang J. P., Raman H., Zhou M. X., Ryan P. R., Delhaize E., Hebb D. M., Coombes N., Mendham N., High-resolution mapping of the Alp locus and identification of a candidate gene HvMATE controlling aluminium tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.) // Theor. Appl. Genet. 2007. V. 115. № 2. P. 265-276.

Zakri A. H. Induction and selection of aluminium-resistant variant from soybean cell cultures // Nuclear techniques and in vitro culture for plant improvement. Venna: IAEA. 1986. P. 267-273.

УДК 631.527.5:575.222.73

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЧМЕНЯ ЛУКОВИЧНОГО *HORDEUM BULBOSUM* L. ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ *HORDEUM VULGARE* L.[7]

Г. И. Пендинен[1], М. Шольц[2], О. Шрадер[3], А. Хабекус[4]
[1] Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: pendinen@mail.ru
[2,3.4] Julius Kühn-Institut, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Germany
[2]Institute for Breeding Research on Agricultural Crops (ZL), Groß Lüsewitz
[3]Institute for Breeding Research on Horticultural and Fruit Crops (ZGO), Quedlinburg
[4]Institute for Resistance Research and Stress (RS), Quedlinburg

Резюме

Триплоидный *H. vulgare* Igri(2x) x *H. bulbosum*(4x) и тетраплоидный *H. vulgare* Borwina(x) x *H. bulbosum*(4x) гибриды были использованы для создания форм культурного ячменя с интрогрессиями генетического материала ячменя луковичного. Методами молекулярной цитогенетики (GISH и FISH с хромосомоспецифичными маркерами) в потомстве гибридов отобраны формы с интрогрессиями в различных хромосомах (1HL, 2HL, 2HS, 3HL, 4HL, 4HS, 5HL, 5HS, 6HL, 6HS, 7HL, 7HS).

Ключевые слова: ячмень культурный *H. vulgare*, ячмень луковичный *H. bulbosum*, межвидовые гибриды.

USING OF BULBOUS BARLEY *HORDEUM BULBOSUM* L. FOR WIDENING OF GENETIC DIVERSITY OF *HORDEUM VULGARE* L.

G. I. Pendinen[1], M. Scholz [2], O. Schrader[3], A. Habekuß [4]
[1] N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, e-mail: pendinen@mail.ru
[2,3.4] Julius Kühn-Institut, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Germany
[2]Institute for Breeding Research on Agricultural Crops (ZL), Groß Lüsewitz
[3]Institute for Breeding Research on Horticultural and Fruit Crops (ZGO), Quedlinburg
[4]Institute for Resistance Research and Stress (RS), Quedlinburg

Summary

Triploid *H. vulgare* Igri(2x) x *H. bulbosum*(4x) and tetraploid *H. vulgare* Borwina(x) x *H.bulbosum*(4x) hybrids were used for arising of cultivated barley with bulbous barley genetic material introgressions Using the methods of molecular cytogenetic (GISH and FISH with chromosomespecific markers) forms with introgressions in different chromosomes (1HL, 2HL, 2HS, 3HL, 4HL, 4HS, 5HL, 5HS, 6HL, 6HS, 7HL, 7HS) were selected.

Key words: cultivated barley *H. vulgare*, bulbous barley *H. bulbosum*, interspecies hybrids.

Дикорастущие виды рода *Hordeum* характеризуются рядом хозяйственно ценных признаков. Генетический потенциал этих видов представляет интерес для расширения генетического разнообразия культурного ячменя и получения новых форм для селекции ячменя. В зависимости от возможности использования в селекции культурного ячменя генофонд видов рода относят к первичному, вторичному и третичному генному пулу (Bothmer et al., 1992). Первичный генный пул включает все многообразие *H. vulgare* (селекционные и местные сорта, дикорастущие подвиды, такие как *H. vulgare* ssp. *spontaneum*, которые свободно скрещиваются с культурным ячменем, дают плодовитое потомство). К вторичному генетическому пулу относят *H. bulbosum*, акцентируя внимание на гаплопродуцирующей способности этого вида. Третичный генный пул составляют все остальные виды, в настоящее время генофонд

[7] Работа выполнена в рамках Германо-Российского двустороннего сотрудничества, проект №145

этих видов не использован для расширения генетического разнообразия *H. vulgare* из-за репродуктивных барьеров и межвидовой несовместимости на разных стадиях развития гибридов. Традиционно принято рассматривать вид *H. bulbosum* как гаплопродьюсер культурного ячменя. Использование *H. bulbosum* для получения гаплоидов ячменя нашел применение в селекции ячменя (Лукьянюк, Игнатова, 1984; Ho, Jones, 1980). Кроме того, ячмень луковичный имеет ряд ценных признаков, таких как устойчивость к мучнистой росе, стеблевой и листовой ржавчине, которые могут быть интродуцированы при гибридизации этих видов (Jones, Pickering, 1978). На основе гибридов *H. vulgare* с *H. bulbosum* была получена серия фертильных форм с интрогрессией генетического материала *H. bulbosum* в геном зернового ячменя (Pickering, 1988; Pickering, 1992; Pickering et al. 1994; Pickering et al., 2000; Jonson, Pickering, 2002; Scholz et al., 2009). Ряд интрогрессивных линий характеризовались устойчивостью к болезням, переданной от луковичного ячменя. У форм, устойчивых к листовой ржавчине, генетический материал луковичного ячменя интродуцирован в длинное плече хромосомы 2H или 4H хромосомы ячменя *H. vulgare,* а у форм, устойчивых к стеблевой ржавчине - в коротком плече хромосомы 6H, устойчивость к ринхоспориозу передалась с интрогрессией генетического материала *H. bulbosum* в короткое плече хромосомы 4H, устойчивость к мучнистой росе – с интрогрессией в короткое плече хромосомы 2H (Pickering et al., 2000; Pickering et al., 2006; Shtaya et al., 2007). Среди интрогрессивных форм выявлены формы, устойчивые к BaMMV, BaYMV, BYDV вирусам, идентифицированы новые гены устойчивости (Michel, 1996, Szigat, Szigat, 1991; Ruge, et al,2003; Ruge-Wehling et al., 2006; Scholz et al., 2009). Таким образом, показана реальная возможность использования межвидовой гибридизации для интрогрессии ценных признаков *H. bulbosum* в геном культурного ячменя. Задачей проводимых нами исследований является расширение генетического разнообразия ячменя культурного на основе межвидовой гибридизации *H. vulgare* с *H. bulbosum.*

В скрещиваниях использовали тетраплоидный *H. bulbosum* (2n=4x=28) (клон А3) происхождением из Уругвая и сорта *H. vulgare* Igri(2x) и Borwina(2x), а так же полученные на основе этих сортов тетраплоиды Igri (4x) и Borwina (4x). Для используемого клона А3 характерна множественная устойчивость к различным болезням ячменя: мучнистой росе (26 изолятов), листовой ржавчине, *Typhula incarnate*, вирусам BaYMV-1, -2, BaMMV, BVDV. Сорта культурного ячменя с различным уровнем плоидности использовали в связи с тем, что при варьировании дозы геномов родительских видов в скрещиваниях культурного ячменя (V) с ячменем луковичным (B) можно добиться в потомстве только гибридных форм: при соотношении геномов 1V : 2B в потомстве наблюдаются только гибридные формы, при соотношении. При соотношении геномов 1V : 1B результат скрещивания - гаплоиды или гибриды - в значительной степени зависит от генотипов родительских форм, используемых в скрещиваниях. Для идентификации генетического материала родительских видов в гибридных зародышах, гибридных растениях и их потомстве использовали метод геномной *in situ* гибридизации хромосом с меченой ДНК *H. bulbosum*, ДНК *H. vulgare* использовалась в пробах для гибридизации в качестве блокирующей ДНК. Для идентификации хромосом *H. vulgare* проводили GISH-анализ в комбинации с хромосомоспецифичными маркерами: 1)5s rДНК , позволяющей идентифицировать хромосомы 2H, 3H, 7H, 4H , 2) 18/25S rДНК – для идентификации хромосом 1H, 5H, 6H.

Тетраплоиды культурного ячменя использовали в скрещиваниях, поскольку тетраплоидные гибриды являются наиболее сбалансированными, их геном которых включает 2 базовых генома *H. vulgare* и 2 базовых генома *H. bulbosum,* что может обеспечить нормальное протекание мейоза и формирование полноценной пыльцы. Но при таком соотношении геномов при скрещивании может наблюдаться элиминация хромосом. Мы провели цитоэмбриологический анализ 10-14-суточных зародышей в скрещиваниях *H. bulbosum*(4x) с тетраплоидами *H. vulgare* сортов *Igri*(4x) и *Borwina*(4x). Результаты анализа показали, что при использовании в скрещиваниях *Igri*(4x) процесс элиминации интенсивный и уже к 10 дню многие клетки не содержат генетического материала *H. bulbosum.* В гибридных зародышах, полученных в скрещиваниях с Borwina(4x) процесс элиминации не столь интенсивен, к 11-13дню после опыления большая часть клеток содержит полный набор хромосом *H. bulbosum*, хотя в некоторых клетках отме-

чена элиминация нескольких хромосом *H .bulbosum*, а так же встречаются клетки с микроядрами, образованными хромосомами *H. bulbosum*. Следует отметить, что если процесс элиминации не прошел в эмбриогенезе, в дальнейшем онтогенезе элиминации не наблюдаются, и гибридные растении сохраняют гибридный геном. Можно предположить, что процесс активной элиминации хромосом приурочен к определенному этапу онтогенеза, в данном случае – к эмбриогенезу. Таким образом, получение тетраплоидных гибридов возможно с использованием в скрещиваниях сорта Borwina(4x). С сортом Igri могут быть получены только триплоидные гибриды (VBB) при использовании в скрещиваниях диплоидной формы этого сорта.

Триплоидные гибриды стерильны, получение потомства этих форм проблематично, необходимо использование специальных приемов, стимулирующих образование нередуцированных гамет, обладающих сбалансированным числом хромосом. Однако, для этих гибридов характерно высокая частота тривалентов в мейозе, образованных двумя гомологичными хромосомами ячменя луковичного и гомеологичной им хромосомы ячменя культурного, что обеспечивает высокий уровень рекомбинации. Так, в мейозе гибрида *H. vulgare* Igri (2x) x *H. bulbosum* A17(4x), на основе которого была получена серия линий с интрогрессиями, число тривалентов в варьироволо от 0 до 4, составляя 0,74 в среднем на клетку. В результате опыления культурного ячменя пыльцой этого гибрида, обработанного колхицином, было получено растение, имеющее фенотип культурного ячменя, но характеризующееся некоторыми свойствами родительского образца ячменя луковичного. GISH-анализ показал, что кариотип этого растения соответствует диплоидному *H. vulgare*, но 4 хромосомы имеют терминальные транслокации *H. bulbosum*. С использованием хромосомспецифичных маркеров (5S-rDNA и 45s-rDNA) транслокации были локализованы в длинных плечах хромосома 1H, 2H, 3H. 5H. Далее при беккроссирования культурным ячменем и последующем самоопылении были созданы линии с интрогресии в отдельных хромосомах, которые могут представлять интерес для селекции ячменя. Так, показано, что интрогрессия в хромосоме 3HL несет ген устойчивости к BYDV вирусу *Ryd4Hb* (Scholz, et al., 2009), выявлены формы с терминальной интрогрессией в длинном плече хромосомы 1H, устойчивые к нематоде *Heterodera avenae,* и с терминальной интрогрессией в длинном плече хромосомы 5H, устойчивые к *Heterodera filipjevi*.

Использование тетраплоидного гибрида *H. bulbosum*(4x) x *H. vulgare* Borwina(4x) (2n=4x=28, BBVV) для получения рекомбинантных форм культурного ячменя более продуктивно, поскольку его геномный состав соответствует диплоидному уровню каждого из родительских геномов, что обеспечивает их частичную фертильность как при самоопылении, так и при беккроссировании родительскими видами (табл.). Это растение с многолетним образом жизни, что дает возможность получить значительное количество семян.

Завязываемость зерновок и геномный состав зародышей в различных комбинациях скрещиваний гибрида *H. bulbosum*(4x) x *H. vulgare* Borwina(4x) (2n=4x=28, BBVV)

Комбинация скрещивания	Опылено цветков	Завязалось зерновок		Геномный состав зародышей
		Число	%	
BBVV x BBVV	91	26	28,6	VV; BBVV
BBVV x *H.bulbosum* (4x)	102	32	31,4	BBBV
H.bulbosum (4x) x BBVV	88	7	7,9	BBBV
BBVV x *H.vulgare* Igri (2x)	55	12	21,8	VV
H.vulgare Igri (2x) x BBVV	51	43	84,3	VV
BBVV x *H.vulgare* Borwina (2x)	52	8	15,4	VV
H.vulgare Borwina(2x) x BBVV	83	23	27,7	VV

В мейозе этого гибрида отмечены ассоциации, образованные гомеологичными хромосомами родительских видов: тетраваленты (0,59 в среднем на клетку, от 0 до 3 в клетке), биваленты (0,17 в среднем на клетку, от 0 до 2 в клетке). Такая характеристика мейоза обеспечивает рекомбинацию между родительскими геномами. Образование тетравалентов отме-

чено для хромосом всех гомеологичных групп, однако чаще всего встречаются тетраваленты, образованные хромосомой 1H (45 % от общего числа тетравалентов.. В потомстве этого гибрида нами выявлены формы (как гибридные, так и формы *H. vulgare* типа) с терминальными интрогрессиями в хромосомах 1HL, 2HL, 2HS,3HL, 4HL, 4HS, 5HL,5HS, 6HL, 6HS, 7HL, 7HS. Чаще всего выявляются формы с интрогрессией генетического материала в длинном плече хромосомы 1H (примерно треть от общего числа рекомбинантных форм в различных семьях), что было ожидаемо, исходя из характеристики конъюгации хромосом в мейозе.

Таким образом, при межвидовой гибридизации *H. vulgare* с *H. bulbosum* отобраны рекомбинантные формы, расширяющие генетическое разнообразие культурного ячменя. Дальнейшее их изучение позволит отобрать перспективные для селекции генотипы.

Литература

Лукьянюк С.Ф., Игнатова С.А. Получение гаплоидов ячменя с помощью гаплопродьюсеров. Методические указания. Одесса: ВСГИ. 1983. 21 с.

Bothmer R., Seberg O., Jacobsen N. Genetic resources in the *Triticeae*// Hereditas. 1992. V.116. P.141-150.

Ho K.M., Jones E. Mingo Barley// Can. J. Plant Science. 1980. V. 60. № 1. P. 279-280.

Jones I.T., Pickering R.A. The mildew resistance of Hordeum bulbosum and its transference into *H.vulgare* genotypes// Ann. Appl. Biology. 1978. V. 88. P.295-298.

Jonson P.A., Pickering R.A. PCR detection of *Hordeum bulbosum* introgression in a *H. vulgare* background using a retrotransposon-like sequence// Theor. and Appl. Genetics. 2002. V. 104. P.720-726.

Michel M. Untersuchungen zur Übertragung von Resistenzgenen aus der Wildart *Hordeum bulbosum* L. in die Kulturgerste *Hordeum vulgare* L. PhD Thesis, Lehrstuhl für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Technische Universität München. 1996. 117 p.

Pickering R.A. The production of fertile triploid hybrids between *Hordeum_vulgare* L. (2n=2x=14) and *H. bulbosum* L. (2n=4x=28)// Barley Genetics Newsletter. 1988. V. 18. P.25-29

Pickering R.A. Monosomic and double monosomic substitutions of *Hordeum bulbosum* L. chromosomes into *H. vulgare* L.// Theor and Appl. Genetics. 1992. V.84. P.466-472.

Pickering R.A., Timmerman G.M., Cromey M.G., Melz G. Characterisation of progeny from backcrosses of triploid hybrids between *Hordeum vulgare* L.(2x) and *H. bulbosum* L.(4x) to *H. vulgare*// Theor. and Appl. Genet. 1994. V.88. P.460-464.

Pickering R.A., Malyshev S., Künzel G., Johnson P.A., Korzun V., Menke M. Schubert I. Locating introgressions of *Hordeum bulbosum* chromatin within the *H. vulgare* genome// 2000. V. 100. P.27-31.

Pickering R., Ruge-Wehling B., Johnston P.A., Schweizer G., Wehling P. The transfer of a gene conferring resistance to scald (*Rhynchosporium secalis*) from *Hordeum bulbosum* into *H. vulgare* chromosome 4HS// Plant Breeding. 2006. V. 125. P.576-579.

Ruge B., Linz A., Pickering R., Proeseler G., Greif P., Wehling P. Mapping of *Rym14Hb*, a gene introgressed from *Hordeum bulbosum* and conferring resistance to BaMMV and BaYMV in barley// Theor. and Appl. Genet. 2003.V.107. P.965–971.

Ruge-Wehling B, Linz A, Habekuß A, Wehling P. (2006) Mapping of *Rym16Hb*, the second soil-born virus-resistance gene introgressed from *Hordeum bulbosum//* Theor Appl Genet. 2006. V. 113. P.867-873

Scholz M., Ruge-Wehling B., Habekuß A., Schrader O., Pendinen G. Fischer K., Wehling P. Ryd4Hb: a novel resistancegene introgressed from *Hordeum bulbosum* into barley and conferring complete and dominant resistance to the barley yellow dwarf virus// Theor. and Apll Genet. 2009. V 119. P.837-849

Shtaya M.J.Y., Sillero J.C., Flath K., Pickering R., Rubeales D. The resistance to leaf rust and powdery mildew of recombinant lines of barley *(Hordeum vulgare* L.) derived from *H. vulgare x H. bulbosum* crosses // Plant Breeding. 2007. V.126. P.259-267.

Szigat G., Szigat G. Amphydiploid hybrids between *Hordeum vulgare* and *H. bulbosum* – basis for the development of new initial material for winter barley breeding// Vortr. Pflanzenzuchtg. 1991. V. 20. P.34-39.

УДК 575:633.11"321"

МЕТОД ГОМОЗИГОТИЗАЦИИ МАТЕРИАЛА В КУЛЬТУРЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ МИКРОСПОР ЯЧМЕНЯ [8]

Б. М. Башабаева, А. Ж. Исмагул, А. И. Абугалиева
КазНИИ земледелия и растениеводства, АО Казагроиновация МСХ РК,
e-mail: Bahytgul_1965@mail.ru

Резюме

В работе обсуждаются результаты оптимизации условий культивирования изолированных микроспор ячменя, с целью получения гаплоидных или удвоенно-гаплоидных растений в условиях *in vitro*. Выявлены типы каллусных клеток в гаплоидном каллусе. Установлено, что для регенерации растений важна стадия развития эмбриоидоподобных и каллусных структур. Дан анализ эффективности методов гомозиготизации селекционного материала и отработан первичный протокол культуры микроспор, на основе которого введены в культуру микроспоры выделенные из сортов ячменя.

Ключевые слова: ген. ресурсы, ячмень, растения-регенеранты, *in vitro*, изолированные пыльники, культура микроспор, удвоенные гаплоиды.

METHOD OF HOMOZYGOTIZATION MATERIAL IN TISSUE CULTURE OF BARLEY

B.M.Bashabaeva, A.Zh.Ismagul, A.I.Abugalieva
Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing, JSC Kazagriinnovation Ministry of Agriculture, Kazakhstan, e-mail: Bahytgul 1965@mail.ru

Summary

This paper discusses the results of the isolated barley microspores cultivation conditions optimization on purpose of haploid or doubled-haploid plants obtaining under *in vitro* conditions. The callus cells types were identified in the haploid callus. Found that for the plants regeneration in the such embryos and callus structures development stage is important. The breeding material homozygotization methods effectiveness is given by analysis and the primary microspore culture protocol was worked out upon which introduced in the culture of microspores isolated from barley.

Keywords: gen. resources, barley, plants-regenerants, *in vitro*, isolated anthers, microspores culture, doubled haploid.

Успех селекции сельскохозяйственных культур во многом определяется наличием разнообразного исходного материала и степенью его изученности. В многолетних экспериментах изучены особенности культивирования культуры ячменя в полевых условиях, в почвенной культуре. Разработка и усовершенствование подходов к получению и удвоению гаплоидного исходного материала для селекции является актуальной. Большая зависимость процесса андрогенеза и регенерации гаплоидных растений от генотипа, от внешних факторов культивирования требует многочисленных научных разработок, позволяющих оптимизировать различные этапы получения удвоенных гаплоидов (Литовкин, 2003; Созинов, 2009). Ценность дигаплоидных форм заключается в том, что это стабильные генотипы, не расщепляющиеся в потомстве, даже если они получены на основе гибридов.

[8] Работа выполнена в рамках гранта МОН РК по теме: «Технология культуры изолированных микроспор в создании генетически однородных и стабильных сортов ячменя», № гос. регистрации 0112РК02744

Культура изолированных микроспор, на сегодняшний день, представляет собой самый надежный и эффективный метод получения удвоенных гаплоидов. В отличие от культуры пыльников, в которых присутствие стенок пыльников может привести к развитию диплоидных соматических каллусов и растений, культура микроспор производит только гаплоидные или удвоенно-гаплоидные линии. В то же время, пока не существует универсальных и отработанных протоколов, которые позволяли бы использовать этот метод для широкомасштабного производства удвоенных гаплоидов ячменя. Расширение генетического разнообразия за счет привлечения генофонда третичного генпула требует широких предварительных исследований для использования в селекции. С этой целью изучены особенности культивирования генотипов ячменя в условиях *in vivo* и *in vitro*.

Цель настоящего исследования заключалась в повышении частоты регенерации in vitro сортов ячменя в культуре микроспор; оптимизировании параметров ведения культуры клеток и регенерации растений *in vitro* характеризующихся максимально стабильной массой 1000 зерен годам и репродукциям, выделены по срокам созревания, сочетающих соле- и засухоустойчивость с высоким значением длины последнего подколоскового междоузлия, развитием первичных корней. В качестве объектов исследования были использованы сорта и гибрид ячменя: Айдын, Байшешек, Береке 54, №275-1. Культуру изолированных микроспор ячменя проводили на питательных средах MS, N_6 и Гамборга B_5 с нашими модификациями.

Наиболее сложным и важным этапом, является регенерация растений, в т.ч. в исследованиях по некоторым материалам (рис. 1, 2). На примере этих гибридных комбинации видно (количество регенерантов в процентном соотношений), какой это сложный этап регенерация растений.

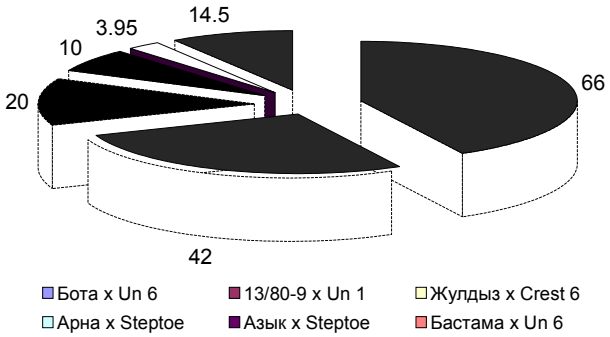


Рис. 1. Регенерация гибридных комбинаций ячменя, %

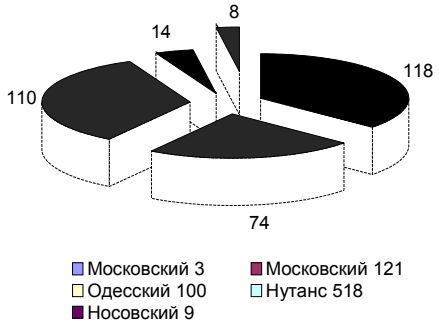


Рис. 2. Регенерационная способность ячменя, шт

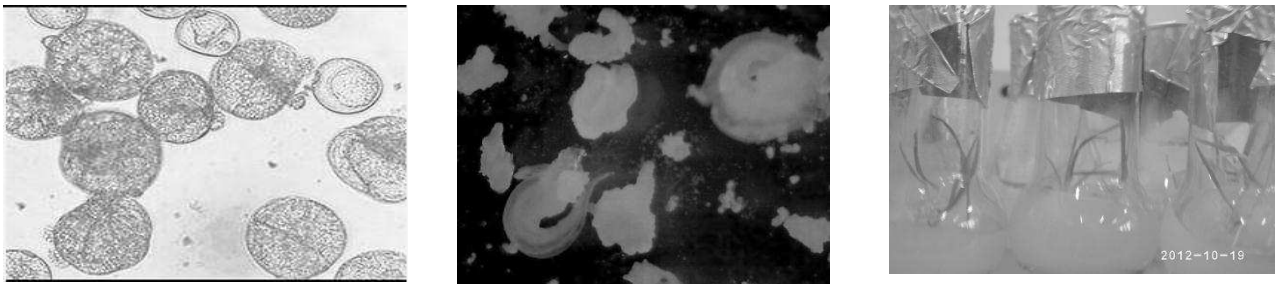
Результаты последних показывают необходимость обосновать эксперименты для создания и усовершенствования конкретных способов и методов получения гомозиготизации (однородности) генетического материала, определения критических этапов развития культуры *in vitro* для увеличения выхода гаплоидных растений в 1,5-2 раза со средневзвешенным для казахстанских сортов (25-40%). Сравнительно наибольший выход растений-регенерантов получен у генотипов Бота × Un 6 (66,0%) и №13-80-9 × Un1 (42.0%), Московский 3 (118). Отмечены генотипы, которые характеризовались наиболее низким выходом растений-регенерантов, такие как – Азык × Steptoe (3,95%), Носовский 9 (8), рис. 1, 2 (Терлецкая, 1996; Годовой отчет, 2000).

Разработка протокола культуры изолированных микроспор для получения удвоенных гаплоидов базируется на отработке процедур стрессовой предобработки пыльников, изолирования и очищения микроспор, индукции деления и регенерации гаплоидных и удвоенно-гаплоидных растений для сортов ячменя. Микроспоры должны быть в стадии поздней одно-

ядерной или ранней двуядерной стадии развития. Для индукции деления микроспор и дальнейшего формирования колоний и зародышеобразных структур, культуры необходимо подвергнуть стрессу. Именно под воздействием экстремальных стрессовых условий, таких как холодовая обработка пыльников, “голодание”, термальный шок можно добиться изменения генетической программы микроспор, как половых клеток и “превратить” их в соматические клетки, способные делиться и производить впоследствии фертильные гаплоидные (гомозиготные) растения (Li at. al., 2010; Rahaie et. al., 2010).

Незрелые соцветия, с микроспорами находящимися в стадии поздней одноядерной или ранней двуядерной стадии развития срезали с донорских растений и ставили в холодильник. Температура колебалась в пределах от -2 до +5°С, сравнивали различное время холодовой обработки (от 7 до 28 дней). После холодовой обработки соцветий проводили выделение пыльников уже в стерильных условиях. Изолированные пыльники помещали в чашки Петри на жидкую питательную среду В. После этого проводили выделение микроспор. Пыльники гомогенизировали, затем осаждали микроспоры центифугированием, и далее, интактные клетки флотировали в градиенте 20% мальтозы. Предварительно протестированы несколько вариантов протокола по оптимизации времени и условий по предварительной обработке микроспор и определены подходящие параметры для культуры ячменя. Получены делящиеся колонии и эмбриоподобные структуры. Формирование каллусов происходит из отдельных микроспор, которые увеличиваются в размерах, становятся крупными. В каллусе закладываются меристематические очаги, что позволяет развиваться каллусам по типу морфогенеза с образованием меристемы корня, стебля.

Культура изолированных микроспор проводилась на жидких питательных средах А и В с модификациями. Использованный протокол позволяет получить высокоочищенные культуры микроспор, которые делятся и развиваются на жидкой питательной среде А (рис. 3А). После образования каллусов и эмбриоидов, их культивируют на питательную среду для регенерации (рис. 3 Б, В). Регенерация растений *in vitro* является важным этапом, после переноса выросших эмбриодоподобных структур на твердую регенерационную среду для получения гаплоидных или удвоенно-гаплоидных растений регенерантов ячменя. В наших экспериментах было протестировано три варианта сред с различными комбинациями питательных добавок. Показано, что для регенерации растений важна стадия развития эмбриоидоподобных и каллусных структур, а также и баланс в среде фитогормонов.



А Б В

Рис.3. А – делящиеся микроспоры; Б – меристематические очаги; В – растения на среде для регенерации

Состав питательных сред является важным фактором, влияющим на эффективность гаплопродукции в культуре микроспор. Известно, что замена некоторых компонентов питательной среды (источники азота и его концентрации, источники углерода, различные природные добавки) резко повысили эффективность метода гаплоидии и сделали возможным его использование в практической селекции. Важнейшим компонентом питательных сред являются углеводы. Сахароза является наиболее распространенным источником углеводов для культивирования различных эксплантов. В тоже время выявлены преимущества использования маль-

тозы при культивировании изолированных микроспор ячменя. Выявлено достоверное положительное влияние мальтозы на регенерацию растений - этот показатель увеличился с 53,7% до 73,4% и что особенно важно, изменилось соотношение зеленых и альбиносных растений в пользу первых (табл.). Получено более 350 растений, 220 из которых зеленых растений и 130 - альбиносы. Выход зеленых растений от их общего количества составил у Айдын - 45,4%, у Береке 54 – 27,3%, у Байшешек – 30,0% и у гибрида №275-1 – 75,5%.

Влияние источника углеводов на регенерацию растений, сорт Байшешек

Вариант опыта	Количество новообразований, шт.	Частота регенерации		Количество зеленых растений		Количество альбиносов	
		штук	%	штук	%	штук	%
6% сахароза	175	94,0	53,7	75	80,5	19	19,5
6% мальтоза	95	67,4	73,4	64	98,4	2	1,6
6% сахароза+ активир. уголь	97	25,0	25,8	10	44,1	15	56,8
$F_{факт.}$	-	-	24,2	-	22,6	-	22,6
$НСР_{05}$	-	-	12,4	-	13,1	-	13,1

Использование мальтозы в составе индукционной питательной среды для культивирования микроспор ячменя приводит, в сравнении с сахарозой, к повышению эффективности гаплопродукции за счет увеличения регенерационной способности гаплоидных новообразований и выхода зеленых растений.

Очень важным моментом является удвоение хромосом в микроспорах. Установлено на примере ячменя, что до 70% микроспор могут, в процессе культивирования, спонтанно удваивать число хромосом, для пшеницы процент спонтанного удвоения хромосом ниже. В наших экспериментах удвоение произошло в 64% растений-регенерантов.

Таким образом, нам удалось подобрать условия культивирования *in vitro,* обеспечивающие получение растений-регенерантов ячменя из изолированных микроспор. На основе проведенных работ получен протокол получения гаплоидов ячменя из культуры изолированных микроспор.

Литература

Литовкин К.В. Андрогенез в культуре пыльников яровых сортов ячменя // Тезисы докл. 8 Междун. конф. “Биология растительных клеток *in vitro* и биотехнология.” Саратов. 2003. С.185.

*Созинова Л.Ф.*Особенности каллусообразования и регенерации в процессе андрогенеза пшеницы *in vitro* //Биотехнология. Теория и практика. 2009. №2. С.65-70.

Терлецкая Н.В. Получение исходного материала ячменя для селекции на засухоустойчивость. – Автореферат дисс. ... канд.биол.наук. Алмалыбак. 1996. 25 с.

Годовой отчет отдела биотехнологии ТОО «КазНИИЗиР». Алмалыбак. 2000.

Li S., Xu C., Yang Y., Xia G. Functional analysis of TaDi19A, a salt-responsive gene in wheat //Plant, Cell and Environment. 2010. Vol.33. P.117-129.

Rahaie M., Xue G.P., Naghavi M.R., Alizadeh H., Schenk P.M. A MYB-gene from wheat (*Triticum aestivum L.*) is up-regulated during salt and drought stresses and differentially regulated between salt-tolerant and sensitive genopypes //Plant Cell Reports. 2010. Vol.29. P.835-844.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЯЧМЕНЯ И ОВСА В СЕЛЕКЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 631.363.531.523.

ЗЕРНОФУРАЖНЫЕ КУЛЬТУРЫ РОССИИ

Г. А. Баталова
НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии,
г. Киров, Россия, e-mail: g.batalova@mail.ru

Резюме

Анализ данных показывает, что в России увеличивается производство зерна кукурузы, в группе серых хлебов наиболее стабильно производство ячменя. Россия занимает лидирующие позиции, как по производству ячменя, так и овса в мире. За последнее десятилетие значительно пополнился и обновился Госреестр РФ по ячменю и овсу. Необходимо расширение селекционных исследований по созданию сортов с высокой стабильная урожайность зерна в условиях ограниченных благоприятных для культур экологических факторов, следует рассматривать направления создания сортов зернофуражного, продовольственного и универсального использования на зерно и кормовую массу.

Ключевые слова: зернофуражные культуры, ячмень, овес, урожайность, сорт, селекция, производство.

GRAIN-FORAGE CROPS OF RUSSIA

G.A. Batalova
North-East Agricultural Research Institute RAAS,
Kirov, Russia, e-mail: g.batalova@mail.ru

Summary

Data analysis shows that production of corn grain is increased in Russia, and within a group of coarse grain crops production of barley is most stable. Russia occupies leading position in the world by production both barley and oats. Till last decade State Register of barley and oats increased and renewed significantly. Selection practice on creation of varieties with high stable grain production under conditions of limited favorable ecological factors must be enlarged; selection of varieties of grain-forage, food, and universal usage for grain and green mass must be taken into account.

Key words: grain-forage crops, barley, oats, productivity, variety, selection, manufacture.

Ежегодное потребление зерна в России составляет около 75 млн. т, в т.ч. на корм – 44 млн. т (55…60%) (Косолапов и др., 2009). Традиционно зернофуражными культурами считаются ячмень и овес, хотя значительная часть их зерна идет на переработку, а в зернофураже преобладают культуры продовольственной группы, в частности пшеница. Пшеница озимая и яровая обеспечивает основное производство зерна в большинстве стран мира, в т.ч. России. Посевы ржи и производство зерна сокращаются. По данным на 2012 г. рожь на зерно высевалась в мире на площади 5,2 млн. га, производство зерна составило 14,1 млн. т (по данным ФАО). Около 60% зерна ржи было получено в странах Евросоюза и 18% в РФ.

В России неуклонно увеличивается производство зернофуража на основе кукурузы, в кормах очень низка доля зернобобовых культур. В группе серых хлебов рожь, ячмень, овес

наиболее стабильно, производство и использование ячменя, за исключением лет с экстремальными агроклиматическими условиями (табл. 1).

Таблица 1. Производство зерна в России, тыс. тонн

Культура	Годы						
	2003	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Пшеница	44927	49368	63765	61740	41508	56240	37717
Ячмень	18037	15559	23148	17881	8350	16938	13939
Кукуруза	3510	3798	6682	3963	3084	6962	7994
Овес	4860	5384	5835	5401	3220	5332	4027
Рожь	2959	3909	4505	4333	1636	2971	2133
Зернобобовые	1754	1287	1794	1529	1371	2453	2172

Мировое производство ячменя и овса составило в 2012 г. 123,3 и 21,5 млн. т, посевные площади, убранные на зерно соответственно 51,2 и 10,3 млн. га (табл. 2). Наибольшие объемы производства зерна ячменя и овса имели страны Евросоюза (12,578 и 2,8 млн. т). В разрезе стран лидерами являются Россия, Канада и Австралия. Значительные количество зерна данных культур производят США, Аргентина, Иран, Беларусь, Китай, Украина.

Наибольшая урожайность ячменя характерна для Новой Зеландии (8,0 т/га), Швейцарии, Чили (6,0 т/га), овса - для Чили и Швейцарии (5,0 т/га), Новой Зеландии (4,0 т/га), где посевные площади несущественны относительно ведущих стран: ячмень 50…20 тыс. га, овес - 75…35 тыс. га.

В 2012 г. в России зерна ячменя получено, по данным Министерства сельского хозяйства, 13939 тыс. т с площади 8816 тыс. га при урожайности 18,2 ц/га. Высокая урожайность ячменя была в Краснодарском крае (32,8 ц/га), Белгородской, Орловской, Тульской, Ленинградской областях (31,6…28,2 ц/га), Республике Татарстан (25,3 ц/га) и др. Высокая средняя урожайность овса была характерна для Республики Татарстан, Краснодарского края, Ленинградской, Белгородской областей (27,5…25,0 ц/га).

Таблица 2. Характеристика мирового производства ячменя и овса в 2012 г. (по данным ФАО)

Территория	Ячмень			Овес		
	зерна, млн. т	площадь, млн. га	урожайность, т/га	зерна, млн. т	площадь, млн. га	урожайность, т/га
В мире	123,3	51,2	2,4	21,5	10,3	2,1
Евросоюз	54,461	12,578	4,0	7,611	2,662	3,0
Россия	14,00	7,70	2,0	4,00	2,80	1,0
Канада	8,60	2,73	3,0	2,95	1,00	3,0
Австралия	7,00	3,875	2,0	1,24	0,82	2,0
Украина	6,70	3,30	2,0	0,55	0,30	2,0
Аргентина	5,70	1,500	4,0	0,40	0,20	2,0
Турция	5,50	3,30	2,0	0,210	0,095	2,0
США	4,796	1,313	4,0	0,929	0,423	2,0
Китай	2,60	0,68	4,0	0,58	0,20	3,0
Беларуссия	2,00	0,65	3,0	0,60	0,20	3,0

Основное производство ячменя сосредоточено в Центральном и Приволжском ФО, овса – в Сибирском и Приволжском ФО (табл. 3). Производство овса, как и ячменя в значи-

тельной мере определяется агроклиматическими факторами и существенно варьирует по годам. Наибольший, в последнее десятилетие, показатель был в 2008 г. (5835 тыс. т), в прошедшем году собрали 4027 тыс. т. Данные показатели несоизмеримы с объемами производства ячменя и пшеницы и в настоящее время в два раза ниже объемов производства зерна кукурузы (7994 тыс. т в 2012 г).

Таблица 3. Производства зерна ячменя и овса по регионам России, тыс. тонн (по данным Минсельхоза РФ)

ФО	Ячмень			Овес		
	2006 2010	2011	2012.	2006 2010	2011	2012
	годы					
РФ	16595,0	16938,0	13939,4	4939,9	5332,1	4026,8
Центральный	5326,8	4615,8	5131,4	762,7	728,9	770,9
Северо-Западный	197,6	245,7	233,7	92,3	97,6	93,3
Южный	2628,6	2415,6	1642,5	99,2	106,6	83,6
Северо-Кавказский	1007,3	727,3	534,9	96,1	69,7	76,7
Приволжский	4561,9	5509,3	4229,5	1210,2	1592,3	1061,2
Уральский	1015,0	1391,8	759,2	527,9	688,5	357,6
Сибирский	1768,0	1935,0	1334,8	2040,3	1932,6	1486,1
Дальневосточный	89,9	97,5	73,4	111,3	115,9	97,3

Анализ валового производства, урожайности, посевных площадей ячменя и овса 2011 и 2012 гг. показал, что производство зерна данных культур по стране сопряжено, в первую очередь, с посевными площадями (r=0,77…0,91 и r=0,30…0,94), вклад урожайности, определяемый сортом, качеством семян и технологией возделывания значительно ниже (r=0,38…0,43 и r=0,18…0,19). В разрезе федеральных округов России наблюдаются различия вклада посевных площадей и урожайности в валовое производство зерна. Например, объем зерна ячменя получаемого в Северо-Западном ФО определяется, преимущественно, посевными площадями (r=0,98…0,99), влияние урожайности несущественно (r=0,07…0,20). Это может быть связано с достаточно стабильной средней по региону урожайностью: 2006…2010 г. – 21,6 ц/га, 2011 г. – 21,1 ц/га, 2012 г. – 21,6 ц/га. В Южном ФО наряду с посевными площадями (r=0,79…0,83) значительное влияние на валовой сбор зерна оказывает урожайность (r=0,38…0,47), уровень которой составил в 2006…2010 г. – 43,2 ц/га, 2011 г. – 49,1 ц/га, 2012 г. – 32,8 ц/га. Безусловно, региональные различия определяются и почвенно-климатическими особенностями регионов, в первом случае речь идет, преимущественно, о культуре ярового ячменя, во втором – озимого.

Поскольку расширения посевных площадей является фактором экстенсивного ведения растениеводства с одной стороны, с другой возможности их расширения ограничены, увеличение урожайности является наиболее важным критерием при возделывании сельскохозяйственных культур. Отмечают, что существует два основных фактора стимулирующих рост урожайности: создание сортов с высоким потенциалом продуктивности, имеющих максимально высокую степень её реализации независимо от складывающихся экологических лимитов и увеличение реализации потенциала продуктивности сортов за счет совершенствования технологий возделывания (Романенко и др., 2005).

Как отмечалось ранее ячмень вторая по распространению и объемам производства культура в России. Это определяет широкий районированный сортимент культуры и высокие темпы его обновления. В Госреестр РФ включено на текущий года 176 сортов ярового и 31 сорт озимого ячменя. Сорта, допущенные в производство с 2000 г. составляют по яровому ячменю 69,9% (123 сорта) из них с 2010 г. – 43 или 35,0%. С 2012 г. в районирование вошли

13 сортов, из них отечественной селекции Буян (Красноярский НИИСХ), Волгоградский 79 (Волгоградская ГСХА), Новик (ВНИИЗК), Орлан (Самарский НИИСХ), Саша (сибирский НИИСХ), с 2013 г. – Абалак (Красноярский НИИСХ, НИИСХ Северного Зауралья), Зенит (СибНИИРС, НИИСХ Северного Зауралья), Медикум 269 (Краснокутская СС), Яромир (Московский НИИСХ «Немчиновка», Рязанский НИИСХ), всего 12 сортов. Госреестр озимого ячменя включает 31 сорт, в т.ч. 15 селекции Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко (Лазарь, Спринтер с 2012 г.). В 2012…2013 гг. допущены в производство сорта ВНИИЗК Тимофей и Тигр. В реестре озимого ячменя доминируют современные сорта, только Секрет и Михайло допущены в производство за период до 2000 г.

На государственное испытание с 2013 г. научными учреждениями Россельхозакадемии передано 14 сортов ячменя, сочетающих высокую продуктивность с устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды, в т.ч. ярового: Медикум 2122/2 (Поволжский НИИСХ), Грис и Юла (ВНИИЗК), Миар (Оренбургский НИИСХ), Чудный (Иркутский НИИСХ), озимого: Иосиф (Краснодарский НИИСХ) и др.

Овес, наряду с ячменем относят к зернофуражным культурам. Различают яровой и зимующий овес. Распространение зимующего овса ограничено, однако следует обратить внимание на необходимость развития селекции данной культуры. В действующем реестре РФ только 4 сорта селекции Адыгейского НИИСХ. Последний сорт (Верный) был допущен в производство в 2006 г. Госреестр РФ насчитывает 108 сортов ярового овса. С 2013 г. включено 8 сортов, из них отечественной селекции пленчатые сорта Казырь (Красноярский НИИСХ), Новосибирский 5 (СибНИИРС), Отрада (НИИСХ Северного Зауралья) и голозерный Першерон (НИИСХ Северо-Востока). С 2012 г. в производство были допущены только сорта: Буланый (Московский НИИСХ «Немчиновка») и 2 сорта из Германии (Скорпион, КВС Контендер). Учеными Россельхозакадемии на ГСИ в 2012 г. были переданы сорта овса ярового пленчатого Тулунский 30(Иркутский НИИСХ), Сапсан и Аватар (НИИСХ Северо-Востока).

Несмотря на имеющийся достаточно широкий сортимент ячменя и овса для возделывания в России остается ряд вопросов требующих селекционной проработки и основной из них: высокая стабильная урожайность зерна в условиях ограниченных благоприятных для культуры экологических факторов При этом следует рассматривать направления создания сортов зернофуражного, продовольственного и универсального направления на зерно и кормовую массу. Отдельным вопросом стоить селекция пивоваренного ячменя.

Ячмень более скороспелая культура, чем овес. В настоящее время производству предлагается только 8 сортов овса раннеспелой группы (Валдин 765, Таежник, Краснообский, Тулунский 22 и др.), районированные преимущественно для Сибири (10,11 регион). Для условий Северного, Северо-Западного и Волго-Вятского регионов сорта данной группы в реестре отсутствуют. Это связано с тем, что не уделяется должного внимания селекции раннеспелых сортов с одной стороны, с другой – скороспелые сорта не могут конкурировать с высокопродуктивными сортами среднеспелой группы по урожайности. Исследования показывают, что повышение продуктивности отдельно взятого генотипа возможно за счет повышение эффективности фотосинтеза путем оптимизации морфотипа растения. Как отмечалось ранее, на производство зерна существенное влияние оказывают условия выращивания культуры, поэтому важным направлением, наряду с созданием сортов устойчивых и толерантных к болезням и вредителям, остается селекция на устойчивость к абиотическим факторам (засуха, низкое естественное плодородие и алюмо-кислая токсичность почв, солевыносливость и др.).

Современное аграрное производство предъявляет повышенные требования к сортам относительно качества продукции. До настоящего времени остается нерешенным вопрос кормового белка, в т.ч. за счет зернофуражных культур. Для ячменя и овса в данном случае представляется важным не только повышение содержания белка в зерне, но и его качества (аминокислотный состав, особенно незаменимые аминокислоты), а также содержание масла, улучшение технологических показателей зерна (снижение пленчатости, повышение натуры и выравненности). Наряду с этим требуется выведение сортов ячменя и овса с высоким каче-

ством зеленого корма и сена, для возделывания в чистом виде и смесях со злаковыми и бобовыми культурами.

В связи с повышением качества продукции важным представляется дальнейшее развитие селекции голозерных форм. В посевах, как в мире, так и в России распространены ячмень и овёс плёнчатые. В Госреестре РФ на 2013 г. три сорта голозерного ячменя: Нудум 95 (Челябинская ГАИА), Омский голозерный 1 и 2 (Сибирский НИИСХ) и девять овса: Левша, Тайдон (Кемервский НИИСХ), Помор (Кемеровский НИИСХ, ВИР), Голец (Красноярский НИИСХ), Вятский, Першерон (НИИСХ Северо-Востока), Сибирский голозерный (Сибирский НИИСХ), Тюменский голозерный (НИИСХ Северного Зауралья) и Владыка (Беларусь). Голозёрные формы не получили широкого распространения в культуре, так как по урожайности они уступают пленчатым. Однако опыт возделывания сорта Вятский в ФГУП «Семикаракоровское» Донского Зонального НИИСХ (Ростовская обл.) показывает, что голозерный овес может успешно возделываться в засушливых условиях, обеспечивая получение качественного зерна и семян до 40 и более ц/га. В России наблюдается больший интерес к культуре голозерного овса, чем ячменя. Это связано с тем, что доля пленки у ячменя не велика и не так негативно отражается на качестве корма как у овса. Урожайный потенциал современных сортов голозерного овса оценивается на уровне 5,0…5,9 т/га (Vasel H. et al., 1988; Баталова и др., 2008). Одной из причин пониженной по сравнению с пленчатыми генотипами урожайности у голозерных форм является низкая масса 1000 зерен. Пониженная урожайность зерна голозерного овса не связана с морфологией цветка и генами голозёрности, поэтому голозёрность не является препятствием для создания новых высокоурожайных сортов (Burrows, et. al., 2001) и может регулироваться сортовой технологией. Считается, что голозерный овес может стать альтернативой кукурузе для северных территорий, где последняя не возделывается на зерно. Таким образом, к первоочередным задачам в селекции голозерных ячменя и овса следует отнести: повышение урожайности и минимализацию негативных признаков (снижение количества пленчатого зерна в урожае, опушенности зерновок и его разнокачественности по крупности, повышение массы 1000 зерен и др.).

Наряду с этим требуется выведение сортов ячменя и овса с высоким качеством зеленого корма и сена, для возделывания в чистом виде и смесях со злаковыми и бобовыми культурами.

Литература

Баталова Г.А., Лисицын Е.М., Русакова И.И. Биология и генетика овса. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2008. 456 с.

Косолапов В.М., Трофимов И.А. Проблемы и перспективы производства зернофуража в России // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. №3. С. 50-54.

Романенко А.А., Беспалова Л.А., Кудряшов И.Н., Аблова И.Б. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы. Краснодар, 2005. 224 с.

Burrows V.D., Molnar S.J., Tinker N.A., Marder T., Butler G., Lybaert A Groat yield of naked and covered oat // Canadian journal of plant science. 2001. V. 81. № 4. P. 727-729.

Vazel H., Lichtenfeld H., Lohse G., Stelzner C., Zur. Produktionseinführung und Saatgutproduktion von Nackhafer (Avena nuda) in der DDR // Qualitätssaatgut –Produktion und Ertragsbeenflussung. Halle (Saale). 1988. P. 423-429.

УДК (633.13+633.16):631.526:632.11

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЙ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СТАНДАРТНЫХ СОРТОВ ОВСА И ЯЧМЕНЯ В 1980 – 2011 ГГ.

Л. Ю. Новикова, И. Г. Лоскутов, О. Н. Ковалева
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, l.novikova@vir.nw.ru

Резюме

Исследованы тенденции продолжительности вегетации, высоты растения, массы 1000 зерен и массы зерна с 1м^2 сортов, используемых как стандарты при анализе коллекций овса и ячменя на четырех станциях ВИР. Показано сокращение вегетации всех исследованных сортов в условиях Пушкинских лаб. ВИР. Регрессионный анализ, в том числе в разностях, выявил, что решающим климатическим фактором, вызывающим ускорение вегетации районированных ранее сортов, является рост эффективных температур выше 15˚С. Это воздействие в различных географических пунктах в разной степени компенсируется ростом осадков, увеличением продолжительности весеннего периода с температурами от 10 до 15˚С, ростом уровня агротехники. Для исследованных сортов были рассчитаны суммы среднесуточных и эффективных температур за вегетацию, показана устойчивость показателя «суммы эффективных температур».

Ключевые слова: овес, ячмень, изменения климата, регрессия в разностях, эффективные температуры.

TREND ANALYSIS OF VALUE AGRONOMIC TRAITS OF STANDARDS OAT AND BARLEY VARIETIES IN 1980 -2011

L. Yu. Novikova, I. G. Loskutov, O. N. Kovaleva
N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia e-mail: l.novikova@vir.nw.ru

Summary

Trends of long-term series of duration of vegetation, plant height, weight of 1000 grains and weight of grain from 1m^2 of varieties, used as a standards at N.I.Vavilov Research Institute of Plant Breeding oat and barley collections research, were evaluated. Reduction of vegetation of all studied varieties in the conditions of Pushkin was shown. The method of regression analysis, including in consecutive differences, shown that the defining climatic factor causing reduction of vegetation zoned before varieties is effective temperatures under 15˚C growth. This effect in various geographical points in different degree was compensated by precipitation growth and increasing duration of period with temperatures between 5 and 15˚C, growth of level of an agrotechnics. For the investigated varieties the sums of average daily and effective temperatures were calculated and stability of sums of effective temperatures was shown.

Key words: oats, barley, climate changes, regression in differences, effective temperatures.

Введение

Наблюдающееся с 70-х гг. XX века потепление климата и его дестабилизация вызывают существенные изменения биоклиматического потенциала регионов России. Для адаптации растениеводства к происходящим изменениям, оптимизации видовой и сортовой структуры посевных площадей необходимо исследовать тенденции и перспективы изменений хозяйственно ценных признаков растений. На Европейской территории России дальнейшее повышение теплообеспеченности может положительно сказаться на росте урожайности сельскохозяйственных культур северных регионов с достаточным увлажнением и отрицательно на урожайности южных регионов (Гордеев, 2008; Мищенко, 2009).

Теплообеспеченность территории является определяющим фактором при размещении культур и сортов (Лосев, Журина, 2001; Мищенко, 2009). Потребность растений в тепле характеризуется суммами среднесуточных температур, необходимых для завершения вегетации. Для ячменя суммы температур составляют от 1250 до 1450°С в зависимости от скоро-

спелости сорта, для овса – от 1250 до 1550°С (на широте 55°) (Лосев, Журина, 2001; Мищенко, 2009). Температура начала роста у обеих культур равна 5°С, биологический минимум для созревания 10°С. В агрометеорологии для фенологических прогнозов рассчитаны суммы эффективных, т.е. превышающих минимально необходимые 5°С, температур для этих культур, считающиеся постоянными для каждого межфазного периода (Шиголев, 1951; Руководство.. 1984;). Кроме того, для отдельных регионов разработаны регрессионные модели оперативного прогнозирования продолжительности вегетации в зависимости от даты сева (чем позже сев, тем короче вегетация), даты перехода через 5, 10°С весной (чем позже, тем вегетация дольше), среднемесячной температуры мая (чем выше, тем вегетация короче) (Руководство..., 1984). Для прогнозирования урожайности также используются регрессионные модели, в частности, для ячменя и овса в Нечерноземье это зависимости от температур воздуха и запасов почвенной влаги в период всходы – колошение (выметывание), высоты растений в фазу колошения (выметывания) (Полевой, 1983; Руководство…, 1984).

Целью данной работы было определение тенденций в динамике хозяйственно ценных признаков сортов ячменя и овса, являвшихся на протяжении многих лет стандартами при исследовании коллекции ВИР, и выявлении климатических факторов, вызвавших эту реакцию.

Материалы и методы

Были исследованы хозяйственно ценные признаки пяти сортов ячменя в условиях Пушкинских лаб. ВИР и шести сортов овса на четырех станциях ВИР. Сорта являлись стандартами при изучении коллекций ячменя и овса ВИР, они высевались ежегодно на протяжении многих лет в нескольких повторностях. Рассматривались продолжительности межфазных периодов, высота растения, масса 1000 зерен, масса зерна с $1м^2$. Станции, на которых проводилось изучение, расположены в контрастных климатических условиях Европейской территории России (табл. 1). Это Пушкинские лаборатории (г. Санкт-Петербург), бывшее (до 2008 года) Московское отделение ВИР (МО ВИР, пос. Михнево, Московская обл.), Екатерининская опытная станция (ЕОС ВИР, пос. Екатеринино, Тамбовская обл.) и Кубанская опытная станция (КОС ВИР, пос. Ботаника, Краснодарский край).

Были использованы данные ближайших метеостанций.

Методом регрессионного анализа были определены скорости изменения (линейные тренды) климатических характеристик и хозяйственно ценных признаков начиная с 1980 г. Для каждого исследованного пункта и каждого сорта методом регрессии с последовательным включением переменных были построены регрессионные модели зависимости хозяйственно ценных признаков от климатических характеристик. В качестве возможных предикторов исследовались среднемесячные среднесуточные температуры и суммы осадков за месяц и обобщенные агроклиматические характеристики: даты устойчивого перехода температур через 10°С и 15°С, продолжительности периодов между ними, суммы температур и осадков в эти периоды. Эти обобщенные климатические характеристики дали возможность сравнивать результаты, полученные в географических пунктах с различными датами посева.

Ряд исследованных нами параллельно наблюдаемых культур и сортов имел сходную реакцию на изменение погодно-климатических условий, т.е. одинаковые спецификации регрессионных моделей, что позволило создать объединенные модели этих объектов (Елисеева и др., 2007). Объединенные модели описывают зависимость разности значений признака между двумя годами исследования в зависимости от изменения фактора за эти годы и называются моделями в разностях (Елисеева и др., 2007). Увеличение объема выборки приводит к более достоверным оценкам общих закономерностей наблюдений за несколькими сходными синхронно наблюдаемыми объектами - «панельными данными». Анализ в разностях делает более точными оценки регрессионные связей между временными рядами, если на ряды влияют посторонние сложно моделируемые воздействия, например систематическое изменение уровня агротехники. Метод был нами успешно использован ранее для построения прогностических моделей хозяйственно ценных признаков различных культур (Новикова и др., 2012).

Для сортов с известными датами наступления фаз развития были рассчитаны суммы среднесуточных температур за вегетацию. С использованием методики Шиголева А.А. (Шиголев, 1951) были определены значения пороговой температуры вегетационного периода каждого сорта, суммы эффективных температур, превышающих пороговую и являющиеся постоянными для сорта. Методика заключается в построении уравнения регрессии сумм

среднесуточных температур за вегетацию от продолжительности вегетации. Свободный член уравнения интерпретируется как сумма эффективных температур, коэффициент регрессии – как пороговая температура.

Результаты

В табл. 1 представлены средние значения и вариабельность характеристик хозяйственно ценных признаков исследованных сортов. Можно видеть, что исследованные сорта были разнообразны по характеристикам.

Таблица 1. Характеристика исследованных сортов овса и ячменя: средние значения, ($\bar{X}$), стандартное отклонение (S_x), коэффициент вариации (v, %) хозяйственно ценных признаков исследованных сортов за годы исследования

Место исследования	Сорт	Годы исследования	Вегетационный период, сут			Высота, см			Масса 1000 зерен, г			Масса зерна с 1 м^2, г		
			$\bar{X}$	S_x	v, %	$\bar{X}$	S_x	v, %	$\bar{X}$	S_x	v, %	$\bar{X}$	S_x	v, %
Пушкинские лаб. ВИР, Санкт Петербург	Ячмень													
	Потра	1990 - 2011	72,6	8,9	12,3	75,8	18,0	23,8	44,7	5,6	12,6	249,8	135,4	54,2
	Белогорский	1982 - 2011	77,0	8,0	10,4	92,8	14,3	15,5	40,9	2,6	6,5	362,8	139,0	38,3
	Криничный	1990 - 2011	80,1	8,7	10,9	79,1	14,5	18,3	45,2	3,5	7,7	280,2	149,9	53,5
	Московский 121	1975 - 2011	80,2	7,8	9,7	84,9	14,0	16,5	47,7	4,2	8,8	313,6	116,2	37,0
	Рубин	1993 - 2009	82,6	10,8	13,1	71,2	15,1	21,2	47,3	3,9	8,3	322,3	145,9	45,3
	Овес													
	Боррус	1980 - 2011	85,4	10,9	12,8	97,6	12,2	12,5	38,7	5,0	13,0	364,6	199,0	54,6
МОВИР, Московская обл.	Гамбо	1982 - 2006	88,2	7,1	8,1	82,7	17,0	20,6	30,1	2,4	8,0	334,3	160,8	48,1
	Немчиновский 2	1983 - 2006	88,4	6,5	7,3	88,8	18,0	20,2	32,4	3,0	9,4	317,8	158,5	49,9
ЕОС ВИР, Тамбовская обл.	Горизонт	1981 - 2009	84,0	7,5	8,9	101,1	15,1	15,0	34,1	3,8	11,0	519,3	166,3	32,0
КОС ВИР, Краснодарский кр.	Оттер	1987 - 1998	86,9	6,4	7,4	95,3	11,2	11,8	28,1	2,6	9,1	517,9	153,1	29,6
	Валдин 765	1997 - 2010	—	—	—	91,9	18,7	20,4	33,3	1,6	5,0	557,1	176,4	31,7

Исследованные признаки значительно варьировали за годы исследования. Наиболее вариабельным по годам признаком была масса зерна с 1м^2 (коэффициент вариации от 29,6 до 54,6% у разных сортов), менее вариабельны высота (11,8 – 23,8%), вегетационный период (7,3 – 13,1%) и масса 1000 зерен (5 – 13,0%). Тот факт, что масса зерна с 1м^2 значительно превышала изменчивости остальные признаки, свидетельствует о ее зависимости от большого числа факторов.

По данным ближайших метеостанций были выявлены тенденции изменения климатических характеристик в 1980 – 2012 гг. В табл. 2 представлены тренды климатических характеристик, которые оказались важными в наших исследованиях. Для развития и роста исследованных сортов определяющими климатическими факторами были характеристики периода с температурами выше 15°С: суммы эффективных (среднесуточных за вычетом 15ºС) температур, суммы осадков за этот период, продолжительность периода с температурами от 5°С до 15°С и от 10° до 15° весной – в начале лета. С 1980 г. в исследованных пунктах отмечен достоверный рост эффективных температур выше 15°С, слабый рост осадков за этот период, достоверный только на ЕОС ВИР. Во всех исследованных пунктах все раньше наблюдались даты устойчивого перехода температур через 5, 10, 15°С. В Пушкинских лаб. и КОС ВИР отмечено увеличение продолжительности весеннего периода с температурами от 5 до 15°С и от 10 до 15°С (табл. 2).

Таблица 2. Скорости изменения агроклиматических характеристик с 1980 г.

Место изучения	Суммы эффективных температур выше 15°С, °С/год	Суммы осадков за период с температурами выше 15°С, мм/год	Продолжительность периода с температурами от 5 до 15°С, сут./год	Продолжительность периода с температурами от 10 до 15°С, сут./год
Пушкинские лаб. ВИР, г. СПб	**5,23***	2,42	**0,53**	0,47
МОВИР, Московская обл.	**7,93**	0,12	-0,12	-0,12
ЕОС ВИР, Тамбовская обл.	**8,15**	**5,67**	0,03	0,03
КОС ВИР, Краснодарский кр.	**8,93**	0,77	0,43	0,06

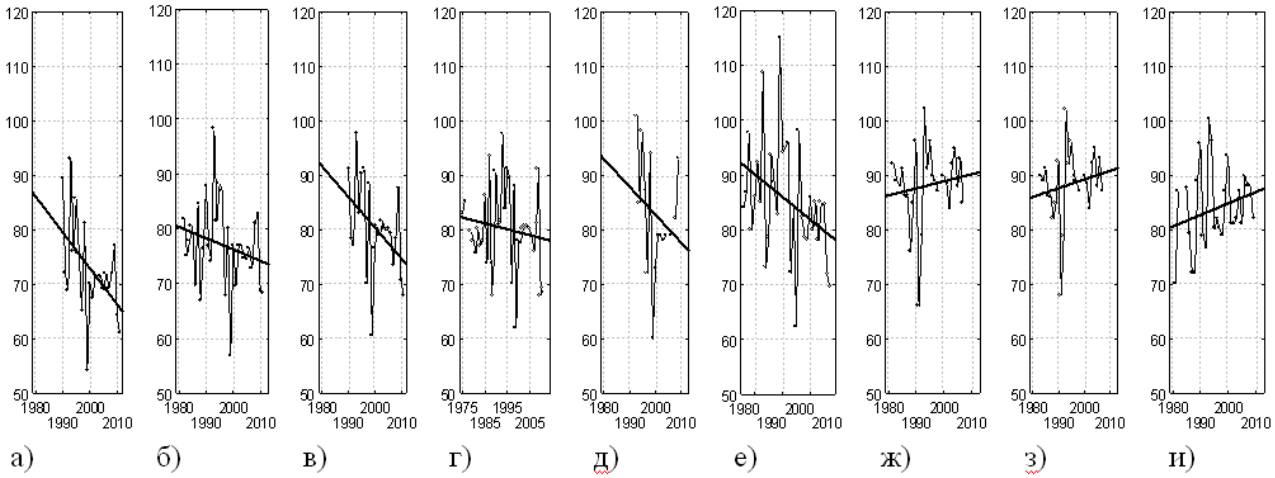
Примечание:*- подчеркнуты значимые тренды.

Были оценены скорости изменения хозяйственно ценных признаков исследуемых сортов (табл. 3). Во всех исследованных пунктах наблюдались более ранние всходы. Во всех пунктах, кроме ЕОС ВИР, наблюдалось сокращение периода «колошение – созревание». В условиях Пушкинских лаб. это привело к сокращению вегетации всех исследованных сортов ячменя и овса, в остальных пунктах продолжительность вегетации сортов овса увеличилась за счет возрастания продолжительности периода «всходы – выметывание». В Пушкинских лаб. и КОС ВИР высота растения, масса 1000 зерен и урожайность имели разнонаправленные слабо выраженные тенденции. На ЕОС ВИР наблюдалось увеличение высоты растения, массы 1000 зерен и урожайности. На МОВИР уменьшилась масса 1000 зерен, высота растения, увеличилась масса зерна с 1 м$^{2.}$ На рис. представлена динамика продолжительности вегетации исследованных сортов и тенденции ее изменения (тренды).

Таблица 3. Скорости изменения хозяйственно ценных признаков изученных сортов с 1980 г.

Место исследования	Сорт	Скорость изменения						
		Дата всходов	Вск.-кол. сут./г.	Кол.-созр. сут./г.	Вегет. период, сут./г.	Высота, см/год	Масса 1000 зерен, г/год	Урожайность, г/год
Пушкинские лаб. ВИР, СПб	Ячмень							
	Потра	-0,16	-0,2	**-0,46***	-0,66	-0,2	-0,06	1,34
	Белогорский		0,06	**-0,26**	-0,21	0,06	-0,02	2,38
	Московский		0,03	**-0,13**	-0,09	-0,29	-0,03	-1,15
	Криничный		-0,2	**-0,36**	**-0,56**	0,63	-0,03	-0,36
	Рубин		-0,09	-0,48	-0,51	-0,89	-0,1	2,91
	Овес							
	Боррус	-0,12	0,05	**-0,46**	**-0,41**	-0,26	-0,40	1,90
МОВИР, Московская обл.	Гамбо	—	—	—	0,18	-0,37	**-0,15**	2,25
	Немчиновский	—	—	—	0,19	-0,55	-0,16	2,33
ЕОС ВИР, Тамбов	Горизонт	-0,04	0,11	0,11	0,21	**1,02**	0,09	4,48
КОС ВИР, Краснодарский	Оттер	-0,26	0,53	-0,22	0,31	-2,31	0,19	-25,07
	Валдин 765	-0,32	-0,40	—	—	-1,44	-0,14	-15,43

Примечание**: *** - подчеркнуты значимые тренды.



Динамика продолжительности вегетации стандартных сортов, сут.
ячмень, Пушкинские лаб. ВИР, сорта: а) Потра, б) Белогорский, в) Криничный, г) Московский 121, д) Рубин;
овес, сорта: е) Боррус (Пушкинские лаб.), ж) Гамбо (МОВИР) з) Немчиновский 2 (МОВИР) и) Горизонт (ЕОС ВИР).

Методом регрессионного анализа с последовательным включением переменных были построены регрессионные модели продолжительности вегетации (L) сортов ячменя и овса. В качестве предикторов исследовались среднемесячные температуры и суммы осадков, продолжительности, суммы активных и эффективных температур, суммы осадков за периоды устойчивого перехода температур через 5, 10, 15°С, продолжительности периодов с температурами от 5 до 10ºС, от 10 до 15ºС, от 5 до 15°С весной – в начале лета. Самым информативным фактором оказались суммы эффективных температур выше 15°С ($\Sigma T_{эф15}$), коэффициенты корреляции с этим фактором составили 0.60 – 0.74:

Потра	$L=90,625-0,067\Sigma T_{эф15}$	$R^2=0,53$
Белогорский	$L=92,402-0,061\Sigma T_{эф15}$	$R^2=0,53$
Московский 121	$L=94,705-0,059\Sigma T_{эф15}$	$R^2=0,51$
Криничный	$L=98,172-0,067\Sigma T_{эф15}$	$R^2=0,55$
Рубин	$L=89,320-0,074\Sigma T_{эф15+}0,056R_{15}$	$R^2=0,50$

У сорта Рубин продолжительность вегетации зависела также от сумм осадков за период с температурами выше 15ºС (R_{15}), для остальных сортов учет осадков немного увеличивает коэффициент детерминации уравнения, но не являлся значимым. Поскольку у сортов оказался один и тот же регулирующий темп развития фактор, была создана объединенная регрессионная модель для продолжительности вегетации пяти сортов ячменя в разностях. Она описывает зависимость прироста (обозначаемого символом Δ) признака от года к году от прироста фактора от года к году:

$\Delta L=-0,144-0,079\Delta\Sigma T_{эф15}$ $R^2=0,55$

Для продолжительности вегетации сортов овса были построены следующие уравнения (Новикова, 2012):

Боррус (Пушкинские лаб,):	$L=110,614-0,101\Sigma T_{эф15}$	$R^2=0,65$
Гамбо (МОВИР):	$L=85,905-0,036\Sigma T_{эф15}+0,073L_{10_15}+0,408t$	$R^2=0,61$
Немчиновский 2 (МОВИР):	$L=87,215-0,029\Sigma T_{эф15}+0,363t$	$R^2=0,66$
Горизонт (ЕОС ВИР)	$L=84,512-0,034\Sigma T_{эф15}+0,061R_{15}$	$R^2=0,61$
Otter (КОС ВИР)	$L=74,565-0,002\Sigma T_{эф15}+0,233L_{5_15}$	$R^2=0,56$

Здесь t – номер года от 1975 г., L_{5_15}, L_{10_15} – продолжительности периодов с температурами от 5 до 15 и от 10 до 15°С. Основным фактором, выдавшим сокращение вегетации сортов овса, был рост температур. Полученные уравнения показывают, что на различных станциях рост температур был частично компенсирован изменением других агроклиматических факторов. В засушливых условиях ЕОС ВИР (Тамбовская обл.) важным оказался рост осадков. В условиях КОС ВИР продолжительность вегетации увеличилась благодаря более раннему посеву и увеличившейся продолжительности периода с температурами 5 - 15°С. В МОВИР продолжительность вегетации увеличивалась с годами, независимо от динамики исследованных климатических факторов. Возможно, этот эффект был вызван изменением уровня агротехники. Этот вывод подтверждается тем, что в разностях уравнение для сортов – стандартов МОВИР имеет значительно более высокий коэффициент детерминации. Обобщенное уравнение для сортов овса на разных станциях, построенное на основании 105 наблюдений получили, объединив предикторы всех уравнений:

$\Delta L=0,144-0,047\Sigma T_{эф15}+0,135\Delta L_{10_15}+0,005\Delta P_{15}$ $R^2=0,49$

Из 49% объясненной уравнением изменчивости продолжительности вегетации пяти исследованных сортов ячменя и 6 сортов овса влияние температур объясняет 40%, продолжительности периода с температурами от 10 до 15ºС 9% и осадков меньше 1%.

Для остальных хозяйственно ценных признаков уравнения получились с коэффициентом детерминации менее 50%. В литературе отмечается (Мищенко, 2009), что темп развития растений в большей степени связан с климатом, чем рост, который связан с комплексом факторов, и в значительной степени с агротехникой. Высота растения (Н) ячменя и овса в наибольшей степени из всех климатических факторов связана (отрицательно) с $\Sigma T_{эф15}$:

Ячмень: $\Delta H=0,567-0,083\Delta\Sigma T_{эф15}$ $R^2=0,24$

Овес: $\Delta H=-0,133-0,081\Delta\Sigma T_{эф15}$ $R^2=0,32$

Для массы 1000 зерен модель построить не удалось, что возможно связано с опосредованным характером формирования этого признака.

Масса зерна с $1м^2$ с (Y) зависит от эффективности прохождения растением вегетативного и генеративного этапов и коррелирует с высотой растения (Н) и с массой 1000 зерен (M_{1000}):

Ячмень: $\Delta Y=3,586+3,838\Delta H+9,164\Delta M_{1000}$ $R^2=0,33$

Овес: $\Delta Y=15,526+4,527\Delta H+14,214\Delta M_{1000}$ $R^2=0,31$

По построенным моделям и рассчитанным скоростям изменения агроклиматических факторов (табл. 2) были рассчитаны прогнозы динамики продолжительности вегетации. Климатически обусловленные прогнозы, т.е. без учета изменения уровня агротехники, построенные по уравнениям в разностях без свободных членов, предсказывают в случае продолжения наблюдающихся тенденций изменений климатических характеристик сокращение вегетационного периода всех исследованных сортов. Рост осадков и продолжительности весеннего периода не сможет компенсировать роста температур. Можно предполагать, что высота растений будет также уменьшаться с ростом температур. Поскольку наблюдающиеся тенденции изменения массы 1000 зерен скорее отрицательны, можно предполагать в дальнейшем климатически обусловленное уменьшение урожайности сортов, адаптированных к условиям 70-х – 80-х гг. XX века.

На основе многолетних наблюдений были определены индивидуальные потребности сортов в суммах среднесуточных температур (табл. 4). С использованием методики Шиголева А.А. были определены значения пороговой температуры вегетационного периода и суммы эффективных температур, превышающих пороговую (табл. 4).

Таблица 4. Температурные требования сортов ячменя и овса

Сорт	Происхождение	Продолжительность ±станд, откл,, сут,	Сумма среднесуточных температур ±станд, откл,,°С	Пороговая температура ±станд, ош,,°С	Сумма эффективных температур выше пороговой ±станд, откл,, °С
Ячмень, Пушкинские лаб					
Потра	Финлянд.	72,6±8,9	1196,5±98,3	8,3±1,9	594,0±65,3
Белогорский	Россия	77,0±8,0	1265,5±84,8	6,3±1,6	778,9±68,2
Московский 121	Россия	80,2±7,8	1318,6±87,0	6,0±1,6	835,4±73,3
Криничный	Беларусь	80,1±8,7	1332,2±95,9	7,4±1,9	739,2±70,6
Рубин	Чехия	82,6±10,8	1367,4±138,3	11±2,8	458,8±71,9
Овес					
Боррус (Пушкинские лаб,)	Германия	85,4±10,9	1408,2±100,5	7,2±1,2	805,0±66,6
Горизонт (ЕОС ВИР)	Россия	84,0±7,5	1537,0±120,9	5,4±3,3	1072,0±120,6
Оттер (КОС ВИР)	США	86,9±6,4	1400,0±87,6	9,5±3,4	573,6±62,7

Определенные нами суммы среднесуточных температур согласуются с указанными в литературе (Мищенко, 2009). Пороговые температуры вегетации варьируют от 6 до 11ºС, достоверных различий у сортов между ними нет. Наименьшие значения пороговых температур были у сортов российской селекции, наибольшее – у сорта ячменя Рубин из Чехословакии (11ºС) и у сорта овса Оттер из США (9,5ºС). Суммы эффективных температур имеют меньшую дисперсию по сравнению с суммами среднесуточных температур, т.е. являются более стабильной характеристикой сорта, что особенно важно в условиях изменений климата.

Выводы

Главным фактором, вызвавшим сокращение вегетации исследованных сортов ячменя и овса на четырех станциях ВИР, явился рост температур. Этот эффект был частично компенсирован ростом осадков, особенно заметным на Екатерининской ОС. На КОС ВИР важным фактором оказался более ранний посев и увеличившаяся продолжительность периода с температурами от 5 до 15°С. В МОВИР увеличение продолжительности вегетации сортов вызвано не климатическим фактором, предположительно изменением уровня агротехники.

Климатически обусловленные прогнозы по построенным моделям предсказывают сокращение продолжительности вегетации районированных ранее сортов в случае продолжения наблюдающихся тенденций. В таком случае могут быть востребованы сорта с более продолжительным вегетационным периодом из более южных регионов.

Суммы эффективных температур являются более стабильной характеристикой продолжительности вегетации сортов, чем суммы среднесуточных температур.

Литература

Гордеев А. В др. / под ред. Гордеева А. В. Биоклиматический потенциал России: меры адаптации в условиях изменяющегося климата. М., 2008. 207 с.

Елисеева И. И. и др. Эконометрика / Под ред. И.И. Елисеевой. М., 2007.

Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология. М.: Колос, 2001, 297 с.

Новикова Л.Ю., Дюбин В.Н., Сеферова И.В., Лоскутов И.Г., Зуев Е.В. Прогнозирование продолжительности вегетационного периода сортов яровых зерновых культур в условиях изменения климата. // Сельскохозяйственная биология, 2012. Вып 5. С.78 – 87.

Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеоиздат, 1983, 176 с.

Руководство по агрометеорологическим прогнозам / ред. Уланова Е.С., Моисейчик В.А., Т. 1 Зерновые культуры. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 310 с.

Мищенко З. А. Агроклиматология. Киев: КНТ, 2009. 512 с.

Шиголев А .А. Руководство для составления агрометеорологических прогнозов. 1951.

УДК 633.16:631.526.32

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КОЛЛЕКЦИИ ВИР В СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

И.Н. Щенникова
ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии, г. Киров, Россия
e-mail:i.schennikova@mail.ru

Резюме

Результаты использования образцов из коллекции ВИР в селекции ячменя. На всех этапах селекционного процесса находится перспективный селекционный материал, созданный с использованием генетических источников. Создан новый сорт ярового ячменя Памяти Родиной.
Ключевые слова: ячмень, коллекционные образцы, сорт

USE OF GENETIC RESOURCES OF VIR'S COLLECTION IN BARLEY BREEDING AT NORTH-EAST EUROPEAN RUSSIA

I. N. Schennikova
North-East Agricultural Research Institute of Rosselkhozacademy, Kirov, Russia
E-mail: i.schennikova@mail.ru

Summary

Results of using of VIR's collection specimen in barley breeding are submitted. Perspective material created with using of genetic sources is existed at all stages of breeding process. New variety of spring barley Pamjary Rodinoy is bred.
Key words: barley, collection specimen, variety.

В генбанках мира собрана значительная часть разнообразия однолетних сородичей зерновых культур. К началу XXI века национальные и международные коллекции растений насчитывали свыше 6,0 млн. образцов, в том числе более 2,0 млн. зерновых культур (Дзюбенко, 2006). В коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова (ВИР) представлено все мировое разнообразие местных и селекционных сортов. Мировая коллекция, ежегодно возобновляемая по всхожести и дополняемая новым генофондом, неизменно служит селекции и дальнейшему развитию теоретических проблем (Лоскутов, 2009). Трудно переоценить значение мировой коллекции для научных исследований. Она является неоценимым фондом для развития теоретических вопросов физиологии, частной генетики, иммунитета и методов селекции (Темирбекова, 2008). Современные достижения по селекции ячменя значительны, но требования практики их далеко опережают. Научный подход к подбору исходного материала и применение разносторонних методов селекции являются основой для ее дальнейшего прогресса (Трофимовская, 1972; Вавилов, 1987).

По данным сотрудников ВНИИР им. Н.И. Вавилова (Лоскутов, 2005) всего в мире насчитывается 486724 коллекционных образцов ячменя. Самые обширные коллекции ячменей находятся в Канаде (41360 образцов) и США (26019 образцов). В России ВИР располагает одной из крупнейших в мире коллекций ячменя (более 20700 образцов), представляющих практически все мировое генетическое разнообразие этой культуры с широчайшим диапазоном изменчивости важнейших, в т. ч. селекционных признаков, что позволяет выявлять генотипы, отвечающие современным требованиям селекции. На базе коллекции создано большое число районированных сортов ячменя, которые широко использовались в СССР (Тро-

фимовская, 1972) и используется в современной России. Большинство сортов ячменя и овса (по некоторым данным до 90%) в настоящее время, входящих в Реестр селекционных достижений Российской Федерации, созданы на базе коллекции ВИР или с участием сотрудников института (Лоскутов, 2009).

В лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии за период с 1971 г. создано и передано на государственное испытание 25 сортов ярового ячменя, 12 из них в разные годы были районированы на территории РФ. Практически все они созданы с использованием коллекционных образцов из мирового генофонда ВИР (Родина, 2006). Так, один из первых в стране сортов ячменя интенсивного типа, сорт Луч создан методом отбора мутантной формы из образца к-18816 (Дания). В родословной скороспелого сорта Дина присутствуют образцы к-20436 (Эфиопия) и к-19009 (Норвегия), Эколог – к-19304 (Канада), Джин – к-19010 (Швеция), Новичок – к-21873 (Нидерланды), Фермер - к-9427 (местный Коми), Тандем – к-29489 (Московская обл.).

Коллекционные образцы всесторонне оцениваются по морфологическим и селекционно-ценным признакам и свойствам. Выделенные источники с высокой урожайностью, устойчивые к полеганию и болезням, с крупным, хорошо выполненным зерном вовлекаются в качестве компонентов скрещивания в различные селекционные программы по созданию сортов с комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств. Для достижения поставленных задач в гибридизацию привлекается от 15 до 39 сортообразцов, проводится 100-150 комбинаций скрещиваний. Общее количество гибридных зерен ежегодно составляет 3-5 тысяч, удача скрещиваний достигает 40-64%.

На всех этапах селекционного процесса изучается материал, полученный методами гибридизации и сельскохозяйственной биотехнологии (получение регенерантов RA на селективных средах с алюмокислым и осмотическим стрессами), в родословной которых присутствуют сорта из коллекции ВИР (табл. 1).

Таблица 1. Линии, созданные с использованием образцов коллекции ВИР на всех этапах селекционного процесса

Год	Количество линий, шт.					
	питомник				сортоиспытания	
	гибридный F1	гибридный F2	селекционный	контрольный	предварительное	конкурсное
2005	41	24	17	14	18	24
2006	20	38	22	15	14	17
2007	26	23	40	20	13	17
2008	29	30	25	31	16	16
2009	30	25	28	24	22	15
2010	36	27	20	20	11	18
2011	36	33	25	20	28	24
2012	39	29	29	28	20	25

Эффективность использования конкретных коллекционных образцов в селекции определяется их комбинационной способностью и наличием в родословной сортов испытываемых в конкурсных сортоиспытаниях. Так в 2012 г. в конкурсном сортоиспытании изучалось 76 сортов, из 14 выделенных по урожайности, в родословной 10 сортов присутствовали образцы, полученные из коллекции ВИР. Максимальная в опыте урожайность отмечена у регенеранта 496-07, полученного с участием коллекционного образца к-26800 (Бельгия); скороспелые, высокоурожайные генотипы созданы с привлечением сортов Дина, Андрей

(Кировская обл.), к-29352, к-29634 (Московская обл.) и к-29834 (Свердловская обл.). Все выделенные образцы характеризуются высокой устойчивостью к полеганию (табл. 2).

Таблица 2. Лучшие номера конкурсного сортоиспытания, 2012 г.

Номер	Происхождение	Урожайность		Устойчивость к полеганию, балл	Вегетационный период, дней
		т/га	% к стандарту Нур		
496-07	RA (Luly x **к-26800**)	6,15	143,2	9,0	82
462-08	**к-30803** x Фермер	5,39	125,3	9,0	79
436-08	**к-30846** x Фермер	5,28	122,8	8,0	82
341-08	Велес x (789-83 x **к-29634**)	5,67	117,9	8,0	75
290-10	**к-29834** x Дина	5,65	117,5	8,7	75
98-07	(**к-29352** x Femina) x **к-30826**	5,63	117,1	8,0	75
86-08	**к-30821** x Андрей	5,61	116,6	8,0	79
288-08	(Лебедь x **к-29634**) x	5,68	115,9	9,0	83
259-08	((Эффенди x Луч) x **к-29634**)	5,59	114,1	9,0	83
150-08	**к-30844** x Андрей	5,45	113,3	9,0	75

В 2012 г. на Государственное сортоиспытание передан сорт ярового ячменя Памяти Родиной. Разновидность *nutans*. Сорт создан методом гибридизации сортов ♀ к-30372 (Германия) и ♂ Эколог (Кировская обл.) с последующим индивидуальным отбором в F_2. Сорт среднеспелый, вегетационный период составляет от 73 до 80 дней. Сорт характеризуется способностью формировать высокий продуктивный стеблестой на единице площади за счет хорошей кустистости растений. Новый сорт обладает прочной соломиной средней длины (61 - 79 см), устойчивой к полеганию (8,5 балла). Отличительной особенностью сорта является зерно, имеющее высокую массу 1000 зерен (47,0 - 51,7 г) и хорошие технологические свойства. Это дает возможность рекомендовать сорт для использования и в пищевой промышленности на крупяные или пивоваренные цели.

Получены положительные результаты первого года испытаний сорта Памяти Родиной на сортоучастках Кировской области (табл. 3). Максимальная урожайность 7,11 т/га получена на Слободском сортоучастке, превышение над стандартом составляло 1,03 т/га.

Таблица 3. Урожайность (т/га) сорта Памяти Родиной на сортоучастках Кировской области, 2012 г.

Сортоучасток	Памяти Родиной	Нур, стандарт	± к стандарту	
			т/га	%
Зуевский	3,63	3,60	+0,03	1,0
Малмыжский	3,31	2,84	+0,47*	16,5
Слободской	7,11	6,08	+1,03*	16,9
Советский	3,34	3,35	-0,01	1,0
Яранский	6,19	5,81	+0,38*	6,5
среднее	4,72	4,34	+0,38	8,7

Примечание: * - достоверное превышение над стандартом при $P \geq 0,5$

Использование в селекционной работе генетических источников хозяйственно ценных признаков и свойств различного эколого-географического происхождения позволяет максимально разнообразить гибридный материал, что является гарантом выделения генотипов, перспективных для создания высокоурожайных сортов адаптированных к условиям северо-востока европейской части России.

Литература

Вавилов Н.И Теоретические основы селекции. М.,1987. 512 с.

Дзюбенко Н.И. Адаптивный потенциал зерновых культур и его использование. // Проблема интенсификации и экологизации земледелия России / Сб. мат. научной сессии РАСХН 13-15 июля 2006 г. М., 2006. С. 301-314.

Лоскутов И.Г. Разнообразие и новые подходы к использованию овса и ячменя // Официальный каталог Спб.1 Международный конгресс. Зерно и хлеб России. 2005. С. 104.

Лоскутов И.Г. Генетические ресурсы овса и ячменя – источник результативной селекции в России // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы / Доклады II Вавиловской межд. конф. Санкт-Петербург, 26-30 ноября 2007г. СПб.: ВИР, 2009. С. 200-205.

Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с.

Темирбекова С.К. Генетические ресурсы озимой мягкой пшеницы для использования в селекции. М.:РАСХН, 2008. 507 с.

Трофимовская А.Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). Л.: Колос. 1972. 296 с.

УДК 631.527:633.13

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕНТА ПЛЕНЧАТЫХ ЗЕРЕН У ГОЛОЗЕРНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ОВСА

И. И. Русакова
Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого Россельхозакадемии,
г. Киров, Россия, e-mail: g.batalova@mail.ru

Резюме

Изучен процент пленчатых зерен у 71 сортообразца голозерного овса. Выделено 17 сортообразцов с полностью голозерным фенотипом и 22 – с низкой долей пленчатых зерен. Процент пленчатых зерен в урожае значительно варьировал и формировался у одних сортообразцов – за счет большого числа растений со смешанным фенотипом, у других – за счет высокой доли пленчатых зерен у растения, у третьих – при совместном влиянии этих факторов.

Ключевые слова: овес голозерный, сортообразец, зерно, голое, пленчатое, процент.

PERCENTAGE OF HUSKED GRAINS IN NAKED ACCESSIONS OF OATS

I. I. Rusakova
North-East Agricultural Research Institute after N.V. Rudnitsky of Russian Agricultural Academy,
Kirov, Russia, e-mail: g.batalova@mail.ru

Summary

Husked grains percentage in 71 accessions of naked oat were studied. 17 accessions with completely naked phenotype and 22 accession with low husked grain percentage were distinguished. Husked grain percentage in the yield was significant variable and formed in one accessions in consequence of large number of plants with mixed phenotype, in others – for high percentage of husked grains in the plant, in third – for joint influence of these factors.

Key words: naked oat, accession, grain, naked, husked, percentage.

Введение

Голозерность у овса контролируется одним главным геном (N-1) и тремя дополнительными (N-2, N-3, N-4). Полностью голозерный фенотип проявляется тогда, когда аллели генов N-1 и N-2 находятся в доминантном состоянии. Доминантные гомозиготные по гену N-1 генотипы могут иметь как голозерный, так и мозаичный фенотип (смесь пленчатых и голых зерен в различных пропорциях) в зависимости от состояния генов N-2 и N-3 (Kibite, 2002). Модифицирующий ген N-4 в доминантном гомозиготном состоянии при гетерозиготности по главному гену определяет пленчатое зерно. В рецессивном состоянии он гипостатичен к любому из трех доминантномых аллелей (Jenkins, 1968).

Процент пленчатых зерен у сортов голозерного овса варьирует от 1 до 50 и более (Bolland P., Lawes D.A., 1973; Barr et al., 1996; Kibite, 2002). Стопроцентная голозерность у сортов овса встречается редко и может теряться при изменении условий выращивания (Barr et al., 1996). В Великобритании выведены сорта Kinon и Pendragon имеющие 96-99% голых зерен (Valentine, Clothier 1997). Высокий уровень голозерности отмечается у ряда сортов Канадской селекции (до 98%). Сорт Bandicoot при выращивании в Австралии обычно имеет менее 5% пленчатых зерен (Barr et al., 1996).

Цель исследований: изучить проявление признака голозерности у сортообразцов овса, выделить сортообразцы с полной голозерностью и с низкой долей пленчатых зерен.

Материал и методы.

Исследования проведены в коллекционном питомнике на опытном поле ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельзозакадемии (г. Киров). Закладку опыта производили в двухкратной повторности, площадь делянки – 1 $м^2$. Объект исследований – 71 сортообразец овса голозерного, в т.ч. сорта селекции ГНУ НИИСХ Северо-Востока, сорта Байченской СХА (Китай), образцы генофонда ВИР. В качестве стандарта использовали включенный в Государственный реестр РФ охраняемых селекционных достижений сорт Вятский.

Наблюдения, оценки и учеты урожая проводили в соответствии с Методическими указаниями по изучению мировой коллекции ячменя и овса (1973). Дисперсионный и вариационный анализ данных – по Доспехову Б.А. (1973).

Подсчет числа голых и пленчатых зерен проводили у 20 растений каждого сорта. Вычисляли процент растений имеющих пленчатые зерна, долю пленчатых зерен от общего числа зерен с растения и пленчатых зерен в урожае, полученном с анализируемых растений.

Результаты и обсуждение.

У 17 сортообразцов все проанализированные растения имели только голые зерна, в т.ч. 55h04, 407h06,455h07, 487h07, 9h09, 433h07 и 3h10 селекции НИИСХ Северо-Востока, 7 сортообразцов китайской селекции, по одному образцу из США, Канады и Беларуси (табл. 1). Эти сорта представляют наибольшую ценность для селекции сортов с низкой долей пленчатых зерен.

Таблица 1. Голозерные сортообразцы овса, выделенные по отсутствию у них пленчатых зерен

№ по каталогу	Сортообразец	Происхождение
55h04**	Manu x Фрейя	Кировская обл.
407h06*	Mozart x Е-1643	Кировская обл.
433h07*	Torch x И-2449	Кировская обл.
455h07*	(Torch x Petra) x Тюменский голозерный	Кировская обл.

Окончание таблицы 1

№ по каталогу	Сортообразец	Происхождение
487h07*	(Torch x Petra) x Тюменский голозерный	Кировская обл.
9h09*	м.о.п.г. 510h02	Кировская обл.
3h10*	(Torch x Petra) x Тюменский голозерный	Кировская обл.
к-2109**	Гоша	Беларусь
к-2171**	BAI 6057	Китай
к-2175**	BAI 6110	Китай
к-2170**	BAI 5102	Китай
к-2174**	BAI 6105	Китай
к-646**	BAI-2	Китай
к-1647**	BAI-3	Китай
11014***	Иймай	Китай
15091***	MF9224-336	США
14940***	NO 141-1 NAKED SEED	Канада

Примечание: * – номер по каталогу отбора отдела овса НИИСХ Северо-Востока; ** – номер по каталогу поступлений отдела овса НИИСХ Северо-Востока; *** – номер по каталогу ВИР

У большинства образцов отмечены растения с мозаичным фенотипом. Процент таких растений варьировал от 10 до 100 и в среднем по образцам составил 40%. У стандарта Вятский 48% растений наряду с голыми имели пленчатые зерна (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика голозерных сортообразцов овса по процентупленчатых зерен

№ по каталогу	Сортообразец	Происхождение	Процент растений с мозаичным фенотипом	Процент пленчатых зерен	
				у растений с мозаичным фенотипом	в урожае зерна с анализируемых растений
543h02*	Mernime x Аргамак	Кировская обл.	10	2,0	0,3
5h03*	м.о. Фауст x Mernime	Кировская обл.	30	11,4	2,8
106h04*	Улов x Torch	Кировская обл.	30	6,4	1,5
1h07*	м.-и.о. к-2108	Кировская обл.	30	4,0	1,2
668h05*	Torch x Фрейя	Кировская обл.	50	5,4	3,2
857h05*	ОА 503-1 x Тюм.гол.	Кировская обл.	20	11,3	2,0
362h06*	Улов x Nave	Кировская обл.	10	10,3	1,0
459h07*	(Torch x Petra) x Тюм. гол.	Кировская обл.	10	9,1	1,2
474h07*	(Torch x Petra) x Тюм. гол.	Кировская обл.	10	45,5	3,3
494h07*	(Torch x Petra) x Тюм. гол.	Кировская обл.	10	2,8	0,4
к-2110**	Крепыш	Беларусь	30	2,3	0,7
14720***	Витус	Беларусь	20	45,1	7,1
14935***	IZAK	Чехия	10	12,0	1,6

Окончание таблицы 2

№ по каталогу	Сортообразец	Происхождение	Процент растений с мозаичным фенотипом	Процент пленчатых зерен	
				у растений с мозаичным фенотипом	в урожае зерна с анализируемых растений
15043***	HJA 7659N	Финляндия	60	5,7	3,6
14683***	Bullion	Великобритания	10	5,9	1,9
14537***	James	США	10	33,3	1,9
15086***	MF8891-2021	США	10	6,7	0,5
15094***	MF9521-247	США	10	11,1	2,1
15095***	MF9521-281	США	10	4,5	0,6
14937***	NO 58-2	Канада	50	8,1	3,5
к-2172**	BAI 6100	Китай	20	11,0	2,8
к-2173**	BAI 6104	Китай	40	49,6	21,7
к-2524**	PZS-LYM-03	Китай	10	5,9	0,7
	стандарт Вятский	Кировская обл.	48	30,7	15,7

Примечание: * – номер по каталогу отбора отдела овса НИИСХ Северо-Востока;** – номер по каталогу поступлений отдела овса НИИСХ Северо-Востока; *** – номер по каталогу ВИР; Тюм .гол. – Тюменский голозерный

Доля пленчатых зерен в общем числе зерен с растения была минимальной (2,0-2,8%) у сортообразцов 543h02, 494h07, к-2110 Крепыш, максимальной (45,1-49,6%) – у 14720 Витус (Беларусь), 474h07 (Кировская обл.), к-2173 BAI 6104 (Китай), а в среднем составила 18,8%.

Процент пленчатых зерен в урожае зерна с анализируемых растений был тесно связан как с долей растений имеющих пленчатые зерна (r=0,74), так и с процентом пленчатых зерен у растения (r = 0,65). У 22 сортообразцов отмечен низкий процент пленчатых зерен в урожае зерна с анализируемых растений (от 0,3 до 3,6%). Доля растений со смешанным фенотипом у 11 из них была невысокой и составила 10%. У сортообразцов 668h05 и 14937 NO 58-2 пленчатые зерна отмечались у 50% растений, однако процент пленчатых зерен в урожае зерна с анализируемых растений был невысоким – 3,2 и 3,5% соответственно.

Заключение.

По результатам исследований выделены сортообразцы с полностью голозерным фенотипом (17) и с низкой долей пленчатых зерен (22), которые могут быть ценными источниками для селекции. Исследования показали, что процент пленчатых зерен в урожае значительно варьирует и у разных сортообразцов формируется неодинаково: у одних – за счет большого распространения растений со смешанным фенотипом, у других – за счет высокой доли пленчатых зерен у растения, у третьих – при совместном влиянии этих факторов.

Литература

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.

Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. СПб: ВИР, 1973. 29 с.

Barr A.R.., Peiham S.D., Zwer P.K. Hulless oat – Building a commercial future // V Intrnational Oat Conference & VII International Barley Genetics Symposium. Canada. July 30-August 6 1996. P. 97-104.

Bolland P., Lawes D.A. The inheritance of the naked grain character in oats studied in a cross between the naked variety Caesar and the husked variety BO 1/11 // Euphytica. 1973. V. 22. P. 582-591.
Jenkins G. Naked oats // N.A.A.S. Quarterly Review. 1968. №79 P. 120-126.
Kibite S. An isozime marker linked to the N-1 gene covering nakedness in oat // Oat Newsletter.. 2002. V. 48. P. 25-26.
Valentine J., Clothier R.B. The Development of Naked Oats in the UK. The changing role of oats in human and animal nutrition / Proceedings of the fourth international oat conference. Adelaide, South Australia. October 19th, 1992. P. 38-41.

УДК 633.16

ИСТОЧНИКИ ХОЗЯЙСТВЕННО БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЯЧМЕНЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ НА СЕВЕРО- ЗАПАДЕ РФ

Н. В. Иванова[1], Т. Н. Радюкевич[1], А. В. Анисимова[2].
1. Ленинградский научно – исследовательский институт «Белогорка» РАСХН, Белогорка, Ленинградская область.
2. Всероссийский научно–исследовательский институт защиты растений РАСХН, СПб, г. Пушкин, Россия.

Резюме

Представлены результаты работы по созданию продуктивных сортов ячменя для северо-запада РФ.

Ключевые слова: ячмень, признаки, источники, селекция

SOURCES OF VALUABLE CHARACTERS OF BARLEY FOR BREEDING UNDER CONDITION NORTH WEST REGION OF RUSSIA

N. V. Ivanova[1], T. N. Radyukevich[1], A. V. Anisimova[2]
1 - Leningrad Institute of Agriculture “Belogorka”, Leningrad region, Russia
2 - All-Russian Institute for Plant Protection RAAS, St. Petersburg, Russia

The results of work of creation of barley productive cultivars for north-west Russia are presented.

Key words: barley, sources, traits. breeding

Введение

В Северо-Западном регионе России яровой ячмень основная зернофуражная культура, базис развития животноводства и птицеводства. Интерес сельхозпроизводителей к этой культуре возрос в связи с широким внедрением прогрессивных технологий заготовки зерновых на кормовые цели , это производство плющёного зерна и зерносенажа, позволяющих резко повысить надои молока, сократить затраты на корма, повысить рентабельность этих важнейших отраслей сельскохозяйственного производства в целом.

Основной задачей селекционной работы в Ленинградском НИИСХ является создание сортов ярового ячменя кормового направления, сочетающих высокую урожайность со скороспелостью, устойчивых к полеганию, прорастанию зерна на корню, наиболее вредоносным болезням (листовые пятнистости, пыльная головня), кислотности почв, холодостойких на первом этапе развития, имеющих хороший стартовый рост, высокое кормовое достоинство зерна, максимально адаптированных к почвенно-климатическим условиям Северо-Запада

России, пригодных к своевременной технологии выращивания, уборки и доработки зерна, способных стабильно давать урожай.

Главным методом создания исходного селекционного материала ячменя является внутривидовая гибридизация с последующим индивидуальным отбором, при этом используется принцип эколого-географической отдалённости родительских сортов, дополняющих друг друга по хозяйственно-ценным признакам.

Эффективность селекционной работы определяется во многом правильным подбором родительских сортов для проведения гибридизации. Поэтому очень важным для селекционера является изучение коллекции сортов, выявление источников как по отдельным, так и по комплексу хозяйственно – ценных признаков.

В течение 4-х лет (2006-2010 гг.) проводилось изучение коллекционных сортообразцов ярового ячменя, полученных из ГНУ ВИР. Количество сортов по годам составляло от 110 до 130 образцов. В состав изучаемых образцов входили районированные сорта как в Северо-Западном регионе, так и в других регионах России, сорта отечественной селекции, зарубежных стран. Большую часть изучаемых сортов ячменя составляли сорта Западной Европы (Чехии, Германии, Франции, Польши), Беларуси, Украины, стран Балтии (Латвии, Литвы, Эстонии), Финляндии, Швеции, Норвегии, Канады, США, сорта селекции ГНУ Ленинградский НИИСХ (Ленинградский, Северянин, Балтика, Мураш, Белогорский), а также перспективные селекционные линии, полученные в ГНУ Ленинградский НИИСХ.

Изучение сортов ярового ячменя по морфологическим и хозяйственно–биологическим признакам проведено согласно «Международного классификатора СЭВ рода Hordeum» (4) и « Методических указаний по изучению мировой коллекции ячменя и овса» (5).

В качестве стандартных сортов были взяты районированный и широко возделываемый в Ленинградской области сорт ярового ячменя Суздалец (разновидность nutans) и сорт селекции ГНУ Ленинградский НИИСХ Белогорский (разновидности pallidum+rikotense).

При оценке сортообразцов обращали внимание на хозяйственно-биологические признаки, от которых зависит продуктивность растения и урожайность сорта: длина колоса, продуктивная кустистость, крупность зерна, число и масса зерен в колосе, устойчивость к наиболее вредоносным болезням. Сортообразцы оценивали на такие важнейшие признаки для условий Северо-Запада России, как скороспелость, устойчивость к полеганию и на признаки ее определяющие (длина и прочность соломины), технологичность и морфологическую выравненность сортов.

В данной статье представлены данные по изучению коллекционных образцов ячменя по таким важнейшим признакам, как длина вегетационного периода, высота растений, длина колоса, устойчивость к листовым пятнистостям.

Создание скороспелых сортов ячменя для регионов России с коротким периодом вегетации является важнейшей задачей, стоящей перед селекционерами (1, 2, 3). Создание и внедрение скороспелых сортов ячменя для Северного и Северо-Западного регионов позволит решить ряд важнейших задач: создать сырьевой конвейер для заготовки качественного зерносенажа и плющения зерна на осеннее-зимний период, снизить напряженность уборочной страды, убрать ячмень в оптимальные агротехнические сроки, обеспечить более эффективную работу сушильно-сортировального комплекса на с.-х. предприятиях, гарантированно получать семена ячменя с высокими посевными качествами. Селекция на скороспелость - одно из главных направлений селекционной работы в ГНУ Ленинградский НИИСХ. Поэтому длина вегетационного периода – признак, на который обращается большое внимание при оценке сортообразцов ячменя.

Изучаемые сорта ячменя отличались по длине вегетационного периода, в основном сорта относились к среднеспелой группе, скороспелых сортов было выделено только 17. Большинство из них - сорта российской селекции: Ленинградский, Колизей, Кристалл 71, Северянин, Стимул, Тарский 3, Баган, Симон, Нутанс 302, Тандем, Ранний 1, Омский 89, Белогорский, а также сорт Karin (Швеция), Kasota (Канада), Morex (США), Repsum (Норвегия). Данные по длине вегетации этих сортов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Источники скороспелости ярового ячменя.

№ каталога ВИР	Сортообразец	Разновидность	Происхождение	Вегетационный период, дней				
				Годы				Среднее
				2006	2007	2008	2009	
30314	Суздалец (стандарт)	nutans	Московская обл.	82	79	88	87	84
22089	Белогорский (стандарт)	ricotense+ pallidum	Ленинградская обл.	79	76	85	82	80
30575	Karin	pallidum	Швеция	76	74	80	79	77
30601	Kasota	pallidum	Канада	78	75	81	81	79
25935	Кристалл 71	nutans	Ростов	77	74	83	82	79
30975	Ленинградский	pallidum	Ленинградская обл.	75	74	79	79	77
30842	Колизей	parallelum	Архангельская обл	76	76	80	79	78
30974	Северянин	nutans	Ленинградская обл.	79	76	80	82	79
30882	Симул	nutans	Краснодарский край	76	74	80	80	77
30719	Тарский 3	pallidum	Омская обл.	76	76	81	78	78
29040	Баган	nutans	Новосибирская обл.	78	75	84	81	79
30898	Симон	nutans	Кемеровская обл.	78	75	84	81	79
30961	Нутанс 302	nutans	Самарская обл.	78	75	84	82	80
30050	Repsum	nutans	Норвегия	78	75	84	82	80
30883	Тандем	pallidum	Кемеровская обл.	76	75	83	82	80
26959	Morex	pallidum	США	77	76	84	82	80
27737	Ранний 1	nutans	Новосибирская обл.	77	75	84	81	79
30720	Омский 89	pallidum	Омская обл.	79	75	82	80	79

Самыми скороспелыми по данным за 4 года изучения были сорта Ленинградский, Стимул, Karin, их период вегетации составил 77 дней, у среднеспелого стандартного сорта Суздалец 84 дня, у стандартного сорта Белогорский – 80 дней. Эти сорта ячменя широко привлекаются в гибридизацию как источники скороспелости.

Важнейшим признаком, определяющим хозяйственную ценность сорта, его технологичность является устойчивость к полеганию. Во многом этот признак связан с высотой и прочностью соломины. Короткостебельные растения зерновых, как правило, более устойчивы к полеганию.

Из изучаемых сортов ячменя был выделен ряд источников короткосте-бельности с прочным стеблем. Это сорта Karin (Швеция), Balga, Klinta, Linga, Jdumeja (Латвия), Спартан, Ladik, KM 1038 (Чехия), Айдас, Ула (Литва), Балтика, Нур, Северянин, Колизей, Симон, Казьминский, Омский 89, Суздалец (Россия), Пасадена (Германия), Rodeo (Канада). Данные по длине соломины этих сортов представлены в таблице 2. Все эти сорта - более короткостебельные, чем пластичный, но склонный к полеганию стандартный сорт Белогорский.

Таблица 2.Источники короткостебельности ярового ячменя

№ каталога ВИР	Сортообразец	Разновидность	Происхождение	Высота стебля, см				
				Годы				Среднее
				2006	2007	2008	2009	
30314	Суздалец (стандарт)	nutans	Московская обл.	65	58	70	76	67,1
22089	Белогорский (стандарт)	ricotense, pallidum	Ленинградская обл.	82	65	96	95	84,5
30575	Karin	pallidum	Швеция	70	56	85	74	71,2
29810	Balga	nutans	Латвия	73	56	85	85	74,7
30309	Спартан	nutans	Чехия	75	58	84	88	76,2
29636	Айдас	nutans	Литва	68	56	76	84	71,0
30734	Ladik	nutans	Чехия	65	55	74	82	69,0
30589	Балтика	nutans	Ленинградская обл.	65	53	72	83	68,2
30820	НУР	nutans	Московская обл.	65	50	71	74	65,0
30974	Северянин	nutans	Ленинградская обл.	65	62	76	90	73,2
30842	Колизей	parallelum	Архангельская обл.	67	56	82	89	73,5
30923	Klinta	nutans	Латвия	60	61	78	77	69,0
30924	Linga	nutans	Латвия	61	57	72	64	63,5
30998	Симон	nutans	Кемеровская обл.	67	56	67	63	63,2
30926	Казьминский	ricotense	Приморский край	70	57	64	74	66,2
30916	Пасадена	nutans	Германия	61	59	68	65	63,2
24013	КМ 1038	nutans	Чехия	70	54	71	74	67,2
30040	Ула	nutans	Литва	80	56	62	73	67,7
30961	Нутанс 302	nutans	Самарская обл.	70	55	74	70	67,2
28967	Rodeo	nutans	Канада	76	62	79	78	73,7
30720	Омский 89	pallidum	Омская обл.	79	72	90	80	80,2
30922	Jdumeja	nutans	Латвия	61	57	73	75	66,5

Полегаемость зерновых зависит от количества и интенсивности выпадения осадков в период налива и созревания зерна. Оценить сорта ячменя по данному показателю удалось во влажном 2009 году.

Большое количество осадков, выпавших в июне и июле 2009 года (181,5% от нормы) позволило оценить сортообразцы по устойчивости к полеганию. Из изучаемых 102 сортов у 22 отмечено полегание.

В основном, это длинностебельные сорта Kasota, Codac, Ранний 1, Мураш, Белогорский, Repsum, Кристалл 71 и др. и сорта с тонкой соломиной Ladik, Натали, Нутанс 129, Илек 16, Баган и другие.

Высокая устойчивость к полеганию (9 баллов) отмечена у отечественных сортов Суздалец, Новичок, Святогор, Балтика, Эльф, Нур, Карат, Колизей, Тандем, Хаджибей, Симон, Казьминский, Стимул, Княжич, Нутанс 302, Тонус, Муссон, Лизен, сортов из Швеции – Karin, Рондо, Prefekt, сортов из стран Балтии – Айдас, Druvis, Jdumeja, Klinta, Linga, Malva, Ула, сортов из Чехии – Спартан, Pejas, Primus, КМ 1038, Amulet, сорта из Финляндии – Inari, сорта из Дании –Sewa, сорта из Германии – Annabel, Пасадена, сорта из Канады – Rodeo. Эти

сорта являются источниками устойчивости к полеганию для целей создания новых технологичных сортов ячменя.

Продуктивность растений ячменя складывается из ряда составляющих хозяйственно-биологических признаков. Одним из важнейших является длина колоса. Поэтому ежегодно все сортообразцы коллекции ячменя оценивались по данному признаку. Выделенные сорта ячменя относятся к группе со средней длиной колоса (7,1-9,0 см) согласно «Международному классификатору селекционных признаков ячменя» (1979). Самый длинный колос по средним данным за 4 года изучения отмечен у сортов ячменя Романтик (Украина) – 9,0 см и Repsum (Норвегия) – 9,3 см, у стандартного сорта Суздалец – 7,5 см, у Белогорского – 7,0 см.

Большое значение имеет оценка сортообразцов ячменя на устойчивость к наиболее вредоносным грибным болезням. Самым распространенным заболеванием ячменя является сетчатая пятнистость. В зонах достаточного увлажнения эпифитотии сетчатой пятнистости происходят один раз в 3-4 года. Кроме того, в условиях Северо-Запада РФ ячмень поражается темно-бурой пятнистостью, пыльной головней. Потери урожая в годы эпифитотий этих заболеваний могут достигнуть до 20 и более процентов, при этом снижается и качество зерна (7).

Как видно из таблицы 3, большинство сортообразцов ярового ячменя были практически устойчивы к листовым пятнистостям. Процент устойчивых образцов (поражение до 10%) составил по годам от 61,5% до 71,9% (по сетчатой пятнистости), от 79,4% до 90,0% (по темно-бурой пятнистости). Однако отмечены и среднеустойчивые (поражение листа до 25%) и средневосприимчивые к сетчатой пятнистости сортообразцы ячменя (поражение листовой поверхности 25-30%).

Таблица 3. Оценка сортообразцов ярового ячменя по устойчивости к листовым пятнистостям

Год изучения	Количество образцов	Устойчивых		Образцы, поразившиеся более, чем на 10%
		шт.	%	
Сетчатая пятнистость				
2006	130	80	61,5	Karin -20-30%, Chinook -15%, Мураш -20%, Vodka -15%, Петр -20-30%, Coldic -15-20%, Княжич -20%, Филадельфия -20%.
2007	117	83	70,9	Криничный -20-30%, Karin- 30-40%, Кристалл -15-20%, Суздалец -15-20%, Балтика- 20%, Barke – 20%, Inari- 20%, Пасадена -25%, Repsum- 20%, ГЦ 250- 20%.
2008	110	72	65,5	Криничный -20%, Short Straw -20%, Karin -40-60%, Хаджибей -20%, Петр -20%, Филадельфия -20%,Илек 34 – 20%, Пасаде-на -20%, Беркут -20%, Данута – 30%, Илек 16 -40%
2009	114	82	71,9	Спартан -20-30%, Балтика -30%, Пасадена -30%, Repsum -30%, Rodeo – 30%, Barke – 20%, Belissima – 20%, Муссон -20%, Prestige – 30%, Ansis -205, Jersy -30%.
Темно-бурая пятнистость				
2006	130	117	90,0	Пирамид – 155, Филадельфия – 15%.
2007	117	104	88,1	-
2008	110	87	79,4	Белогорский -20%, Данута -20%, Roose -20%, Xanadu - 30%.
2009	114	96	84,5	Лизен -20%, Данута -20%, Prefekt -20%, Cecilia -20%

Источниками устойчивости к сетчатой пятнистости (по данным за 4 года) являются сорта Лизен, Новичок, Эльф, Адамовский 1, Симон, Омский 91, Казьминский, Ранний 1, Вулкан, Омский 96, Бахус, Ленинградский, Белогорский, Биос 1 (Россия), Ула, Айдас (Литва), Klinta, Linga, Malva (Латвия), Kimberley, Nordic (США), Domen (Норвегия), Sewa (Дания), Xanadu (Германия), Primus (Чехия), Prefekt (Швеция).

Источниками устойчивости к темно-бурой пятнистости являются сортообразцы ячменя: Ача, Кристалл, Биос 1, Лизен, Новичок, Святогор, Нур, Суздалец, Ленинградский, Мураш, Северянин, Балтика, Белогорский, Рахат (Россия), Short Straw, Kasota, Diamond (Канада), Karin (Швеция), Айдас (Литва), Романтик (Украина), Kimberley, Chinook, Nordic (США), Ladik, Спартан (Чехия), Balga (Латвия), Зазерский 85 (Белорусь), Vodka (Франция).

Выделенные источники хозяйственно-биологических признаков активно используются в скрещиваниях для создания ценного исходного селекционного материала ярового ячменя.

Литература

Баталова Г.А. Селекция ячменя и овса в России. Основные результаты и перспективные направления.// Материалы Международной научно-практической конференции «Селекция, семеноводство и технология возделывания зернофуражных культур».-Ульяновск.-2008.

Иванова Н.В., Архипов М.В., Гусакова Л.П. Создание сортов ярового ячменя, адаптированных к условиям Севера и Северо-Запада РФ./Сборник научных трудов Архангельского НИИСХ «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Севера».-Архангельск.-2009.

Медведев А.М. Первый съезд селекционеров России./Селекция и семеноводство.-2001.-№ 1-2.

Международный классификатор СЭВ рода Hordeum, Л., 1983.

Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л., 1981.

Методические указания по диагностике и методам полевой оценке устойчивости ячменя к возбудителям пятнистости листьев. Л., 1987.

Радюкевич Т.Н., Иванова Н.В., Афанасенко О.С. Селекционная ценность образцов ярового ячменя – источников устойчивости к сетчатой пятнистости в условиях Северо-Западного региона России./Вестник защиты растений.- № 2.-СПб.- 2002.

УДК 632.2:633.311:631.52

ИСХОДНОЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ОВСА В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.К. Темирбекова[1], И.М. Куликов[1], И.Г. Лоскутов[2], С.М. Мотылева[1], М.Е. Мертвищева[1], З.А. Имамкулова[1]

[1]ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии, г. Москва, e-mail: vstisp@vstisp.org

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: i.loskutov@vir.nw.ru

Резюме

В статье говорится о ценности и значимости мировой коллекции генетических ресурсов культурных растений для науки и практической селекции.

Ключевые слова: мировая коллекция, генетические ресурсы, исходный материал, овес, пленчатый, голозерный.

A SOURCE MATERIAL FOR *AVENA SATIVA* L. UNDER CONDITIONS OF MOSCOW REGION

S.K. Temirbekova[1], I.M. Kulikov[1], I.G. Loskutov[2], S.M. Motyleva[1], M.E. Mertvischeva[1], Z.A. Imamkulova[1]

[1]SSI VSTISP, RAAS, Moscow, e-mail: vstisp@vstisp.org

[2]N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, i.loskutov@vir.nw.ru

Summary

The article focuses on the value and significance of the world collection plants for science and practical breeding.

Key words: World collection, genetic resources, starting material, oat, hull, , naked.

Самой ценной частью коллекции ВИР были и являются до сих пор местные аборигенные сорта народной селекции, собранные гениальным Н.И.Вавиловым и его последователями на пяти континентах. В настоящее время многие из них уже утеряны в их родных странах, а в генбанке России имеются.

Они явились ценным исходным материалом в создании высокоурожайных сортов со стабильно высоким качеством зерна.

Однако уровень достигнутых в селекционной работе успехов не полностью соответствуют требованиям производства. Лимитирующими факторами для условий Центра Нечерноземной зоны, Северного Кавказа и Сибири являются зимостойкость, действие повышенной избыточной влажности на налив зерна. Поэтому основная работа селекционеров заключается не только в создании высокопродуктивных генотипов по величине и качеству урожая, но и одновременно устойчивых к абиотическим и биотическим стрессорам региона и обладающих высокой средообразующей производительностью.

В связи с этим особое значение для реализации селекционных программ имеют источники и доноры важнейших хозяйственно-ценных и биологически полезных качеств.

Для этого требуется изучение исходного материала культуры овса из генофонда ВИР для передачи селекционерам устойчивый материал с широкой генетической основой.

Для адаптивной экологической селекции мы использовали полиморфную биотипическую структуру популяции сорта, разработанную Е.Н.Синской, 1963.

По мнению Е.Н.Синской: «именно конкретная популяция является ареной процессов, созидающих экотип и вид, здесь, так сказать, бьётся пульс жизни вида».

Также учёным установлено, что изменчивость внутри популяции бывает в явном или скрытом состоянии, носит неприспособленный, приспособленный или потенциально приспособленный характер.

По современным представлениям основная масса существующих сортов зерновых культур являются сортами-популяциями, выровненными по морфологическим признакам, но гетерогенными по неконтролируемым генам и локусам.

Исследование коллекционных образцов овса голозерного и пленчатого проводили с целью:

- изучить и выделить источники устойчивости и толерантности из популяций сортов с комплексной адаптацией к абиотическим и биотическим факторам региона, к вредоносной, сопряженной болезни – энзимо-микозному истощению семян (ЭМИС). Потери урожая от ЭМИС в отдельные годы достигают 30-50 % с одновременным ухудшением качества зерна.

- выделенные источники передать в селекцентры, в том числе МосНИИСХ «Нимчиновка» для вовлечения в селекционный процесс и участвовать в отборе на устойчивость к ЭМИС и качество зерна.

- использовать анализирующие фоны (по Синекой Е.Н., 1963) для выделенных источников устойчивости с целью разложения сортовой популяции на биотипы (линии) и даль-

нейшего улучшения их по желаемым признакам, а именно: использование смеси сортов в пределах одной культуры (пленчатые и голозёрные формы).

Материалы и методы

Многолетние исследования проводили в 1995-2012 г.г. в МОВИР им.Н.И.Вавилова (пос. Михнево, Московская область), ныне ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии.

Объектом исследований служили коллекционные образцы овса плёнчатого из генофонда ВИР (более 600), а также 15 образцов – местные и современные образцы овса голозёрного из генофонда, а также биотипы овса голозёрного. Все образцы, прошедшие оценку устойчивости к ЭМИС, исследованы оригинальными методами (С.К.Темирбекова, 1997). В работе использовали Методические указания ВИР (1981), посевные качества и жизнеспособность семян определяли стандартными методами.

Изучение коллекционных образцов овса голозёрного проводили в 2006-2012г.г.

Годы исследований были избыточно увлажненными и остро засушливыми, что позволило оценить изучаемый коллекционный материал по устойчивости к ЭМИС, качеству зерна, провести отбор биотипов из популяции сорта и довести его для размножения с целью передачи в ГСИ.

Агрометеорологическая характеристика

2006 г. Весна (май-июнь) вегетационного периода была теплой. Однако количество осадков во второй половине июля и за весь месяц август превысили в 2-3 раза средние многолетние нормы. Обилие осадков в фазе налива зерна вызвали энзимо-микозное истощение семян. Большинство коллекционных образцов сформировали истощённое зерно с плохой всхожестью. При микологическом анализе выявлена Alternaria alternata (Fries) Kiss. Внутренняя заселённость семян альтернарией доходила до 100 %. Из-за условий избыточной влажности уборка запоздала почти на один месяц.

2007 г. Весна была ранней, наступила во второй декаде марта. Она была сухой, благоприятной для проведения весенне-полевых работ. Среднемесячная температура весеннего периода была 9,9 ^{0}С при норме 3,2 ^{0}С, осадков выпало 105,0 мм при средне многолетней норме 123.

Летние месяцы: июнь, июль, август были теплыми, в июне и июле прошли единичные дожди. Сумма осадков не превышала 49,1 мм, при норме 137 мм. Среднемесячная температура летнего периода составила 19,6 ^{0}С, при среднемноголетней норме 16,4 ^{0}С.

В целом 2007 год был благоприятным для получения хорошего урожая по всем с.-х. культурам. Среднемесячная температура сельскохозяйственного года была 8,4^{0}С при норме 3,4 ^{0}С, осадков выпало 383 мм, при норме 607мм.

2008 г. Весна и лето вегетационного периода проходила с 15 мая по 10 октября (по устойчивому переходу среднесуточной температуры через 10 ^{0}С). Оно было холодным и дождливым. Среднемесячная температура воздуха в июне на 2,1^{0}С, июле – на 1,6^0, август – 1,8^0 была ниже нормы. Осадков выпало в мае 115,7 мм (при среднемесячной норме 51), в июне – 107,2 мм (норма 67), июле – 96,5, августе – 57 соответственно при норме 80 и 70 мм. За летние месяцы отмечено 80 дней с дождями. Такая погода отрицательно влияла на рост и развитие с.-х. культур и крайне осложняла проведение полевых работ. Общим для всех культур было позднее развитие, опоздание созревания, наблюдалось сильное развитие энзимомикозного истощения семян.

2009 г. Весна была холодной дождливой. Всего осадков выпало 201 мм, ниже нормы на 155 мм. Среднемесячная температура летнего периода 19,3 ^{0}С, при норме 16,3^{0}С в июле и августе.Осадков выпало за летний период 134 мм при среднемноголетней норме 215 мм.

2010 г. Условия года были благоприятными для оценки генофонда озимых и яровых культур на засухоустойчивость и устойчивость к бурой ржавчине, эпифитотия которой была отмечена на яровой пшенице. Средняя температура вегетационного периода была на 6,5 ^{0}С (22,9 ^{0}С) выше средней многолетней нормы (16,4 ^{0}С). Последний дождь прошел 18 июня. До 3 сентября не было ни капли дождя. Вегетационный период преходил в острозасушливых условиях. Получен низкий урожай семян.

2011 г. Весна была теплой. Среднесуточная температура на 1,9-6,1 ^{0}С была выше многолетней нормы. В целом весенний период на 3,8 ^{o}С был выше нормы. Июнь был теплый – 22,5 ^{0}С (при норме 17,7 ^{0}С). В июне (14, 18, 19, 19, 20) прошли сильные дожди. В июле, августе осадков выпало в пределах средней многолетней нормы 118 мм. По температурному режиму июль на 4,8 ^{0}С, август – на 1,9 ^{0}С были выше нормы. В июле отмечено 6 обильных дождливых дней (3,5 мм), в августе – 2 дня (10 и 19) весь день лил дождь. При этом выпала месячная норма – 92,0 мм.

2012 г. Условия вегетационного периода в мае месяце были очень засушливыми, единичные осадки выпадали лишь 30 мая и 3 июня. После 8 июня до 14 мая шли ливневые дожди с некоторыми перерывами днем и ночью. Июль был жарким. Имело место перепады температуры в ночное время (в сторону понижения). Несмотря на стрессовые факторы большинство образцов второго года изучения овса сформировали достаточный урожай.

Результаты исследований

1. За период с 1995-2012 гг. проанализировано более 500 образцов из СНГ, стран Западной Европы, США, Эквадора и Монголии. По устойчивости и толерантности к ЭМИС выделился 21 источник: Ottee k-12268, Garland k-11401, Goodland k-12241 (США), Elgin k-12296 (Канада), Vg k-77709 (Швеция), SC-CA-155-71 k-12027 (Эквадор), Pol k-13583 (Швеция), Gambo k-12362, Astor k-11379, Perona k-13478 (Нидерланды), Z-14 k-13988, Martien k-14181 (Югославия), Martien k-14181 (Норвегия), Siegfried k-13794, Siegeschafer k-13860 (Германия), Cortiry k-14216 (Великобритания), Скакун к-13780, Козырь к-14029, Немчиновский 2 к-13562 (Московская обл.), Canderra k-13842 (Франция), Фаленский 3 к-13461 (Кировская обл.), Надежный к-10933 (Беларусь).

Во влажные годы налива зерна, за все годы исследований потери сухого вещества у источников устойчивости не превышали 16,9 %, они относятся ко 2-ой группе устойчивости к энзимной стадии ЭМИС. Выделившиеся образцы в годы сильнейшей эпифитотии энзимной стадии ЭМИС в 1997, 2005, 2006 ,2008 годы имели до 17-18 % потерь сухого вещества, в то время как неустойчивые образцы в эти же годы характеризовались сильным развитием биологического травмирования на корню у овса, несмотря на то, что все образцы в изучении были плёнчатыми. В фазу восковой и полной спелости отмечено заселение пленок метелки и зерна фитопатогенами: альтернарией и фузариумом. На фоне сильного поражения (45-100 %) метелок у неустойчивых образцов, заселение патогенами метелок и зерен у устойчивых образцов достигало 15-35 %. Отмечена комплексная устойчивость некоторых образцов к ряду болезней: относительно устойчивы к гельминтоспориозу, в слабой степени поражаются стеблевой и корончатой ржавчиной, бактериальной пятнистостью и пыльной головней.

Большинство образцов являются среднеспелыми, созревают на уровне стандартов Гамбо, Улов, зерно у них средней крупности (35,1-38-7 г), тонкопленчатое (20 %). Образцы из Америки и Канады Ottee, Garland, Goodland, Elgin созревают на 3-7 дней раньше стандарта, среднерослые (80-100 см), метелка средне озерненная (27-45), масса 1000 зерен – 32,9-35,4 г, тонкопленчатые (20 %). Высокорослым (130-145 см) является источник устойчивости из Эквадора SC-CA-15571, характеризуется слабо озерненной метелкой (15-30), но зато имеет крупное зерно (37,8-40,2).

По результатам двух засушливых лет (2011-2012 гг.) исследований выделились по скороспелости: Буланый к-15277, КСИ 20-10 , к-15279 (Московская обл.); крупнозёрности и высокой продуктивности: АС-Э к-15184, Буланый к-15277, КСИ-27-10 к-15280, КСИ-20-10 к-15279, Боец к-15282, Скакор к-15312, АС Mustang к—15254, Lawrell 154 к-14987, Owena к-15582б , Gogybatoileth к-15296. Они характеризовались высокой всхожестью.

Источники устойчивости к ЭМИС Скакун и Астор при γ-облучении проявили радиоустойчивость (Е.З.Виленский, С.К.Темирбекова, 1992). По данным И.М.Молчана (1995) во влажные годы цветения, созревания сорта Perona, Gambo, Надежный, Фаленский 3, Garland, Ottee были толерантными к накоплению цезия-137.

Выделившиеся генетические источники устойчивости к ЭМИС обладают комплексом ценных биологических свойств, они были рекомендованы селекционерам для вовлечения в селекционный процесс и находятся в работе.

2. Проводили изучение популяций образцов овса голозёрного: к-6950 Местный (Югославия), к-10795 Местный (Кировская обл.), к-14919 AC Gween, к-2208 Liberty (Канада), к-14344 Pennline 2005, к-15084 Lemont, к-15092 P1629075 , к-14987 Lawrell 154 (США), к-15582 Owena (Дания) с использованием анализирующих фонов Е.Н.Синской.

В качестве стандарта использовали сорт Улов.

Во влажных условиях созревания зерна в 2006, 2008 годы коллекционные образцы овса из Югославии и Дании сформировали не урожай, а «труху». Отмечено сильное развитие биологического травмирования семян на корню как результата энзимной стадии ЭМИС.

Вслед за энзимной стадией последовало сильное поражение зерна альтернарией и фузариумом.

В этих условиях был сделан визуальный отбор к биологическому травмированию на корню. Выделены биотипы (линии) у коллекционных образцов: к-14919 AC Gween, к-2208 Liberty (Канада), к-14987 Lemont (США). В 2010-2012 годы биотипы изучались на мелкоделяночных опытах, в 2013 году посеяны в КСИ. Всего 5 линий.

В условиях 2010-2011 гг. из популяции коллекционных образцов овса голозёрного выделены биотипы с высоким содержанием жира – до 9,2 %. В дальнейшем будет повторно изучено содержание жира и его фракционный состав.

Все годы исследований (2006-2012 гг.) биотипы, отобранные из коллекционных образцов овса голозёрного улучшались по желаемым признакам (устойчивость к энзимной и микозной стадиям ЭМИС, масса 1000 зёрен, урожай).

Масса 1000 зёрен у двух биотипов голозерного овса варьирует от 32,4-35,8 г, урожай зерна от 86-105 г/м^2 (отборы из популяции канадских образцов), и от 21,9 до 35,0 г, урожай от 115-207 г/м^2 – у трех биотипов, отобранных из популяций образцов США.

У биотипа из к-10795 (Кировская обл.) – масса 1000 зерен – 15,1 г, урожай – 90 г/м^2.

При этом у стандарта Улов масса 1000 зерен составила 32,3, урожай зерна 300 г/м^2.

Биотипы отличаются крупнозерностью и высокой толерантностью к ЭМИС. После размножения будут переданы селекционерам и в ГСИ.

3. Исследования выполнены в лаборатории биохимии и агроэкологии ГНУ ВСТИСП (на базе бывшего МО ВИР), которая открыта с конца 2012 года.

Фенольные соединения являясь производными реакций вторичного метаболизма, выполняют важную роль в системе растение-окружающая среда, формируя естественный механизм защитного действия. Изучению их роли в растениях посвящено множество трудов, среди них наиболее значимыми являются работы Харборна Дж.,Запрометова Н.М., Гудковского В.А., монографии и методические рекомендации сотрудников ВИР и другие. Анализ специальной литературы показал во многом схожие выполняемые ими биологические функции в процессах роста, цветения, вегетативной и репродуктивной дифференциации, в водном обмене, регуляции ферментативной активности, стимуляции реакций метаболизма, связанных с обменом нуклеиновых кислот и синтезом белка , в защитных реакциях растений. Фенольные соединения относятся к антиоксидантам, поэтому важна их роль и для человека. Овес используется в питании как диетический продукт, поэтому исследования комплекса фенольных соединений зерна овса является актуальным.

Цель поисковых исследований - подобрать условия хроматографического разделения фенольных соединений для анализа коллекционных образцов овса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Объекты исследований (представлены только на примере двух образцов) – сорта овса к-14231 (контрольный, стандартный сорт Улов) и к -15186 Фратя (Кировская обл.), устойчивые к болезням колоса и зерна в условиях Московской обл.

Материалы и методы исследования

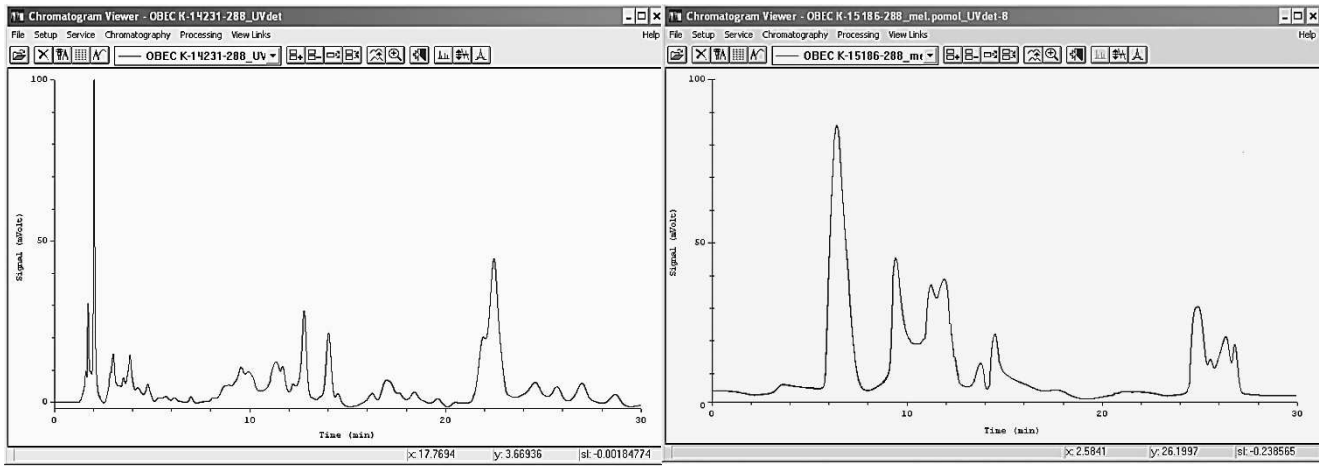
В качестве объектов исследования были использованы зерна коллекционных образцов овса урожая 2012 года (к- 14231 Улов - контроль; к-15186 Фратя, Кировская обл.). В работе использована хроматографическая система KNAUER серии SmartLine, оснащенная детекто-

ром UV 2500 и инжектором с петлей объемом 20 мкл. Хроматографическая колонка: 4,6х150 мм, заполненная сорбентом Диасфер-110-С18, зернением 5 мкм, защищенная предколоночным фильтром. Для регистрации и обработки хроматограмм использовали ПШ EuroChom for Windows V. 3.05 P4. В качестве подвижной фазы ипользовали элюент ацетонитрил - буферный раствор (pH-2.8). Скорость подвижной фазы 1 мл/мин. Объем вводимой пробы - 20 мкл. Детектирование проводилось при длине волн 288 нм. Продолжительность анализа 30 мин.

Для анализа среднюю пробу образцов подвергали предварительной очистке, затем семена размалывали до размера частиц 0,5-1 мм. Навеску 5,0 г измельченного сырья помещали в колбу объемом 250 мл и прибавляли 50 мл 70 % спирта этилового. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 мин. После охлаждения смесь центрифугировали, фильтрат количественно переносили в мерную колбу вместимостью 50 мл и доводили объем 70 % этиловым спиртом до метки.

Результаты

Проведенные нами исследования выявили различия по качественному составу фенольного комплекса исследуемых образцов, однако идентифицировать индивидуальные фенольные соединения не представляется возможным ввиду отсутствия стандартов, прежде всего феруловой кислоты, которая по литературным данным должна содержаться в семенах злаков (рисунок 1). По данным Тутельян (2008) , Manila et al. (2005), Mateos (2006) в зерновых культурах (нут, пшеница, овес, ячмень) содержание фенольных соединений не велико. Считается, что в них преобладает феруловая кислота. Так примерное ее содержание в зерне этих злаков составляет 0,7-0,8 г/кг. Для примера в пшеничном хлебе феруловая кислота составляет лишь 0,1 г/кг.



Хроматограммы спиртовых экстрактов овса

Таким образом, анализ спиртовых экстрактов двух сортов овса, позволил установить разнообразие фенольного комплекса, что представляет интерес для дальнейших исследований.

Литература

Синская Е.Н. Проблема популяций у высших растений. Л.-1963.-Вып. 2.- 1115 с.

Темирбекова С.К. Диагностика и оценка устойчивости сортов зерновых культур к энзимомикозному истощению семян (ЭМИС) // Монография. – М. – 1997.-105с.

Тутельян В.А., Лаптева Н.В. Биологически активные вещества растительного происхождения. Фенольныекислоты: распространенность, пищевые источники, биодоступность // Вопросы питания. - 2008. - т. 77, №1. - С. 4-19.

УДК 633.16:631.526.32

КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ

А. В. Кунилова
ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии, г. Киров, Россия

Резюме

Анализ комбинационной способности коллекционных образцов голозерного ячменя. Выделены источники хозяйственно ценных признаков для селекции голозерного ячменя.

Ключевые слова: ячмень, коллекционные образцы, комбинационная способность.

COMBINING ABILITY OF COLLECTION SPECIMEN OF NAKED BARLEY

A. V. Kunilova
North-East Agricultural Research Institute of Rosselkhozacademy, Kirov, Russia

Summary

Analysis of combining ability of collection specimen of naked barley was done. New sources of economy valuable characters for barley breeding were distinguished.

Key words: barley, collection specimen, combining ability.

Уникальная коллекция ВИР, вобравшая в себя все мировое разнообразие местных и селекционных сортов, наиболее комплексно изученная среди мировых коллекций, является и сейчас богатейшим источником селекционно - ценных признаков для российских и зарубежных селекционеров (Лоскутов, 2009). В селекционной практике наиболее часто применяемый метод – межсортовая гибридизация с последующим направленным отбором элитных растений и оценкой их по потомству (Сурин, Ляхова, 1993). Знание исходного материала по комбинационной способности значительно облегчает подбор компонентов для гибридизации и гарантирует получение высокоурожайных гибридов (Родина, 2006). Анализ комбинационной способности (КС) позволяет дать характеристику сортов по общей комбинационной способности (ОКС), которая определяется, в основном, наследственными факторами, обладающими аддитивным эффектом. ОКС выражает среднюю ценность сорта в гибридных комбинациях и измеряется средней величиной отклонения признака у всех гибридов с участием этой родительской формы от общего среднего (Савченко, 1984).

Цель исследований – оценка общей комбинационной способности новых коллекционных образцов голозерного ячменя и выделение перспективных для создания высокоурожайных сортов ячменя, адаптированных к возделыванию в Волго – Вятском регионе.

Материал и методы исследования

В скрещиваниях в качестве родительских форм были привлечены 11 предварительно изученных и выделенных по хозяйственно – ценным признакам коллекционных образцов голозерного ячменя. В качестве тестеров использовали сорта Омский голозерный 1 и Дина. Оценку комбинационной способности проводили на основе испытания родительских форм и гибридов F_1, полученных в системе тестерных скрещиваний (ТС).

Исследования проводили на опытном поле НИИСХ Северо - Востока. Родительские формы и гибриды F_1 оценивались в полевых условиях с площадью питания растений 5х20 см. Повторность четырехкратная. Структурный анализ проводили по следующим параметрам: высота растений, общая и продуктивная кустистость, длина и плотность колоса, количе-

ство колосков и зерен в колосе, масса зерна с колоса и растения. Оценку комбинационной способности генотипов проводили согласно методу [4] с использованием пакета селекционно - ориентированных программ AGROS версия 2.07.

Результаты

Включенные в исследования исходные родительские формы значительно различались по уровню развития элементов структуры урожайности. Высота растений варьировала от 53,5 (к–18079) до 87,0 (619 А) см, продуктивная кустистость от 2,6 (Violette gymialaje) до 6,2 (CBSS06YCA 0019S) колоса на растении. Озерненность колоса у двурядных сортов изменялась от 68,9 до 71,7 зерна в колосе, у многорядных – 53,5…87,0. По количеству зерен в колосе выделились сорта: 619 А – 64,1, 696 С– 59,0 (Швейцария); EBSS08YIS 53108S (Канада) – 56,5. Зерновая продуктивность растений у родительских форм изменялась от 1,8 г (CBSS06YCA 0043S) до 6,0 г (EBSS08YIS 53108S) на одно растение.

Сравнивая средние значения по элементам структуры урожайности, прослеживалось преимущество гибридных форм над родительскими по большинству количественных признаков. Снижение количества колосков и зерен в колосе у гибридов объясняется тем, что при скрещивании двурядных сортов с многорядными, в поколении F_1 проявляется промежуточное наследование с уклонением в сторону худшего родителя - доминируют двурядные формы (табл.).

Среднее значение элементов структуры урожайности образцов

Элементы структуры урожайности	Родительские формы	Гибриды
Высота растений, см	69,6	94,2
Общая кустистость	7,8	11,0
Продуктивная кустистость	3,9	6,6
Длина колоса, см	7,5	7,8
Плотность колоса	12,1	11,6
Количество колосков	42,0	36,6
Количество зерен	33,3	30,2
Масса зерна с колоса, г	1,4	1,5
Масса зерна с растения, г	3,9	5,1

Для выявления генотипических различий между гибридами F_1 и родительскими формами был проведен дисперсионный анализ экспериментальных данных по элементам продуктивности и рассчитаны эффекты общей комбинационной способности (ОКС).

Дисперсионный анализ комбинационной способности по признакам продуктивности позволил выявить достоверность эффектов общей комбинационной способности по плотности колоса и массе зерна с растения. По плотности колоса высокие оценки эффектов ОКС отмечены у сортов из Канады: EBSS08YIS 53108S ($\hat{g}_3$=2.81*), CBSS06YCA 0040S ($\hat{g}_4$=2,76*), CBSS06YCA 0043S ($\hat{g}_5$=2,76*). Эти же сорта имели высокие оценки по признаку «масса зерна с растения»: CBSS06YCA 0043S ($\hat{g}_5$=1,35*), CBSS06YCA 0040S ($\hat{g}_4$=1,28*).

В результате исследований были проанализированы и оценены по комбинационной способности 11 коллекционных образцов голозерного ячменя. Выявлены генетические источники, представляющий практический интерес для использования в селекции голозерных сортов ячменя, адаптированных к условиям Волго-Вятского региона. Наибольшую ценность представляют сорта из Канады CBSS06YCA 0043S и CBSS06YCA 0040S.

Литература

Лоскутов И.Г. Генетические ресурсы овса и ячменя – источник результативной селекции в России // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы / Доклады II Вавиловской межд. конф. Санкт – Петербург, 26 – 30 ноября 2007 г. Спб.: ВИР, 2009. С. 200 – 205.

Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо – Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо–Востока, 2006. 488 с.

Савченко В.К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях. Минск: Наука и техника, 1984. 223 с.

Сурин Н.А., Ляхова Н.Е. Селекция ячменя в Сибири. Новосибирск: СО РАСХН, 1993.-292с.

УДК 543.062; 543.433.4

НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И СТРУКТУРЫ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧАМ СЕЛЕКЦИИ

В.Е. Чернов ,[1] К.А. Жаринов [2], А.А. Апчелимов [3], П.Л. Майоров [3]

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: vechernov@mail.ru , v.chernov@vir.nw.ru

[2] НПО «ЛЮМЭКС», Санкт-Петербург.

[3] ООО «Спектроника», Москва.

Резюме

Изучали возможность применения методов инфракрасной спектроскопии и рентгеновской микротомографии для оценки внутренней структуры, качественного и количественного состава зерна ячменя. Установлена возможность применения ивысокая эффективность использования этих методов для оценки ряда показателей зерна ячменя без его разрушения и с сохранением жизнеспособности.

Ключевые слова: ямень, зерно, инфракрасная спектроскопия, рентгеновская микротомография.

INVESTIGATION QUALITY AND STRUCTURE OF BARLEY SEEDS BY INFRARED SPECTROSCOPY AND X-RAY MICROTOMOGRAPHY, POSSIBILITY FOR BREEDING.

V.T. Chernov[1] , K.A. Jarinov[2], A.A. Apchelimov[3], P.L. Majorov [3]

[1] N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, e-mail: vechernov@mail.ru, v.chernov@vir.nw.ru

[2] LUMEX Ltd., St. Peterburg.

[3]Spektronica Ltd., Moscow.

Summary

The methods near infra red spectroscopy of barley corn and X-ray microtomography of single seed of different *Hordeum* species for structure ,quality and quantity contents was investigated. Was found a possibility and high effectiveness of this methods for using with save viability of the seeds and without it' s destruction.

Key words: barley, seeds, infrared spectroscopy, X-ray microtomography.

Введение

Ячмень как сельскохозяйственная культура, занимая одно из ведущих мест в мировом производстве зерна, нуждается в значительном селекционном улучшении. Однако целый ряд признаков, используемых в селекции, не позволяет интенсифицировать процессы отбора ценных генотипов в виду деструкции селекционного материала в процессе анализа. Особенно это характерно для биохимических показателей и анатомо-морфологических признаков зерна. В настоящее время проблема интенсивной селекции на качество зерна весьма актуальна и требует новых подходов отличных от традиционных. Это связяно, с одной стороны, с проблемами питания значительных групп населения, у которых наблюдаются неадекватные пищевые реакции такие как целиакия. С другой стороны, ячмень является источником незаменимых аминокислот, пищевых волокон и других компонентов улучшающих процессы пищеварения и ценность рационов питания. Основными направлениями развития новых подходов позволяющих повысить эффективность селекционного процесса являются на наш взгляд следующие: поиск новых, в том числе нетрадиционных, источников ценных признаков, в значительной степени изменяющих биохимический состав конечного продукта, поиск и разработка новых методов оценки биохимического состава зерна применительно к селекционной оценке. Достаточно эффективным для изменения характеристик качества зерна ячменя может быть использование дикорастущих видов ячменя как источников новых признаков состава и морфологической структуры зерна. Эфективность отбора полезных генотипов всегда связана со скоростью получения результатов оценки. Наиболее простой и быстрый способ – интуитивная визуальная оценка. Любые другие методы требуют затрат времени и материальных расходных ресурсов. Все это не позволяет, с одной стороны, провести анализ с минимальными затратами времени, с другой стороны, приводит к уничтожению образца если это биохимический анализ или анализ внутренних анатомических структур зерна, что особенно важно для позернового анализа. Для повышения эффективности селекции признаков, связанных с качеством зерна, необходим поиск и освоение неразрушающих методов контроля анатомо-морфологических показателей и биохимических компонентов зерна. Проблема контроля биохимических показателей зерна без его разрущения при современном развитии техники эксперимента оказалась вполне разрешимой задачей. В биологических исследованиях в настоящее время довольно широко используются методы, основанные на взаимодействии инфракрасного излучения с веществом. В медиццинских и биологических исследованиях нашли методы дистанционного измерения температурных полей с использованием тепловизоров (Stier, Filiault, 2003), инфракрасной фотографии для прижизненой оценки болезней растений.

Одним из важнейших применений инфракрасной техники является спектроскопия в инфракрасной области. Методы инфракрасной спектроскопии в биологических исследованиях дают возможности получения более содержательной информации. Причина этого - в большей ширине диапазона ИК-спектра по сравнению с видимой областью, а так же всвязи с типами взаимодействия ИК излучения с морфологическими и молекулярными структурами объектов, взаимодействиями с химическими связями. Значительный вклад в формирование интегральных ИК спектров вносят водородные связи, формирующие третичную структуру молекул белков и их конформационные изменения. Например, исследование ИК-спектров клейковины в процессе длительного высушивания позволила установить остаточное содержание воды в клейковине 2,5- 5% в зависимости от сорта (Панченко, 1987). Разработка и промышленное производство ИК спектрометров нового поколения, работающих в ближней инфракрасной области, позволили реализовать современный инструментальный метод оценки биохимических показателей зерна без его разрушения, обязательного при традиционных химических методах анализа. Метод основан на сочетании новых инструментальных решений в спектроскопии ближней ИК области и статистических методов сравнения многофакторных зависимостей (Панков и др., 2006). Современные анализаторы работающие в ближней инфракрасной области спектра (БИК анализаторы), при одной загрузке кюветы зерном позволяют установить содержание ряда компонентов или свойств исследуемого образца,

определение которых предусмотрено предварительной градуировкой прибора (Крищенко, 1999). Градуировка состоит в нахождении математического выражения зависимостей между спектральными характеристиками и определяемыми величинами. В БИК спектроскопии используемые количественные связи представляются в матричной форме и называются градуировочными моделями (Лузанов, Жаринов, 2006). Наряду с техническими характеристиками прибора, позволяющими получать необходимую информацию об образце без его разрушения и сохранения жизнеспособности, для применения в селекции необходимо оценить соответствие образца использованного для снятия спектральных характеристик всему остальному массиву этого образца зерна.

Материалы и методы

Для исследования возможностей БИК анализаторов проводили оценку родительских форм и гибридного материала ярового ячменя. В нашей работе в качестве измерительного прибора был использован БИК – анализатор Инфралюм ФТ-10 производства ЛЮМЭКС, ширина кюветы во всех экспериментах составляла 27 мм., при этом объем зерна пленчатого ячменя необходимый для полной загрузки кюветы составлял 30 $см^3$, что соответствовало числу 450- 500 зерен в зависимости от сорта. Все образцы, используемые в экспериментах, получены из коллекции ВНИИ Растениеводства им. Н.И.Вавилова. Растения ячменя и межсортовых ячменных гибридов культивировали от семени до семени в условиях экспериментального поля ВИР в г. Пушкине. Сбор зерна с каждой делянки осуществлялся в две фракции: общий сбор с делянки и отбор зерна главного колоса. На БИК анализаторе ФТ-10 снимали спектры пропускания зерна и далее определяли биохимические показатели с использованием програмного обеспечения SpectralumPro.

Результаты

Результатом анализа было получение показателей влажности зерна, содержание общего белка, целлюлозы, липидов, золы, общего фосфора, общего кальция в процентном отношении к массе пробы. Содержание этих компонентов в зерне нескольких сортов ячменя представлено в таблице 1. Результаты, представленные в таблице показывают, что наибоьшая изменчивость среди изученных образцов наблюдается по содержанию белка, наибольшая стабильность показателей наблюдается у показателей липидов и общей золы.

Таблица 1. Показатели качества образцов зерна ярового ячменя *H. vulgare* на основе ИК спектров

Образец	Содержание в %					
	H_2O	Белок	Липиды	Клетчатка	Зола	Кальций
Roland	12,03	10,63	2,02	4,53	2,93	0,925
Bonus	11,42	10,48	2,17	4,56	3,32	1,039
Betzes	11,05	12,15	1,86	4,44	2,75	0,749
Riso-1085	11,98	13,27	2,17	4,92	4,26	1,473
Ранний 1	12,24	21,16	2,34	4,68	3,33	0,879
Prior	11,66	15,03	1,74	4,48	2,99	0,817
Glenn	10,15	10,47	1,65	3,82	2,28	0,830
Sampos	9,98	11,21	1,74	3,71	2,24	0,710
Robin	10,64	11,48	1,45	6,77	2,76	0,691
Gull	12,05	11,51	2,02	4,88	2,91	0,849
Криничный	9,93	10,87	1,86	3,55	2,17	0,900

По содержанию белка выделяется сорт Ранний-1 относительно стандарта, сорта Криничный - относительно всех исследованных образцов этой группы. В Таблице 2 приведены результаты показателей качества зерна у сортов ячменя и гибридного потомства (F2) комбинаций скрещиваний Sampos x ДГ90; ДГ90 x Glenn ; Glenn x Sampos, у родительских образцов, а также у сорта стандарта - Криничный . На основании анализа этих показателей установлено , что и в этой группе образцов наибольшая изменчивость наблюдалась в содержании белка и клетчатки. Не обнаружено достоверных различий между образцами по содержанию сырой золы и зольных элементов фосфора и калия. Максимальное содержание белка в зерне у этой группы образцов не превышало 12% , изменчивость содержания белка не превышала 2,5%.

Таблица 2. Анализ показателей качества образцов зерна ячменя и их гибридов

Генотип	Содержание в %					
	H_2O	Белок	Липиды	Клетчатка	Зола	Фосфор
ДГ-90	10,01	11,42	1,75	3,75	2,17	0,41
Glenn	10,15	10,47	1,65	3,82	2,28	0,46
Sampos	9,98	11,21	1,74	3,71	2,24	0,43
Sampos x ДГ90	10,13	11,95	1,64	4,41	2,27	0,42
ДГ90 x Glenn	10,54	10,35	1,60	3,93	2,185	0,44
Glenn x Sampos	10,21	10,18	1,75	3,71	1,19	0,43
Криничный	9,93	10,87	1,86	3,55	2,17	0,40

Среди образцов ячменя с невысокой изменчивостью содержания белка можно выбрать образцы с наиболее эффективным соотношением белок/клетчатка. Сравнительный анализ показателей биохимического состава зерна дает предпосылки для использования БИК анализаторов в селекционной практике. Основным преимуществом при этом является неразрушающий принцип анализа образцов, сохраняющий жизнеспособность зерна после анализа. Основной проблемой остается рабочий объем кюветы превышающий в несколько раз объем зерна с колоса. Задача позернового анализа на этом приборе пока не решена, хотя есть работы показывающие возможность позернового анализа образцов в ближней ИК области применительно к QTL анализу содержания белка в исследуемых семенах (Tajuddin, Watanabe et al, 2002).

Другим эффективным, на наш взгляд, неразрушающим методом позернового анализа семян является метод рентгеновской микротомографии. Метод рентгенографии семян известен давно, однако только создание рентгеновских микротомографов сопряженных с компьютерным программным обеспечением позволила эффективно использовать этот метод в исследованиях таких биологических объектов как отдельные структуры растений. В настоящее время с использованием метода компьютерной рентгеновской микротомографии проведены исследования корневой системы культурного ячменя и дикорастущего подвида *H. spontaneum* (Hargreaves, Gregory, 2009), изучался транспорт мышьяка из флагового листа в зерновку риса (Carey, Norton, 2011), изучена структура зерна дикорастущего риса в сравнении с сортами риса с высоким содержанием амилозы (Zhu, Dogan, 2012). В нашем исследовании мы попытались оценить возможность получения трехмерных компьютерных микротомограмм зерновок культурного и дикорастущих ячменей и получения информации о количественных характеристиках внутренних структур отдельных зерновок. Измерения и компьютерные микротомограммы снимали на рентгеновском микротомографе SkyScan 1174, позволяющем изучать внутреннюю пространственную микроструктуру и получать объемное изображение в градациях серого и с цветным контрастированием, зависящим от интенсивности поглощения рентгеновского излучения структурами исследуемого объекта. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Морфометрический анализ структурных элементов зерновок ячменя

Образец	Алейроновый слой		Алейроновый слой + эндосперм		
	Объем, мм^3	Площадь, мм^2	Объем, мм^3	Площадь,мм^2	объем пор, мм^3
H.vulgare Roland	3,48292	111,63066	36,0949	132,33494	0,53829
H.vulgare K-254211	2,20298	88,08174	23,2528	55,43402	0,00166
H.spontaneum W-670	3,20588	109,18927	29,48105	107,0742	0,07277
H.bulbosum Брест-1 4x	0,99835	40,10046	7,56118	34,93884	0,00266

Полученные результаты морфометрических измерений показывают неоднородность показателей внутренней структуры зерновок разных сортов и видов ячменя. Наблюдаемый объем алейронового слоя показывает его более интенсивное развитие в зерновках культурного ячменя и его дикорастущего подвида *H. spontaneum* Aberg. Алейроновый слой дикого вида *H. bulbosum* L. В 2,848 раза меньше по объему, чем среднее значение объема алейронового слоя двух исследованных образцов зерна культурного ячменя. При этом объем эндосперма культурного ячменя больше в среднем в 3,924, чем у дикого *H. bulbosum*. Эти результаты сопоставимы с результатами полученными ранее при анатомическом изучении зерновок дикорастущих ячменей при их диссекции и микроскопии полученных препаратов (Гудкова, 1974). Другой информативный показатель – это объем пор в объеме эндосперма и зародыша зерновки ячменя. Этот показатель является показателем интенсивности старения зерна, а локализация и объем пор может быть причиной снижения всхожести зерна. Однако для получения более корректных результатов по этому параметру необходимы дополнительные исследования.

Заключение

Таким образом, в результате экспериментов получены результаты подтверждающие возможность применения методов инфракрасной спектроскопии в ближней инфракрасной области спектра и рентгеновской микротомографии для оценки биохимического состава зерна и его анатомической структуры без его разрушения и с сохранением его жизнеспособности, что может найти применение в селекционной практике.

Литература

Stier J.C., Filiault D.L., Wisniewski M., PaltaJ.P. Visualization of frizzing progression in turf grass using infrared video thermography. Crop Science. 2003. V. 43. P.415-420.

Панченко О.К. Изучение водородных связей и структурных переходов в клейковинных белках ИК-спектроскопией. В кн: Регуляторные механизмы физиологических процессов у растений. Киев: Наукова думка.1985. С 23-26

Панков С.А. Борзенко А.Г. Использование ближней инфракрасной спектроскопии для анализа зерна пшеницы. Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2006. Т.47. №3. С.174-176.

Крищенко В.П. Ближняя инфракрасная спектроскопия. М.1997. Интерагротех. С.13.

Лузанов П.А. Жаринов К.А. Создание градуировочной модели устойчивой к конструктивным изменениям инфракрасного анализатора. Научное приборостроение. 2006. Т.16. №4. С.80-84.

Tajuttdin T. , Watanabe S. Masuda R. et all . Application of near infrared transmittance spectroscopy to the estimation of protein and lipid contents in single seeds of soybean recombinant inbred lines for quantitative trait loci analysis. J.Infrared Spectroscopy. 2002. V.10. P.315-325.

Hargreaves C.E.; Gregory P.J A.G.Bengough Measuring root traits in barley seedlings using gel chambers, soil sac sand X-ray microtomography. Plant and Soil. 2009. V 316 p.285-297.

Carey A.M. Norton G.J. et all. Phloem transport of arsenic species from flag leaf to grain during grain filling. New Phitologist. 2011. V.192. P.87-98

Zhu L.J. Dogan H. et all. Study of kernel structure of high- amilose and wild type rice by X-ray microtomography and SEM. J. Cereal Science. 2012. V.55. P.1-5

Гудкова Г.Н. Биологические и анатомо морфологические особенности диких видов рода *Hordeum*. Автореферат дис. канд.биол.наук Л., 1974 -27с.

УДК 633.13:631.52

АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОВСА, ВЫРАЩЕННОЙ В ТРЕХ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА

С.И. Абугалиева[1], Г.А. Середа[2], В.А. Чудинов[3], Б.С. Сариев[4], Е.К. Туруспеков[1]

1 – Институт биологии и биотехнологии растений КН МОН РК,
Алматы, Казахстан, e-mail: absaule@yahoo.com
2 – Карагандинский НИИ растениеводства и сельского хозяйства КАИ МСХ РК,
Карагандинская область, Казахстан
3 – Карабалыкская СХОС КАИ МСХ РК,
Костанайская область, Казахстан, e-mail: ch.den@mail.ru
4 – Казахский НИИ земледелия и растениеводства КАИ МСХ РК,
Алматинская область, Казахстан

Резюме

Осуществлен анализ хозяйственно-ценных признаков сортов и линий мировой коллекции овса, выращенных в трех различных регионах Казахстана – в Костанайской (север), Карагандинской (центр) и Алматинской (юго-восток) областях. Образцы изучали по морфометрическим и хозяйственно-ценным признакам: продолжительности вегетационного периода, высоте растений, длине стебля, количеству узлов в стебле, продуктивной кустистости, форме и длине метелки, количеству колосков и зерен в метелке, массе зерна с главной метелки, с растения, массе 1000 зерен и урожайность зерна с 1 м^2. Выявлены сорта и линии, отличающиеся наилучшими по сравнению со стандартом значениями показателей хозяйственно-ценных признаков, которые могут быть использованы в селекции овса с целью создания высокоурожайных, экологически чистых, устойчивых к болезням сортов нового поколения.

Ключевые слова: овес, коллекция, хозяйственно-ценные признаки, генотип, окружающая среда.

AGRONOMIC TRAITS VARIABILITY OF WORLD COLLECTION OF OAT GROWN IN THREE REGIONS OF KAZAKHSTAN

S.I. Abugalieva[1], G.A. Sereda[2], V.A. Chudinov[3], B.S. Sariev[4], Y.K. Turuspekov[1]

1 – Institute of Plant Biology and Biotechnology KS MSE RK,
Almaty, Kazakhstan, e-mail: absaule@yahoo.com
2 – Karaganda Institute of Plant Production and Agriculture, Karaganda region 100435, Kazakhstan
3 – Karabalyk Breeding Station, Kostanai region, Kazakhstan, e-mail: ch.den@mail.ru
4 – Kazakh Research Institute for Farming, Almaty region, Kazakhstan

Summary

World collection of oat was studied for agronomic traits in three different regions of Kazakhstan – Kostanai (Northern), Karaganda (Central), and Almaty (South-Eastern). The samples were studied for the following traits – vegetation time length, plant height, stem length, number of nodes per stem, number of fertile stems, spike length, number of kernels per spike, thousand kernels weight, and grain yield. The accessions with high grain yield components were identified for the improvement of local breeding programs for development of new cultivars with high productivity and resistance to abiotic and biotic stresses.

Key words: oat, collection, agronomic traits, genotype x environment interaction.

Введение

Овес посевной (*Avena sativa* L.) имеет большое народнохозяйственное значение как культура разностороннего использования, важный источник растительного белка, жира и крахмала. Основные направления его использования: кормовое зерновое, пищевое зерновое, кормовое укосное и на выпас. Широкий ареал распространения культуры связан с богатством экотипов овса и их хорошей приспособленностью к условиям среды. Казахстан является основным производителем зерна кормового овса среди республик Средней Азии и Закавказья.

Успехи в создании сортов и гибридов различного направления в большой степени зависят от многообразия исходного генетического материала. В связи с этим значение мировых коллекций растений, в том числе коллекции Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, насчитывающей свыше 13 тысяч образцов овса различного географического происхождения со всех континентов мира, для селекции и сельскохозяйственного производства увеличивается постоянно (Горбатенко Л.Е., 2003; Лоскутов И.Г., 2007, 2009). Ценность любой коллекции как источника исходного материала для практической селекции возрастает с повышением степени ее изученности. Для селекционера важно знать всестороннюю характеристику свойств и особенностей хозяйственно-ценных признаков каждого образца коллекции в конкретных условиях выращивания, применяя современные методы оценки для подбора исходных форм с целью использования их в программах целенаправленной селекции (Баталова Г.А., 2000; Сариев Б.С., Перуанский Ю.В., 2002; Butt S.M. et al., 2008). Продуктивность овса – сложный интегральный показатель, складывающийся из многих признаков, к наиболее важным среди которых относятся продуктивная кустистость, число мутовок, колосков и зерен в метелке, масса зерна с метелки и масса 1000 зерен. Оптимальное сочетание этих признаков в генотипе представляет собой важную селекционно-генетическую задачу, для успешного решения которой необходимо оценить изменчивость перечисленных признаков в зависимости от агроэкологических условий (Сариев Б.С., Перуанский Ю.В., 2002; Альдеров А.А., Магарамов Б.Г., 2008).

Материал и методы

В работе использована мировая и отечественная коллекция овса *A. sativa* L. из ВИР им Н.И. Вавилова (Россия) и КазНИИЗиР (Казахстан), состоящая из 225 сортов и линий. Коллекция включает в себя около 200 образцов овса из различных регионов мира – России, Украины, Киргизии, Канады, США, Мексики, Чили, Стран Восточной и Западной Европы, Азии и др. Среди анализированных образцов - 15 сортов овса, допущенных к использованию в Республике Казахстан (Государственный реестр селекционных достижений, 2012), в том числе 9 сортов казахстанской селекции – Аламан, Арман, Байге, Битик, Жорға, Кулагер, Никола, Казахстанский 70 (совместный с Россией), Сарыагаш, а также 6 сортов российского происхождения – Иртыш-15, Льговский 82, Мирный, Памяти Богачкова, Пегас, Скакун, украинский сорт Синельниковский 14. Кроме того, проанализировано 17 перспективных сортов и линий овса Казахстана.

Полевые опыты по экологическому испытанию коллекции овса были осуществлены в трехкратной рендомизированной повторности на экспериментальных опытных участках Ка-

рабалыкской сельскохозяйственной опытной станции (Костанайская область), Карагандинского НИИ растениеводства и селекции (Карагандинская область), КазНИИ земледелия и растениеводства (Алматинская область) по методике Доспехова (1985 г.) и ГКСИСК РК (2002 г.). Изучение элементов продуктивности сортообразцов овса, фенологические наблюдения по фазам развития проведены по методике ВИР.

Погодно-климатические условия

КазНИИЗиР: Полевые опыты были заложены на поливном стационаре отдела селекции зернофуражных культур в предгорной зоне Алматинской области. Почвы - светло-каштановые, суглинистые. Содержание гумуса в пахотном слое достигает 1,9-2,0%. Климат зоны, в основном, характеризуется мягкой зимой, прохладной влажной весной, жарким летом, теплой осенью. Одним из основных лимитирующих факторов метеоусловий зоны, влияющих на уровень продуктивности овса является количество атмосферных осадков и температура воздуха за период вегетации растений (рис.1а).

Карагандинский НИИРС: Погодные условия, сложившиеся в период вегетации в Карагандинской области, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Погодные условия за период вегетации (Карагандинская обл. 2012 г.)

Элементы погоды	Годы	Месяцы				За период вегетации	За с/х год
		май	июнь	июль	август		
Атмосферные осадки, мм	2011	24,2	55,0	47,6	63,0	189,8	352,9
	2012	36,3	47,0	59,1	28,4	170,8	297,2
	Средне-многолетние	41,5	32,5	43,6	23,6	141,2	296,0
Температура воздуха, °С	2011	13,2	18,8	19,7	16,4	17,0	
	2012	13,7	19,6	21,4	19,3	18,5	
	Средне-многолетние	12,9	18,8	20,2	18,1	17,5	
Относительная влажность воздуха,%	2011	52	62	59	65	59	
	2012	55	57	59	56	57	
	Средне-многолетние	35	38	41	34	37	

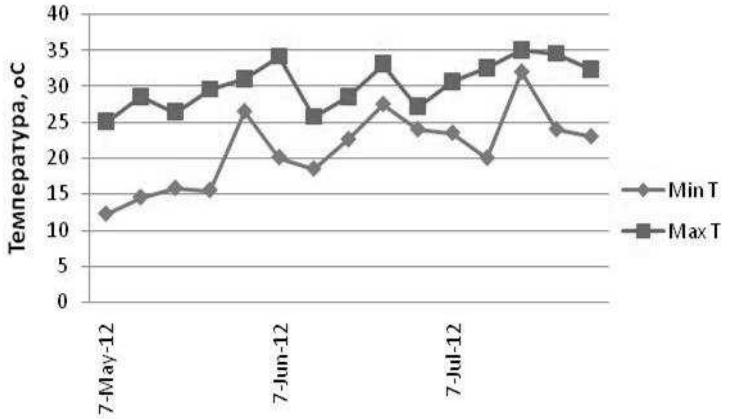


Рис. 1 а – Алмалыбак, 2012

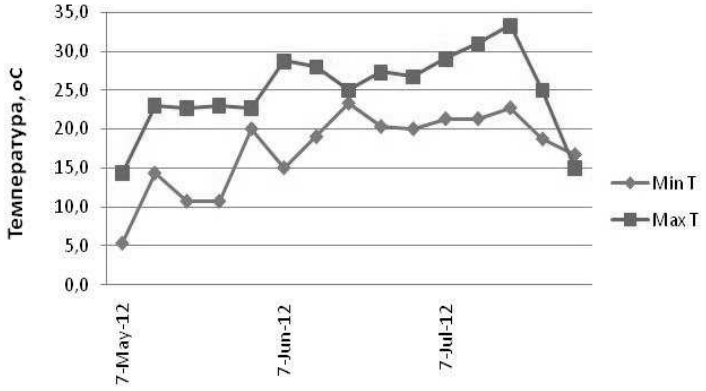


Рис. 1 б – Караганда, 2012

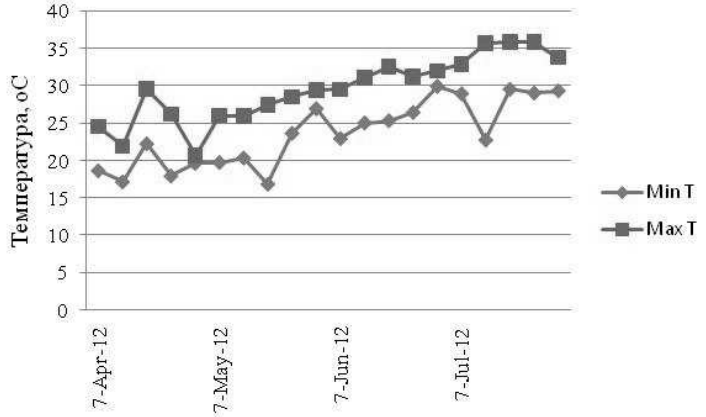


Рис. 1 в – Карабалык, 2012

Рис. 1 а,б,в. – Показатели температуры в период вегетации (до цветения) в различных регионах Казахстана

За сельскохозяйственный 2011-2012 гг. выпало 297,2 мм осадков, что соответствовало среднемноголетним показателям, из них 170,8 мм пришлось на вегетационный период (57,2%). В мае выпало осадков ниже нормы на 5,2 мм, самое низкое их количество пришлось на 3 декаду (1мм). Температурный режим в мае также был выше нормы, особенно в 3 декаде, когда температура воздуха поднималась до 30,^{0}С. Повышенное количество осадков выпало в июне и июле, при этом температурный режим сложился также выше нормы, особенно в июле (рис. 1 б). В августе количество осадков выпало выше нормы на 4,8 мм, однако в первой декаде они отсутствовали, что, безусловно, сказалось на наливе зерна.

Карабалыкская СХОС: Метеорологические условия вегетации растений в зоне расположения Карабалыкской СХОС в 2012 году характеризовались как острозасушливые. Превышение среднемесячных температур периода вегетации растений ярового ячменя в отчетном 2012 году над среднемноголетними составило, в мае +3,0°С; июне +4,5°С; июле +4,1°С; августе +3,9°С (рис. 1в; рис. 2).

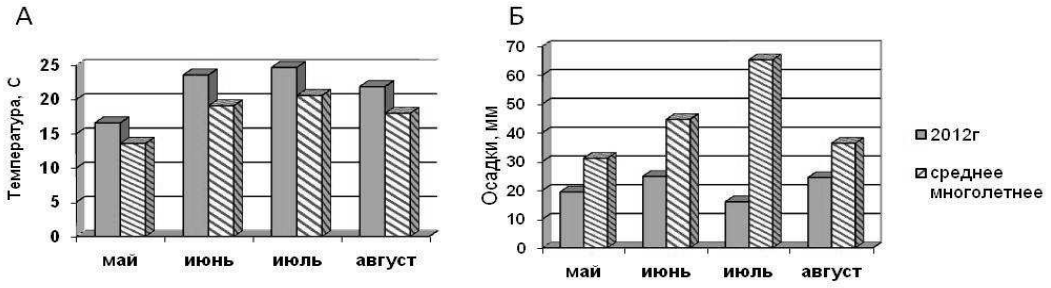


Рис. 2. Динамика распределения среднемесячных температур (А) и осадков (Б) за вегетационный период в Карабалыкской СХОС в 2012 году

Распределение осадков по сравнению со среднемноголетними сложилось следующим образом: в мае - на 11,7 мм меньше среднемноголетних, в июне - на 19,8 мм; июль на 49,3 мм; в августе – на 11,9 мм, соответственно. Общий недобор осадков за вегетацию составил 92,7 мм по сравнению со среднемноголетними. За весь период вегетации выпало 34,1 мм осадков, при сумме активных температур 1644,9°С, гидротермический коэффициент равен 0,2, что характеризует вегетационный период как острозасушливый.

Результаты и обсуждение

Коллекция овса *A. sativa*, состоящая из 225 сортов и линий, выращенных в 3 рендомизированных повторностях на опытных участках в условиях Северного (Карабалыкская СХОС, Костанайской области), Центрального (Карагандинский НИИРСХ), и Юго-Восточного Казахстана (КазНИИЗиР, Алматинской области) в 2011-2012 гг., проанализирована по комплексу хозяйственно-ценных признаков: длине вегетационного периода, высоте растений, длине стебля, количеству узлов в стебле, продуктивной кустистости, форме и длине метелки, количеству колосков и зерен в метелке, массе зерна с главной метелки, с растения, массе 1000 зерен и урожайности зерна с 1 м^2. Выявлено разнообразие образцов мировой коллекции овса, выращенных в трех различных регионах Казахстана. По форме метелки выявлены образцы овса как с раскидистой, так и с сжатой формой метелки. В табл. 2. приведены сравнительные показатели урожайности коллекции овса, выращенной в 3 регионах Казахстана, представлены средние значения и стандартные отклонения.

Таблица 2. Сравнительные характеристики хозяйственно-ценных показателей коллекции овса, выращенной в 3 регионах Казахстана

Показатели	Алматинская область		Костанайская область		Карагандинская область	
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
Длина вегетационного периода, дни	96,0±2,2	92,5±9,6	71,6±2,1	67,0±8,2	83,0±4,0	80,9±9,2
Высота растений, см	110,5±6,4	82,8±8,8	115,2±10,9	63,3±5,1	93,9±10,5	65,2±8,9
Длина метелки, см	24,1±1,7	21,4±2,7	18,7±2,2	17,8±3,3	20,3±2,8	16,4±4,9
Продуктивная кустистость, шт.	*	1,3±0,3	1,6±0,4	1,0±0,1	2,8±0,8	1,6±0,7
Кол-во зерен в метелке, шт.	89,2±13,3	102,0±10,1	*	20,2±4,5	46,2±13,7	44,7±9,4
Масса 1000 зерен, г	32,1±3,5	29,1±3,3	31,1±3,2	23,0±3,5	34,5±5,2	30,8±3,1
Урожайность зерна на 1 м^2, г	1065,9±53,8	662,5±92,8	999,5±107,3	109,2±2,0	278,7±45	136,07±24,4

Варьирование продолжительности вегетационного периода образцов овса в Костанайской области в 2011 г. составило от 65 до 77 суток, в 2012 г. - от 63 до 74 суток, со средними значениями 71,6 и 67,0, соответственно (табл. 2.). Распределение линий овса по продолжительности вегетационного периода показало набор образцов, стабильно проявляющих скороспелость (3 образца), среднеспелость (97 образцов), позднеспелость (9 образцов). В связи с острозасушливыми условиями вегетации овса созревание растений в 2012 г. наступило на 10-15 суток раньше среднемноголетних данных. В условиях Алматинской области длина вегетационного периода образцов овса в 2011 г. варьировала от 88 до 109 дней, в 2012 г. – от 88 до 98 дней. К

группе с вегетационным периодом 88-91 дней отнесено 75 сортообразцов, 92-94 дня – 98, и 95-98 дней – 52 сортообразца.

Биометрические показатели растений находятся в прямой зависимости от погодных условий вегетации. В острозасушливых условиях 2012 года произошло снижение показателей высоты растений. Изучение коллекции позволило выявить группу образцов с наиболее стабильной высокой урожайностью. В результате полевых экспериментов нами установлено, что уровень урожайности овса в Юго-Восточном регионе в 6 раз превосходил урожайность овса в Северном регионе Казахстана, что, по-видимому, связано с засушливым сезоном 2012 года в Костанайской области (табл. 2).

В 2011 году обнаружена положительная корреляция урожайности зерна с показателями продуктивной кустистости ($r=0,58$, $P<0,00001$) и длиной метелки ($r=0,39$, $P<0,0001$) в Костанайской области и между урожайностью с растения и высотой растений ($r=0,3$, $P<0,00001$) и количеством зерна в метелки в Карагандинской области. Озерненность метелки играет главную роль в формировании продуктивности, что в конечном итоге определяет уровень урожайности сорта в целом.

В 2012 году в условиях Юго-Восточного Казахстана показатель урожайности позитивно коррелировал как с числом зерен на растение ($r=0,5$), так и массой 1000 зерен ($r=0,3$), а также с продуктивной кустистостью ($r=0,48$, $P<0,00001$), тогда как в условиях Северного Казахстана выявлена достоверная связь урожайности с массой 1000 зерен ($r=0,37$, $P<0,00001$) и . количеством зерен в метелке ($r=0,25$, $P<0,005$)

Выделены лучшие сортообразцы из коллекции различных стран мира, в качестве источников и доноров хозяйственно-ценных признаков и биологических свойств, которые будут вовлечены в селекционные программы Казахстана.

Заключение

Коллекция отечественных и зарубежных образцов овса была изучена по комплексу хозяйственно-ценных признаков в трех различных регионах Казахстана. Выявлены сорта и линии, отличающиеся наилучшими по сравнению со стандартом значениями показателей хозяйственно-ценных признаков, которые могут быть использованы в селекции овса. Исследования мировой коллекции овса в различных экологических условиях актуальны ввиду необходимости в разносторонне изученном исходном материале для вовлечении его в селекционные программы с целью создания высокоурожайных, экологически чистых, устойчивых к болезням сортов нового поколения.

Полученные результаты будут использованы в сравнительном анализе с полевыми данными по всей коллекции в последующих репродукциях 2013 года, для выявления корреляционных связей компонентов урожайности и микросателлитных ДНК-маркеров, а также взаимодействий генотип-среда.

Работа выполнена в рамках проекта «Генетическое разнообразие и вариабильность хозяйственно-ценных признаков сортов и линий отечественной и мировой коллекции овса *Avena sativa* L.» (№ Госрегистрации: 0112РК00210) грантового финансирования по линии Министерства образования и науки Республики Казахстан. Авторы выражают благодарность ВИР им Н.И. Вавилова за предоставленный материал овса.

Литература

Лоскутов И.Г. Генетические ресурсы овса и ячменя – источник результативной селекции в России // Доклады международной Вавиловской конференции. 2009. ГНЦ РФ ВИР. С. 200-2005.

Лоскутов И.Г. Овес (Avena L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность // СПб: ГНЦ РФ ВИР. 2007. 336 с.

Горбатенко Л.Е. Роль мирового генофонда растений в решении проблемы продовольственной безопасности России // Научно-информационный бюллетень ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. 2003. № 242. С. 3-9.

Butt S.M., Tahir-Nadeem M., Khan M.K., Shabir R., Butt M.S. Oat: unique among the cereals // European Journal of Nutrition. 2008. Vol.47(2). P.68-79.

Баталова Г.А. Овес: Технология возделывания и селекции. – Киров. 2000. 205 с.

Сариев Б.С., Перуанский Ю.В. Особенности селекции ярового ячменя для неполивных земель Казахстана // Теоретические и прикладные аспекты селекции ячменя в Казахстане. Алматы, Бастау, 2002. – 105с.

Альдеров А.А., Магарамов Б.Г. Изменчивость основных элементов продуктивности у культурных видов овса *Avena sativa* L. и *A.byzantina* C. Koch разного эколого-географического происхождения в условиях Дагестана // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 5. С. 48-52.

Burrows V.D., Molnar S.J., Tinker N.A., Marder T., Butler G., Lybaert A. Groat yield of naked and covered oat // Canadian Journal of Plant Science. 2001. V. 81, N 4. P. 727-729.

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан. Алматы, 2012. 114 с.

УДК 633.16

ОБЩАЯ АДАПТАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ЯЧМЕНЯ

Т. Л. Тажибаева[1], А. И. Абугалиева[2]

[1]Казахский национальный университет им.аль-Фараби,
г.Алматы, Казахстан, e-mail: Tamara.Tazhibayeva@kaznu.kz

[2]Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства,
Алматинская обл., п.Алмалыбак, e-mail: kizabugalieva@rambler.ru

Резюме

Ячмень - одна из древнейших, пластичных и устойчивых к стрессовым факторам культур многоцелевого использования: продовольственного, кормового и пивоваренного направления.

Ключевые слова: ячмень, адаптационная способность, селекция.

GENERAL ADAPTIVITY OF BARLEY

T. L. Tazhibaeva[1], A. I. Abugalieva[2]

1Kazakh National University named after al-Farabi,
Almaty, Kazakhstan, e-mail: Tamara.Tazhibayeva@kaznu.kz

2Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing,
Almalybak, Kazakhstan, e-mail: kizabugalieva@rambler.ru

Summary

Barley is one of the oldest, ecological plastic and resistant to stress factors multi-use crop: for feed, food and malt.

Key words: barley, adaptability, breeding.

В Казахстане возделывается более 25 сортов ячменя различного происхождения, свыше 750 сортов прошли через систему Государственного испытания (Госреестр МСХ РК, 2012).

Теоретическая и научно-практическая база селекционных программ по распознаванию устойчивых к изменяющимся условиям внешней среды и высококачественных генотипов сельскохозяйственных культур обоснована А.А.Жученко при изучении адаптационного потенциала культурных растений (2005; 2008). В сельскохозяйственной литературе этот

термин все чаще заменяется общей адаптационной способностью (ОАС), т.е. рассматривается реальная, практическая реализация такого потенциала у растений. Резюмируя мнения различных авторов, отметим существование широкого диапазона амплитуд фенотипической и генотипической адаптивности в обеспечении генотип-средовых взаимоотношений современных сортов-популяций зерновых культур, в том числе ячменя, в изменяющихся условиях среды и по годам выращивания. Способность растений в процессе роста, развития противостоять изменяющимся условиям окружающей среды и формировать полноценное потомство зависит от их адаптивного потенциала, представляющего собой функцию взаимосвязи программ онтогенетической и филогенетической адаптации. Дискретно-системный подход к анализу адаптивного потенциала растений позволяет более реалистично оценивать характер действия факторов внешней среды, выступающих не только в роли «сортировщика» генотипов по признакам онтогенетической адаптации, но и влияющих прямо или косвенно на генотипическую изменчивость популяции. Для сельскохозяйственных зерновых культур чрезвычайно важно, чтобы адаптация к многообразию стрессовых факторов внешней среды сочеталась с получением высоких урожаев качественного зерна.

Изучение ОАС сельскохозяйственных растений, в частности такой актуальной для Казахстана производственной культуры, как ячмень, является концептуальным и стратегически обусловленным направлением в развитии современной аграрной науки. Открываются большие перспективы для проведения работ по: выявлению генотипов, сочетающих устойчивость к внешним воздействиям с высокой урожайностью и качеством зерна различной технологической направленности; обогащению отечественной коллекции гибридными комбинациями с дикорастущими сородичами; поиску физиолого-биохимических и селекционно-генетических показателей его адаптационной способности.

Стратегия биологической адаптации реализуется на разных уровнях развития живой материи и достигается с помощью различных механизмов: генетических, физиологических, биохимических и морфоанатомических (Хочачко, Сомеро, 1977). Интегральный подход к взаимодействию и сочетанию оптимальных критериев работы таких механизмов обеспечивает в конечном итоге наилучшую приспособленность сельскохозяйственных растений к изменяющимся условиям окружающей среды, их высокие и стабильные производственные характеристики – урожайность и качество зерна.

Безусловно, главным хозяйственно-полезным признаком сельскохозяйственных культур является урожайность. При этом, реализация высокой потенциальной продуктивности многих сортов в производственных условиях часто происходит только на 20-30% . Известно, что стабильную по годам урожайность, пластичный сорт в зоне его возделывания формирует не за счет биологической устойчивости к стрессовым факторам, а за счет выносливости (толерантности). По мнению ряда авторов, в селекционной практике основным критерием зимостойкости должна быть степень сохранения урожайности (агрономическая устойчивость), а не выживаемость (биологическая устойчивость) (Животков, 1993; Mesterhazy at al., 1991).

Определенный вклад в понимание ОАС вносят исследования о неспецифических и специфических факторах устойчивости растений (Удовенко, 1979; Гончарова, 2009). При этом, следует согласиться, что общепринятое понятие «устойчивость» обозначает, как правило, отношение растения к какому-либо определенному экстремальному воздействию или комплексу тесно связанных между собой воздействий внешней среды: температура, свет, действие тяжелых металлов, других абиотических и биотических факторов. Подобные работы касаются одного двух отдельных признаков и посвящены поиску физиолого-биохимических критериев засухоустойчивости, зимо- и морозоустойчивости, металлоустойчивости, формированию высоких урожаев зерновых культур, в частности ячменя. Как правило, большинство существующих исследований заканчиваются выделением доноров (генотипов) по одному, двум и т.д. признакам. Отбор таких доноров осуществляется по фенотипическим параметрам, которые подвергаются и давлению среды. Эта же проблема концептуально рассматривается в рамках экологической устойчивости пшеницы, ячменя и других сельскохозяйственных культур при создании сортов конкретных агроэкотипов.

Механизмы адаптивной стабильности оригинальным образом раскрываются в учении Д.М. Гродзинского о функционировании систем «надежности » растений (1983). «Надежность или прочность», термины, заимствованные из технических наук, в биологии означают безотказность функционирования растительного организма в нормальных условиях существования и при отклонениях от нормы. «Надежность » - общее понятие, во многом объясняющее как, посредством каких внутренних систем растения достигают адаптивной стабильности. Системы стабилизации основаны на принципах: избыточности; гетерогенности равнозначных компонентов, а также механизмах гомеостаза и работе репарационных систем растений. Характерно, что такая закономерность регистрируется на различных уровнях организации живого организма – от молекулярного до популяционного, что выдвигает, на наш взгляд, доводы в пользу универсальности представлений о системах «надежности» и их роли в формировании ОАС растений.

С точки зрения синергетической теории каскадный тип ответных реакций растения на действие факторов внешней среды, проявляющихся на разных уровнях структурной организации, в конечном итоге, приводит к формированию единого принципиально целостного феномена – ОАС.

Приоритетность исследований по определению ОАС ячменя в Казахстане обуславливается комплексным характером воздействия лимитирующих факторов внешней среды при его произрастании на обширных территориях, среди которых выделяется действие низких положительных и отрицательных температур при перезимовке озимых форм, влияние высоких положительных температур и засухи, антропогенных воздействий, например солей тяжелых металлов, как для яровых и озимых форм. Это влечет за собой организацию работ по изучению зимо-, морозо- и засухоустойчивости, изучению процессов накопления тяжелых металлов в зерне и его пищевой пригодности, качества и продуктивности ячменя.

Большие перспективы в этом плане открываются при использовании генетического пула дикорастущих видов. Повышенные требования, предъявляемые к создаваемым сортам и значительная генетическая эрозия уже существующих, стимулируют физиологов, генетиков и селекционеров все чаще использовать возможность повышения продуктивности культурного ячменя за счет ценных качеств H. Spontaneum K. (Nevo et al.,1986; Mozeman et al, 1990; Абугалиева, Туруспеков и др., 2008).

Ориентация на максимальную степень выраженности признака, например, только зимо- и морозоустойчивость или засухоустойчивость, влечет за собой, как правило, ухудшение других признаков и заканчивается неудачей в селекции. Анализ работ, посвященных исследуемому вопросу, показал, что они, в большинстве своем, при изучении исходного материала продолжают увеличивать ряды «выдающихся» генотипов-доноров отдельных селекционно-значимых признаков, не учитывая их сортообразующей способности. Эти качества наилучшим образом проявляются в гибридных популяциях, поэтому чрезвычайно ценны работы, проводимые с участием гибридных комбинаций. Важнейшим условием использования в селекционной практике выделившегося по какому-либо критерию образца является отсутствие у него отрицательных признаков, тесно связанных с передаваемым свойством, а также целесообразность сопоставления в системе других хозяйственно-ценных признаков и выявления наиболее ценных сочетаний определенных критериев-показателей. Такое сочетание признаков в системе живого организма В.А. Драгавцев называл генетико-физиологической системой (2005).

Вызывает заслуженный интерес классификация сельскохозяйственных культур по международной системе UPOV. Она создает возможности для распознавания генотипов по морфологическим и молекулярным маркерам и позволяет выявить отличительные особенности, а также однородность и стабильность сортов ячменя.

Целесообразно при изучении адаптивного потенциала ячменя уделить внимание физиолого-биохимическим показателям метаболизма растений, центральное звено среди которых занимает иминокислота – пролин. Значительный интерес представляет теоретический обзор Вл. В.Кузнецова и Н.И.Шевяковой (1999), посвященный достижениям в области изу-

чения множественной биологической роли стресс-индуцированного пролина в связи с реализацией адаптационного процесса у растений, обсуждению вопросов регуляции его анаболизма и катаболизма. Известные литературные источники свидетельствуют о том, что пролин – это потенциальный резервный материал, который может быть эффективно использован как мощный источник азота и энергии, как возможный физико-химический медиатор в метаболизме покоящихся и переживающих стрессовые воздействия тканях, как защитный осмотический эндогенный агент, хороший криопротектор. Анализ литературных данных и собственные исследования позволили выявить участие пролина в обеспечении физиолого-биохимических механизмов общей адаптационной способности ячменя, которые представлены на рис. 1 (Тажибаева, 2010).



Рис.1 Роль пролина в обеспечении общей адаптационной способности ячменя

Вместе с этим, недостаточно работ по сравнительному содержанию пролина в зерне сельскохозяйственных культур и диких сородичей, использованию его в качестве показателя, характеризующего общий уровень адаптационной способности генотипов, в целом, а также в связи с производственными и качественными характеристиками зерна, наследуемостью при гибридизации и т.д.

Все вышесказанное определяет необходимость комплексного изучения растений по донорным признакам, в том числе такого интегрального, как ОАС генотипов ячменя, обладающих максимальным соотношением хозяйственно-полезных признаков и свойств.

Такая работа проводилась в рамках научно-технического проекта «Физиолого-генетические критерии общей адаптационной способности ячменя диких, культурных и гибридных форм» по программе фундаментальных исследований МОН РК.

Общая схема проводимых исследований по поиску критериев ОАС ячменя представлена на рис. 2.

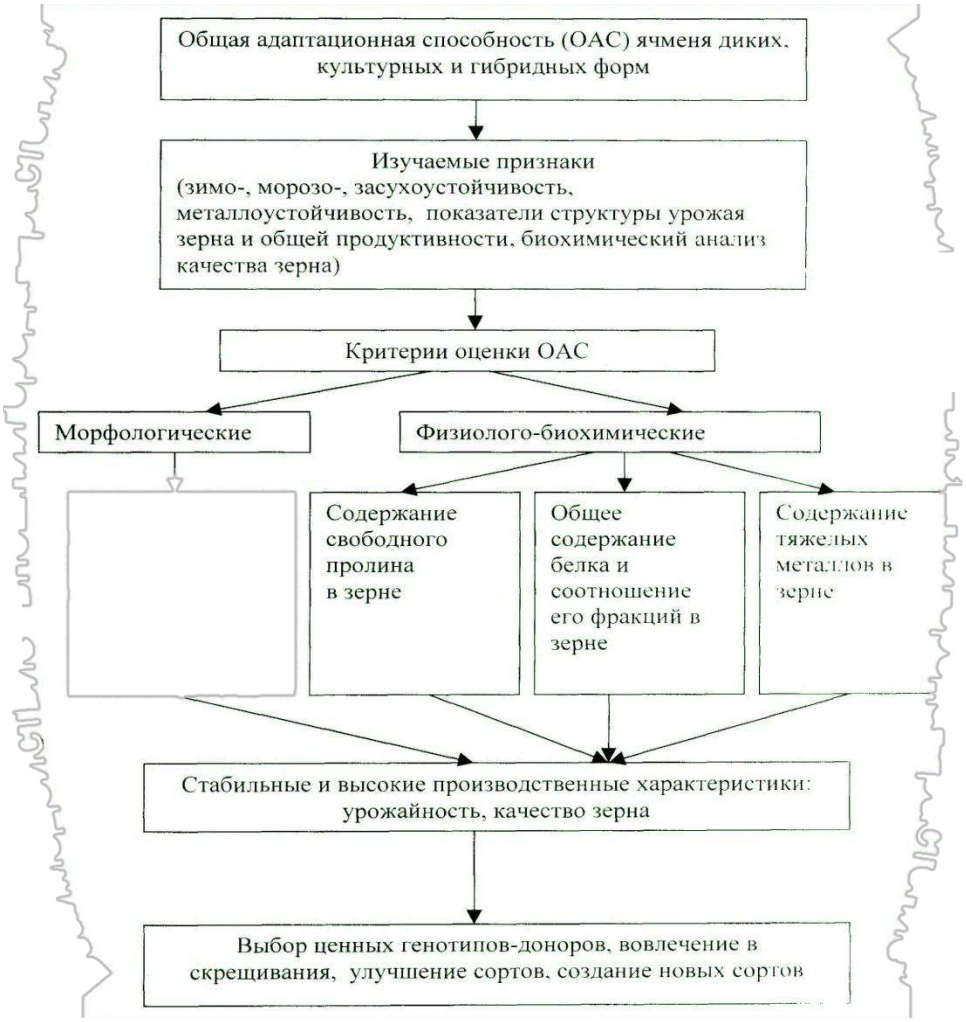


Рис.2 - Поиск критериев общей адаптационной способности (ОАС) ячменя

Получение устойчивых к экстремальным факторам внешней среды и высококачественных генотипов зерновых культур довольно трудная для селекционера задача. Решение ее позволило бы навсегда «засыпать глубокую пропасть», существующую между генетикой и селекцией, о которой образно высказывался Н.И.Вавилов еще в 1935г. Его знаменитый принцип «генотип доминирует над средой» справедлив для сельскохозяйственных культур, имеющих высокий уровень проявления адаптивного потенциала в реальных, практических условиях существования.

Проводимые работы актуальны, как для выяснения фундаментальных механизмов физиолого-генетической адаптации и сортообразующей способности различных источников и доноров дикого и культурного ячменя, так и с точки зрения мониторинга качества зерна и пищевой безопасности.

УДК 633.16; 633.13

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИЙ ЯЧМЕНЯ И ОВСА В БЕЛАРУСИ.

И.С. Матыс[1], И. Г. Лоскутов[2]
[1]РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию»,
Республика Беларусь, г. Жодино, e-mail: belgenbank@mail.ru
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова
Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: i.loskutov@vir.nw.ru

Резюме

В статье освещены результаты комплексной работы по изучению коллекционных образцов ярового ячменя и овса, выделены источники по ряду признакам – устойчивость к полеганию, болезням, которые интенсивно использованы в селекции по созданию новых сортов, адаптивных к условиям Беларуси. Показаны основные направления, по которым ведется селекция ячменя и овса в Беларуси.

Ключевые слова: ячмень, овес, коллекции, источники, селекционный процесс

STUDY OF BARLEY AND OAT COLLECTIONS IN BELARUS

I.S. Matys[1], I. G. Loskutov[2]
[1]RUE “Research and Practical Centre ofNAS of Belarus for Arable Farming”,
Belarus, Zhodino, e-mail: belgenbank@mail.ru
[2]N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS,
St. Petersburg, Russia e-mail: i.loskutov@vir.nw.ru

Резюме

The results of the complex work on the study of spring barley and oat collection samples are presented in the article; the sources which are intensively used in breeding for the development of new varieties adapted to the conditions of Belarus have been isolated by a set of features (resistance to lodging, diseases). The main directions of barley and oat breeding in Belarus are shown.

Key words: barley, oat, collections, sources, breeding process.

Введение

Перед сельским хозяйством Беларуси ежегодно ставятся задачи по наращиванию производства зерна. Валовой сбор зерна в 2013 году намечено довести до 10,9 млн. т. В соответствии с этим одна из основных задач белорусских селекционеров является создание сортов, обладающих высоким потенциалом продуктивности, короткостебельных, с широкой экологической пластичностью, устойчивых к полеганию для возделывания по интенсивным технологиям. Однако успех селекции сельскохозяйственных культур во многом определяется также наличием разнообразного, тщательно отобранного исходного материала и степенью его изученности (С.И. Грыб, 1996). Основным источником такого материала для селекционеров Беларуси являются коллекции генетических ресурсов растений Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», которые включены в государственный реестр научных объектов и составляют национальное достояние. Научно-практический центр является ведущим научным учреждением в области растениеводства, возглавляет работу по созданию новых сортов и гибридов зерновых, зернобобовых, крупяных, технических культур, а также возглавляет работу в области изучения и сохранения генетических ресурсов растений в Республике Беларусь.

Интенсивная и целенаправленная работа по изучению генетических ресурсов зерновых культур в Беларуси началась под руководством профессора ВИРа А. Я. Трофимовской в 70-х годах 20 века. В течение 20 лет, с 1972 по 1992 гг., на опорном пункте ВИРа по ячменю и овсу в Белорусском НИИ земледелия были изучены, описаны и использованы в селекционном процессе тысячи образцов, переданные из ВИРа. В бывшем СССР генофонд культурных растений был сконцентрирован в ВИРе имени Н.И. Вавилова, свободный доступ к которому имели все заинтересованные представители республик Союза. После распада СССР генофонд, по существу, стал объектом национализации в суверенных странах бывшего Союза и его создание, хранение и использование – актуальная проблема в настоящее время как на пост советском пространстве, так и в мире.

К моменту распада СССР дублетная коллекция, поддерживаемая в Жодино группой сотрудников ВИРа под руководством Н.С.Ивановой, насчитывала 33 425 образцов, в том числе: ячменя – 14 600, овса – 12 800 и т.д. За годы работы опорного пункта белорусским селекционерам было передано пятьдесят тысяч образцов, на их основе создано 49 сортов зерновых культур. В 1992 г. филиал был закрыт, но спустя годы в 2009 году возобновил свою работу, согласно заключенному договору о научно-техническом сотрудничестве с Всероссийским институтом растениеводства им. Н.И. Вавилова. За последние годы из коллекции ВИРа, в которой сосредоточено мировое ботаническое разнообразие по ячменю и овсу и составляет более 33 тыс. образцов (Мальцев, 1930; Бахтеев, 1953; Knupffer et al., 2003), передано для изучения 52 образца ячменя и 142 овса. Проведена комплексная полевая оценка коллекционного материала в почвенно-климатических условиях Беларуси и выделены ценные источники ячменя и овса для использования и решения актуальных проблем селекции.

Результаты исследований

Исследования проводились в 2010-20012 гг., материалом исследований являются образцы ярового ячменя и овса различного эколого-георафического происхождения из мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова. В качестве стандартов взяты сорта ярового ячменя Гонар, Магутны и сорт овса Запавет белорусского происхождения, районированные в Республике Беларусь. Полевой эксперимент проводился в соответствии с методическими указаниями ВИРа. Описание морфологических признаков и биологических свойств изученных образцов проведено в соответствии с Международным классификатором СЭВ рода Hordeum L (1984) и рода Avena L (1977). Основные статистические параметры рассчитывали по стандартным методикам (Б. А. Доспехов, 1985).

Среди зерновых культур ячмень является одной из наиболее изученных, хорошо отселектированных культур. Универсальная культура, как по широте распространения, так и по её использованию, занимает четвертое место в мире по посевным площадям (около млн. га) и сбору зерна. В республике Беларусь в основном возделывают яровой ячмень. В использовании ячменя различают два основных направления: кормо-крупяное и пивоваренное. Большое значение ячмень имеет в пивоваренной промышленности. В последние 2-3 года посевные площади ячменя в республике составляют около 600-650 тыс. га, со средней урожайностью 3,0 т/га. Валовой сбор зерна ячменя составил 2,0-2,5 млн. тонн. Более 50% посевных площадей ячменя засевается семенами пивоваренных сортов.

Изучение коллекционных образцов по скорости развития ячменя может позволить повысить адаптивность сортов, снизить роль неконтролируемых температурно-световых факторов и тем самым добиться получения высоких стабильных урожаев. На основании проведенных в период вегетации наблюдений за два года три сорта ярового ячменя: Kasota (Канада), Кузнецкий и Соболек (Россия) являются скороспелыми.

Установлено, что у сортов Натали, Соболек (Россия) и 13662/8 (Украина) устойчивость к полеганию находилась на уровне 4-5 балла, а у Нутанс 3291 (Кыргызстан) и

Kuburas (Германия) – 8-9 баллов, соответственно. У Adur (Франция) отмечено поникание 4 балла, а у Kasota (Канада) надлом стеблей 4 балла.

Одной из важных задач селекции является создание сортов ячменя устойчивых к болезням. В процессе изучения выделены устойчивые образцы к сетчатой пятнистости - 13662/8, Acuario, Annabel, Botnia, Ca-23007, Filippe, Kasota, Tabora, Viivi, Кузнецкий, Мик-1, Челябинский 95, Натали, Соболек, Магутны. Устойчивость образцов к мучнистой росе была отмечена у сортов Adur, Atem, Brenda Blanit, Datcha (9/ 02-1G), Marnie. Выделены 3 сорта с минимальным поражением мучнистой росой: Marnie (Германия), Adur (Франция) и Brenda (Германия). Сорта 13662/8 (Украина), Acuario (Чили), Annabel (Германия), Botnia (Финляндия), Filippe (Швеция), Kasota (Канада), Tabora (Франция), Натали, Соболек и Кузнецкий (Россия) в условиях 2011-2012гг. не поражались сетчатой пятнистостью.

Выделены коллекционные образцы с наибольшим числом зерен в колосе (28,3 шт.) у двухрядного образца Adur (Франция) и многорядного ячменя Kasota (Канада) (55,6 шт.), в образце Marnie (Германия) (26,2 шт). Самая высокая масса зерна с главного колоса была сформирована у сорта Datcha (9/ 02-1G) (1,40г). У образца Челябинский 95 (Россия) масса 1000 зерен была максимальной и стабильной по годам (57,1 и 56,9 гр.). Высокая и стабильная масса 1000 зерен была получена также у сорта Marnie (Германия) (51,6-51,8).

Максимальная продуктивность была отмечена у сортов Datcha (9/ 02-1G), Колорит (Украина) и Orthega (Германия), а минимальная у Медикум 6322 (Кыргызстан) и Adur (Франция). По урожайности был выявлен только один образец превосходящий стандарт Магутны, это Datcha (9/ 02-1G).

Овес – зерновая культура, по сумме посевных площадей занимает пятое место в мире после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Возделывается овес преимущественно в зонах умеренного климата Европы, Северной Америки и Австралии. В Беларуси в конце 50-х годов посевы овса достигали 600 тыс. га, затем постепенно уменьшались. В настоящее время овес высевается на площади 180-250 тыс. га, урожайность в производстве составляет 25,4-33,5 ц/га, валовые сборы – 550-700 тыс. тонн.

Селекция овса в республике ведется по трем основным направлениям его использования: кормовое зерновое, пищевое зерновое, кормовое укосное. Ряд признаков, по которым проводят отбор, общий для всех направлений: высокая урожайность зерна, низкий процент пленок, двойных и пустых зерен, стойкость к осыпанию зерна и полеганию соломы, устойчивость к болезням. Для кормового зернового направления, кроме указанных признаков, очень важно — высокое содержание белка и жира в зерне; для пищевого направления — крупное, полное, выровненное, легко обрушиваемое зерно с высоким содержанием белка и низким — жира; для кормового укосного направления — высокая урожайность зеленой массы с большим количеством белка в ней, мелкое зерно. В связи с этим современный уровень сложности селекционных задач предъявляет принципиально новые требования к генетической информации о конкретных сортах (линиях), планируемых для гибридизации, т.е. оценка признаков по фенотипу должна сопровождаться их генотипической характеристикой. Поэтому успех любой селекционной программы определяется наличием и хорошей проработкой исходного материала, выявлением источников признаков и свойств. В настоящее время наибольшее внимание при изучении коллекции овса уделяется продуктивности растений, устойчивости к болезням, скороспелости, наличию пленок, опушения зерновки у голозерных форм, содержанию белка и жира, экологической адаптации.

При изучении коллекционных образцов овса выделены образцы, обладающие скороспелостью: Гунтер, Zwarte president, Noire de Michamps , 58.19A-1-3 , Cornish 282. Aintree, Tiflon 916, SALLUST, SALVIUS, Izak, NUMBAT, YUNG 492, созревание на 3-5 суток раньше стандарта. По устойчивости или отсутствием поражения красно-бурой пятнистостью либо минимальным его уровнем характеризовались образцы: Fringante, Rosette, местный к-5546, Argentina, Ombrone, Kynon, Левша, AC Belmont, AC Percy, PI 629069, Uimai, Тэзень-Сытэк, Писаревский, местный к-14995, Quaker 604, OA 338, Florida 657, Местный к-5231, Salomon,

AC Hill. По устойчивости или минимальном поражении корончатой ржавчиной отмечены образцы: местный к-14995, Тэзень-Сытэк, Писаревский, Quaker 604, Miraj, Matra, Maris, Elf, Ketty, 58.19A-1-3, Cornish 282, Pennlo, OA 338, Местный к-5231, AC Hill, 741-H-4-5, Rollo, Argentina, Tiflon 916, Левша, AC Percy, PI 629069. По устойчивости к полеганию выделились образцы: Rosette, Dula, Rollo, Aintree, Blaze, Kynon, Pennline 6571, Ketty, Maris, Elf, Avesta, Adamo,Тэзень-Сытэк, Johanna, гибрид (к-14983), Angelica, OA 338, OA 272, местный к-5231. В качестве источников короткостебельности можно использовать образцы: Rosette, Fongueuse, местный к-14854, Местный k-14953, Blaze, Tiflon 916, Kynon, Izak, Соку, Maris, Elf, Pennline 6571. Среди изученного материала наиболее высокой урожайностью обладали образцы: овса посевного пленчатого - Aintree (75,1% к стандарту), Dula (65,7%), гибрид (к-14983) (166%), Johanna (132%), Adamo (125%), овса посевного голозерного - Izak (111,6%) Sallust (79,3%), Сибирский голозерный (75,0%), Вятский (74,6%).

Выводы

1. На основании проведенной комплексной полевой оценки коллекционного материала в почвенно-климатических условиях Беларуси выделены высокопродуктивные, скороспелые, устойчивые к полеганию и болезням образцы.
2. Выделенные ценные источники ячменя и овса использованы в селекции по созданию новых сортов, адаптивных к условиям Беларуси.

Литература

Грыб С.І. Праблема генафонду раслінных рэсурсаў. //Вес. Нац. навук Беларусі. Сер. Біял. Навук. 1996. №1. С. 56-59.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. М. Из-во: Колос- 1985.-381 с.

Лоскутов И. Г. Овес (*Avena* L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб: ВИР. 2007. 335 с.

Мальцев А. И. Овсюги и овсы. Sectio Euavena Griseb. Приложение № 38 к Трудам по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л. 1930. 522 с.

Международный классификатор СЭВ рода *Avena* L. – Ленинград, 1977. – 34с.

Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum* L. – Ленинград, 1984, СССР.

Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник. Национальный статистический комитет республики Беларусь, Минск, 2011, 284с.

Трофимовская А. Я. Ячмень. (Эволюция, классификация, селекция). Л. «Колос». 1972. 296 с.

Knupffer H., Terentyeva I., Hammer K., Kovaleva O., Sato K. Ecogeographical diversity – a Vavilovian approach. In book: Diversity in barley (Hordeum vulgare). Development in plant genetics and breeding. V. 7. 2003. p. 53-76

УДК 631.53

ЕВРОПЕЙСКИЙ СЕМЕННОЙ РЫНОК ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

С. В Гончаров
ООО «Сингента», Воронеж, Россия; e-mail: sergey.goncharov@syngenta.com

Резюме

Представлен маркетинговый обзор рынков семян и сортов большинства стран Европы. Обсуждаются посевные площади, доли сертифицированных семян, семена для внутрихозяйственного испольования, нормы высева, семеноводческие площади, ставки роялти, объемы лицензионных платежей, рейтинг селекционно-семеноводческих фирм.

Ключевые слова: озимый ячмень, рынок, доля сертифицированных семян, сорта, селекционные программы, роялти.

EUROPEAN SEED MARKET OF WINTER BARLEY

S. V. Goncharov
LLC “Syngenta”, Voronezh, Russia; e-mail: sergey.goncharov@syngenta.com

Marketing research results of seed and varieties markets of European countries are discussed: cultivated areas, certified seed shares, farm saved seeds, seed rates, multiplication areas, royalty rates, potential of royalty market, and seed companies rating.

Key words: winter barley, market, certified seeds share, varieties, breeding programs, royalty.

Важнейший рычаг экономического роста – развитое сельское хозяйство. Нынешнее состояние аграрного производства ведет к опасной зависимости России от импорта продовольствия в условиях меняющейся конъюнктуры цен на основные продовольственные товары, в основном, продукты животноводства. Сама возможность экспорта продовольствия на мировой рынок создает мощный инструмент влияния на мировую экономику и политику, расстановку сил в мире. Вместе с тем, наша страна имеет необходимые ресурсы стать крупнейшим игроком мирового продовольственного рынке. Финансовый потенциал аграрных территорий России выше, чем потенциал ее нефтегазового комплекса. Ячмень – перспективная культура для удовлетворения спроса на экспортное фуражное зерно.

Цепочка создания добавочной стоимости «сорт – семена - товарное зерно – логистика – хранение – переработка – потребление» описывает движение продукта от производства сырья через переработку до конечного потребления. В ее основе – селекционер, который должен воспрнимать сигналы рынка о потребностях конечных потребителей. Знание рынка сортов и семян дает представление о законах функционирования рынка, трендах, конкурентах и является основой для выработки стратегии развития для селекционных, семеноводческих предприятий, производителей товарного зерна и трейдеров.

Целевые рынки и сегментирование. Система анализа маркетинговой информации -это совокупность методов анализа маркетинговых данных и проблем маркетинга (1,2). Маркетинг любого производства начинается с сегментирования рынка продуктов, к которым относятся сорта и семена. Сорт – продукт интеллектуальной собственности и предмет защиты; семена - товар. Идентификация рыночных сегментов осуществляется на основе выявления различий продуктов и потребителей. В проведенных исследованиях использовались различные источники информации (3-11), собственные оценки и расчеты стран Европы: Австрии (AT), БеНиЛюкс (Бельгии, Нидерландов и Люксембурга, в совокупности или BNL), Великобритании (UK), Венгрии (HU), Германии (DE), Дании (DM), Ирландии (IR), стран Блалтии (Латвии, Литвы, Эстонии или в совокупности BT), Польши (PL), Румынии (RO), Словакии (SL), Франции (FR), Чехии (CZ), Швеции (SD), Швейцарии (SZ) в сравне-

ние с Украиной (UA) и Россией (RU).

Посевные площади озимого ячменя в странах Европы составили около 5,5 млн в среднем в 2010-2012 годы. Товарная продукция используется в качестве фуража, а также как сырье для солодовенной промышленности. В ЕС собрано 53,4 млн.т зерна ячменя в 2012, из которых большая часть за счет озимых сортов. Три четверти европейских посевных площадей культуры сосредоточено на территории стран с наибольшими земельными ресурсами: Германии, Франции, Украины, России и Великобритании (рис.1).

Посевные площади, доли сертифицированных семян, категории семян, нормы высева и цены существенно влияют на объемы торговли семенами. Под сертифицированными (или коммерческими) понимают семена, находящиеся в коммерческом обороте, т.е. реализованные на рынке. Семена внутрихозяйственного происхождения, в противоположность им, воспроизводятся непосредственно сельхозпроизводителями для собственных нужд.

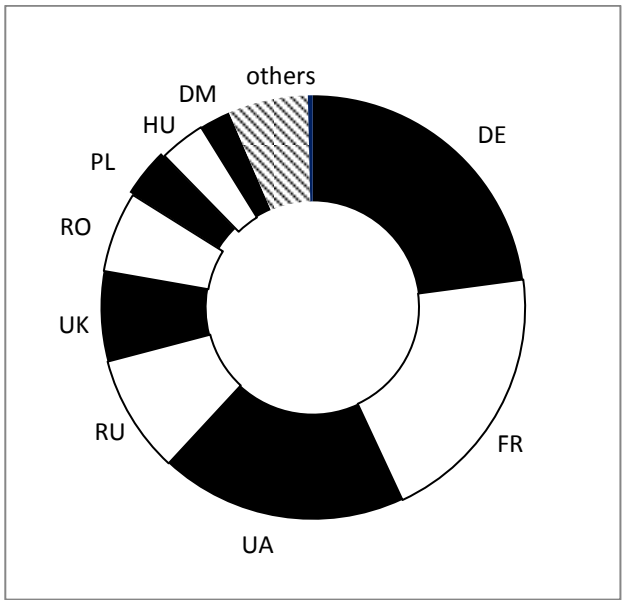


Рис. 1. – Относительные доли посевных площадей озимого ячменя в странах Европы, %

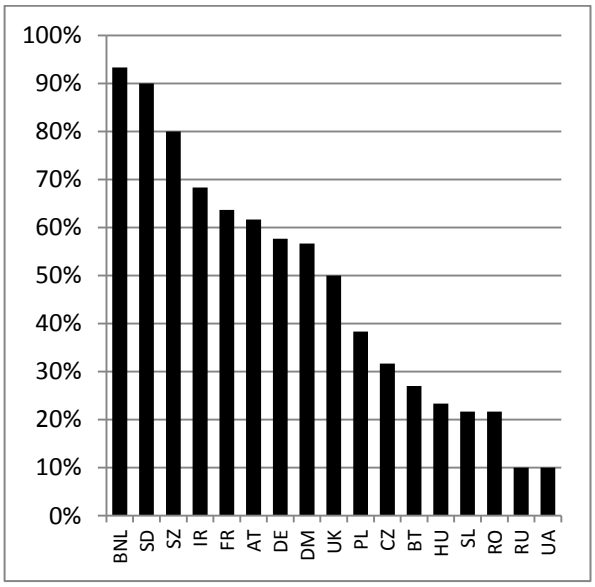


Рис.2. – Доли сертифицированных семян в странах Европы, %

Доли сертифицированных семян пшеницы на рынке России и Украины оцениваются в 10%. Т.е. потребность в сертифицированных семенах РФ составляет около 8 тыс. тонн для обеспечения 400 тыс. га товарных посевов, (при их доле 10% и норме высева 0,18 т/га), что количественно равно потребности стран БеНиЛюкс для 50 тыс. га товарных посевов, (при их доле 93% и норме высева 0,14 т).

Наиболее высокая доля коммерческих семян озимого ячменя в странах БеНиЛюкс, Швеции, Чехии и др. (рис.2), где фермеры пересевают произведенные в хозяйстве семена в незначительных объемах, доверяя специализированным предприятиям.

Размножение и очистка семян лучше развиты, а сроки сортообновления короче при увеличении доли сертифицированных семян. Высокая весовая норма высева семян – вынужденная плата за низкий уровень агротехнологий, слабый биоклиматический потенциал и недостаточное развитие системы семеноводства. Самые низкие весовые нормы высева семян озимого ячменя отмечены во Франции и Великобритании (0,13 т/га), Германии (0,14 т/га), Польше, Австрии (0,15 т/га) (рис. 3).

Семеноводческие площади озимого ячменя в странах Европы оцениваются в 80 тыс. га.

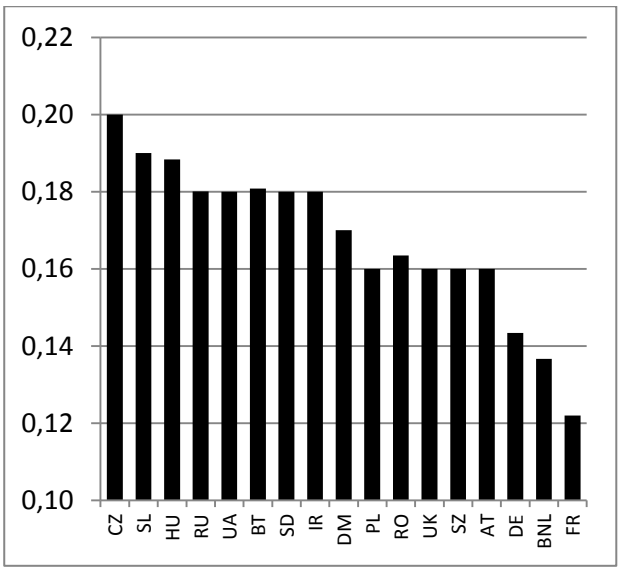


Рис. 3. - Нормы высева озимого ячменя в странах Европы, т/га

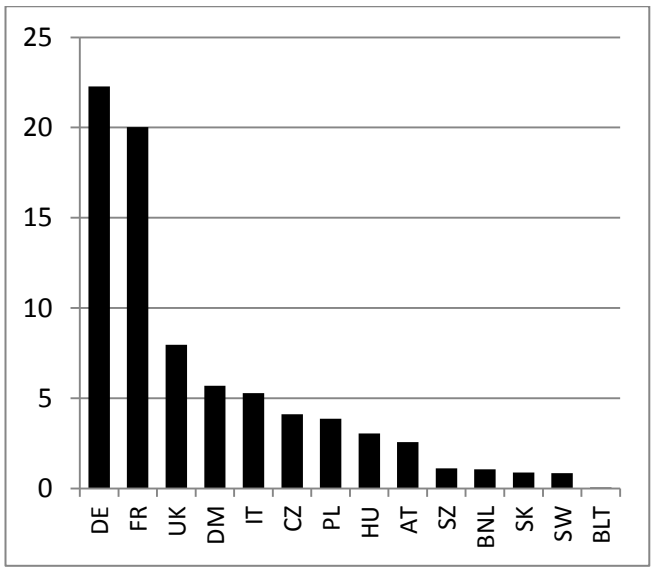


Рис.4. - Семеноводческие площади озимого ячменя в странах Европы, тыс. га

Они засеваются в основном семенами элиты (Basic seeds) для производства Р-1, продаваемых конечным потребителям - сельхозпроизводителям. Наибольшая концентрация селекционных фирм и наибольшие объемы производства семян сосредоточены во Франции и Германии (рис. 4).

Рыночный объем семян зависит от посевных площадей размножения, урожайности и выхода семян при их сортировке. Семенные рынки отличаются низкой волатильностью, т.е. невозможностью продать больше семян, чем требуется для посева в конкретном сезоне.

Селекционно-семеноводческие фирмы извлекают доходы как от продажи семян, что напрямую зависит от семеноводческих площадей, а также от объемов лицензионных платежей – роялти. В Германии, Франции, Ирландии, Дании ставки роялти за семена наиболее высокие (рис. 5). Ставки роялти и рыночный объем сертифицированных семян в совокупности дают представление о потенциальном рынке лицензионных платежей за сертифицированные семена, который в Европе оценивается в 20 млн. €, из которых 70% приходится на Германию и Францию.

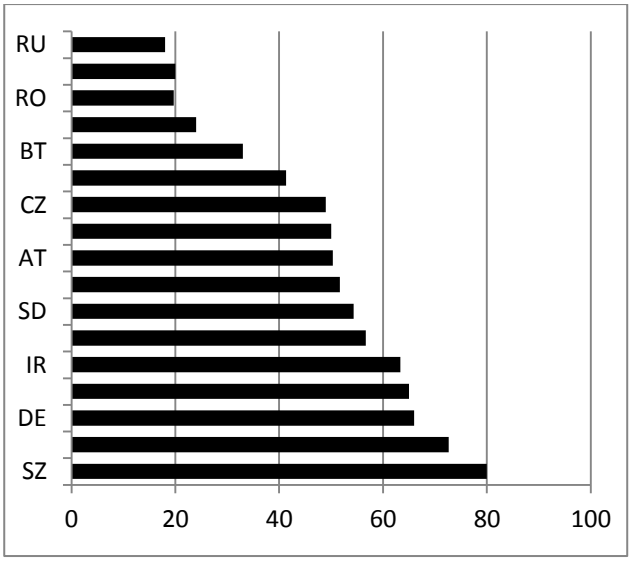


Рис. 5. - Ставки роялти за сертифицированные семена озимого ячменя, €/т

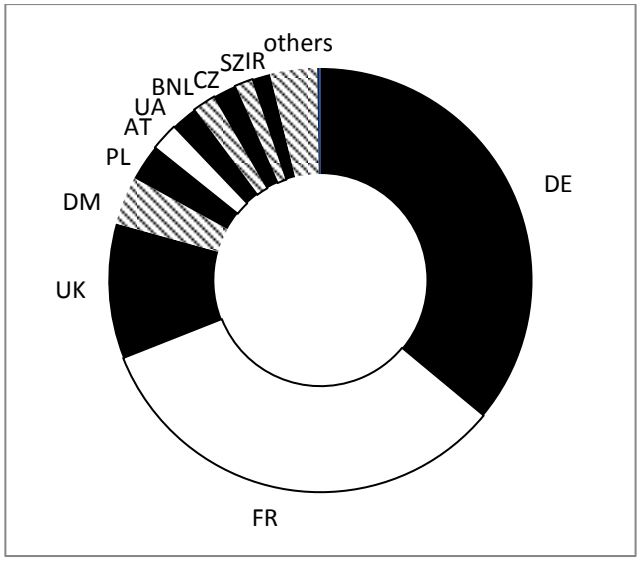


Рис. 6. - Соотношение потенциалов национальных рынков роялти озимого ячменя в странах Европы, %

Зерновые культуры в целом являются низко маржинальными из-за высокой весовой нормы высева семян, относительно низкой стоимости семян, возможности воспроизводить семена внутрихозяйственно. Они «проигрывают» маржинальным культурам с низкой нормой высева, высокой ценой семян, невозможностью пересева (гибриды F1) - сахарной свекле, подсолнечнику, кукурузе, рапсу. В этой связи активизируется селекционная работа по выведению гибридов озимого ячменя, где нибольший прогресс достигнут компанией Syngenta seeds.

Прибыльность селекционных программ озимого ячменя существенно ниже таковых маржинальных культур, основанной на селекции гибридов. При социальной и экономической значимости зерновых в целом и ячменя в частности селекционный бизнес становится все более конкурентным. Селекционные фирмы вынуждены диверсифицировать продукты, осваивать новые рынки, разрабатывать “know how”, совершенствовать стратегию и др. Селекционные схемы ячменя по принципу самоопылителей, поэтому зачастую локализованы в тех же фирмах, где реализуеются селекционные программы пшеницы.

Селекционно-семеноводческие фирмы. Более 40 селекционных предприятий оперируют на еврпоейском семенном рынке озимого ячменя. Десятка стран с наибольшими семеноводческими (и товарными) площадям пшеницы сегментирована по долям рынка ведущеих 10 селекционных фирм (рис. 7). К самым эффективным предприятиям относятся KWS, Nordsaat (Saaten-Union), Limagrain, Syngneta и др. Из топ-10 селекционных компаний лишь Sejet локализован в Дании; остальные – германские и французские.

Десятка крупнейших селекционных фирм занимает 80% европейского семенного рынка; их совокупная доля постепенно увеличивается. Селекционные фирмы Германии и Франции доминируют на национальных рынках, а также успешно оперируют в других странах Европы. Их политика – экспансия в другие страны, пусть и с меньшими ценами на семена и ставками роялти.

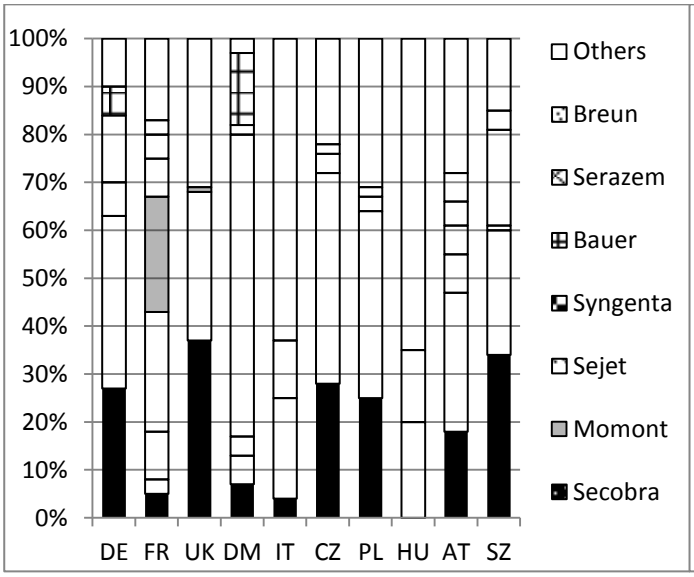


Рис.7. – Соотношение семеноводческих площадей сортов топ-10 селекционных фирм в ведущей десятке стран Европы, 2011 г.

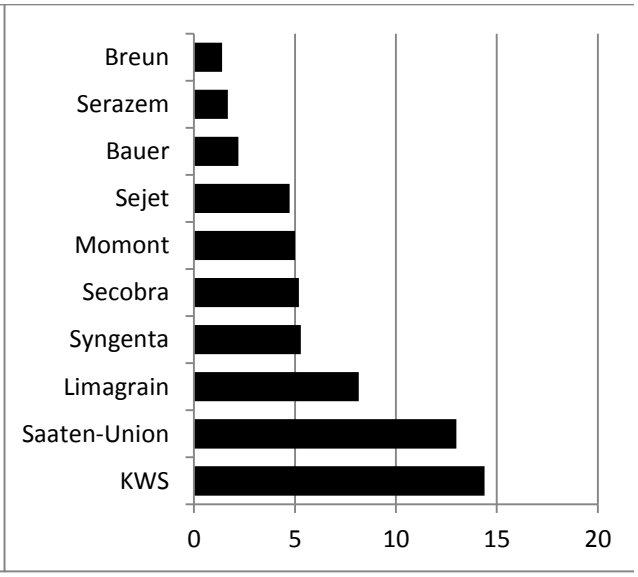


Рис. 8. - Семеноводческие площади топ-10 селекционных фирм, тыс. га, 2011 г.

Селекционные фирмы могут самостоятельно регистрировать и продвигать свои продукты. Однако в большинстве случаев этим занимаются маркетинговые и дистрибьютерские компании: Saaten-Union, BayWa, Saatbau Linz и др.

Из селекционных предприятий наиболее прочные позиции у Limagrain и KWS. Французская Limagrain (LG) - крупнейшая селекционно-семеноводческая компания Европы с оборотом более 1,7 млрд. €, реализует селекционные программ по спектру культур, в том числе

по озимому ячменю; ее доля рынка семян данной культуры оценивается в 10%. Немецкая KWS с оборотом около 1,3 млрд. € с 18% рыночной долей. Saaten-Union с оборотом более 0,2 млрд. € представляет собой союз 7 семейных селекционных фирм Германии, в который входит Nordsaat – наиболее успешный селекционер озимого (и ярового) ячменя в этой стране. Маркетинговая доля продуктов Saaten-Union близка таковой у KWS.

В целом же селекционный бизнес зерновых культур становится менее рентабельным и одновременно более конкурентным. Правительсва государств Европы куда чаще поддерживают банковские структуры, чем селекционные программы. Судя по поглощениям и слияниям, в ближайшие годы вероятен выход на рынок семян зерновых культур международных корпораций, специализирующихся на средствах защиты растений. Существующие каналы дистрибуции, опыт освоения международных рынков ХСЗР, комплексные решения выступят конкурентными преимуществами, в особенности, в отношении гибридного ячменя.

Выводы

1. Рынок семян озимого ячменя высоко конкурентный, но относительно низко маржинальный в сравнение с другими культурами;
2. Франция и Германия - лидеры посевных площадей озимого ячменя в Европе, а также селекционных программ, семеноводческих предприятий и связанных с ними производств и “know how”.
3. Потенциал рынка роялти за сертифицированные семена озимого ячменя Европы оценивается в 20 млн. €.
4. В Европе действует более 40 селекционных программ по озимому ячменю, в том числе лидеры рынка - KWS, Saaten-Union, Limagrain, Syngenta.

Литература

Закшевская Е.В., Гончаров С.В. Агромаркетинг: Учебное пособие.- Воронеж: ВГАУ, 1999. – 233 с.

Гончаров С.В. Европейский семенной рынок тритикале //Тритикале. Генетика, селекция, семеноводство, агротехника, технологии использования зерна и кормов: Мат. международной научно-практической конференции «Тритикале и его роль с в условиях нарастания аридности климата» Заседание секции тритикале отделения растениеводства РАСХН. – Ростов-на-Дону, РАСХН, ГНУ Донской НИИСХ, 2012. – С 141-145.

http://www.igc.in
http://www.usda.gov
http://www.zadi.de
http://www.agri.ee/eng/
http://www.coboru.pl/
http://www.gnis.fr/pages
http://www.saaten-union.com
http://www.grains.org
http://www.agreworld.com

УДК 631.53

РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫНКА СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

С. В. Гончаров[1], А. Н. Мордовин[2]
[1]ООО «Сингента», Воронеж, Россия; e-mail: sergey.goncharov@syngenta.com
[2]Национальный союз производителей ячменя, солода, хмеля и пивобезалкогольной продукции, Москва, Россия; www.barley-malt.ru, e-mail: info@barley-malt.ru

Резюме

Представлен обзор семенного рынка ярового ячменя в России. Наибольшие посевные площади культуры и число зарегистрированных сортов - в Центрально-Черноземном, Уральском и Западно-Сибирском регионах. Жизненный цикл сорта в стране длится в среднем 10-12 лет; 30% сортов не старше 5 лет. Иностранных сортов сеют больше в областях, производящих пивоваренный ячмень. Доля коммерческих семян в нашей стране составляет 8%. Наиболее успешные селекционные программы в Ставропольском НИИСХ, Московском НИИСХ и Сибирском НИИСХ.

Ключевые слова: яровой ячмень, доля сертифицированных семян, сорта, селекционные программы.

DEVELOPMENT OF NATIONAL SPING BARLEY MARKET

S. V. Goncharov[1], A. N. Mordovin[2]
[1]LLC “Syngenta”, Voronezh, Russia; sergey.goncharov@syngenta.com
[2]Barley, Malt and Beer Union, Russia; www.barley-malt.ru, e-mail: info@barley-malt.ru

Summary

Spring barley market of Russia is discussed. Most of cultivated areas are located in Central Black Soil, Ural, and West-Siberia regions. Average variety life circle is 10-12 years; 30% of listed varieties are earlier, then 5 years. Foreign varieties domain in malting barley regions. Commercial (certified) seeds share is 8%. Stavropol NIISH, Moscow NIISH, and Siberia NIISH are more efficient breeders.

Key words: spring barley, certified seeds share, varieties, breeding programs.

Обзор

Яровой ячмень – одна из ведущих зерновых культур в СНГ; в 2012 г. им засевали 13,1 млн. га, том числе 8,6 млн. га в России и 3,2 млн. га в Украине. Посевные площади ярового ячменя и валовые сборы в нашей стране последовательно снижаются с середины 80-х. В период с 1985 по 2000 г. валовые сборы ячменя пять раз достигали отметки 25 млн. т. С 2001 г. по настоящее время лишь в 2008 г. было собрано более 20 млн. т. В этой связи важным является оценка состояния селекционно-семеноводческого комплекса и перспективы развития семенного рынка в нашей стране.

Регионы. По данным федеральной статистики (1) наибольшие посевные площади ячменя 2012 г. с привязкой к регионам регистрации находились в Центрально-Черноземном регионе (19%), где производится 80% пивоваренного ячменя страны, Уральском (17%) и Средневолжском (14%). (рис.1).

На юге страны яровой ячмень выращивают больше в Ростовской и Волгоградской областях (475 и 312 тыс. га в 2012 г.). Хозяйства Краснодарского и Ставропольского краев специализируются на озимой пшенице; яровой ячмень востребован лишь при неблагоприятной перезимовке озимой пшеницы и необходимости пересева и занимал там 81,8 и 68 тыс. га соответственно.

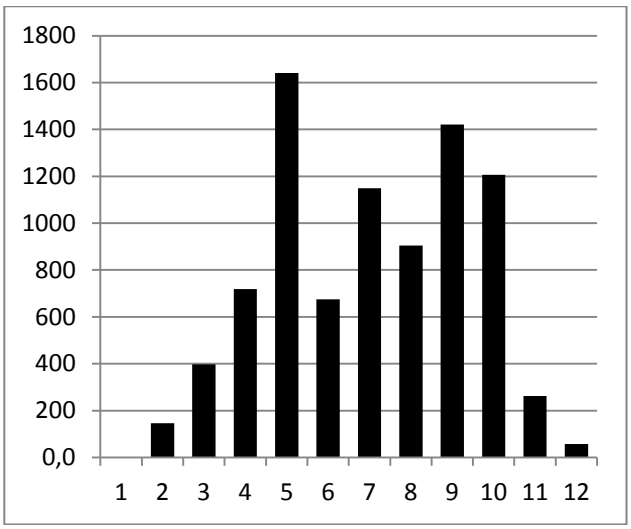


Рис.1. Посевные площади ярового ячменя в регионах регистрации РФ, 2012 г.

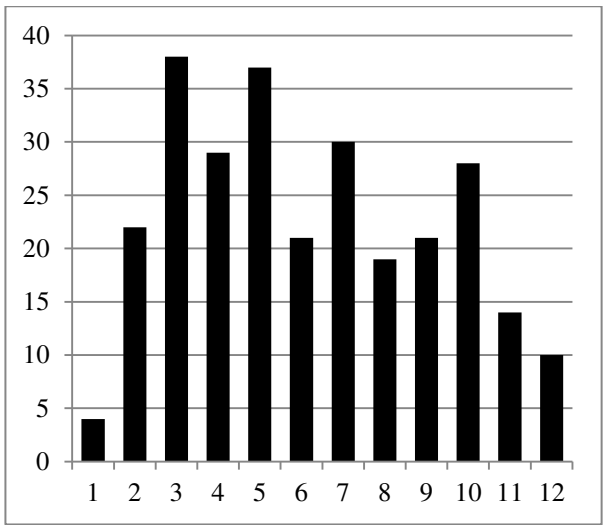


Рис.2. Количество рекомендованных сортов в регионах регистрации РФ, 2012 г.

Около 70% посевных площадей ярового ячменя локализовано в европейской части страны, 30% - в азиатской. Динамика посевных площадей культуры последнх десятилетий показывает, что наиболее вероятным станет их 10% сокращение через 5 лет из-за роста доли озимых зерновых - пшеницы и ячменя.

Сорта. При анализе Госреестра селекционных достижений, допущенных к использованию в 2012 г. (2), установлено, что больше всего рекомендовано сортов для Центрального (3) региона (38) и для Центрально-Черноземного (37) (рис. 2); 30 и 28 сортов рекомендованы для Средне-Волжского (7) и Западно-Сибирского (10) регионов. Меньше всего сортов рекомендовано для Северного (1), Дальневосточного (12) и Востчно-Сибирского (11) регионов – 4, 10 и 14 соответственно.

В Госреестре РФ на допуске 162 зарегистрированных сорта в 2012 г., большинство сортов отечественного происхождения, 30 сортов (18%) - западно-европейские. Для сравнения в Госреестре Украины – 70 сортов, из которых 22 (31%) западно-европейской селекции; российских сортов там нет.

О жизненном цикле сорта можно судить по тому, сколько лет он находится в Госреестр, и насколько быстро происходит сортосмена. В частности, в 2012 г. было районировано 14 сортов при 40 заявках, в 2011 г. – 5 (т.к. 2010 г был исключительно засушливый), в 2010 г. – 12, т.е. в среднем по 10 сортов.

Таким образом, 30% всех сортов Госреестра РФ 2012 г. относительно новые, они не старше 5 лет; 28% включены в реестр 6-10 лет тому назад. Достаточно большая группа давно зарегистрированных сортов (14%), которым более 21 года (рис. 3). С учетом сроков прохождения государственного сортоиспытания (2-3 года), а также периода выведения сорта (10-12 лет), скрещивание родительских форм проведено на 14-15 лет раньше регистрации сорта. Если жизненный цикл сортов составляет в среднем 14-15 лет, то отечественные селекционеры, планирующие скрещивания, должны предвосхищать потребности рынка через 20-30 лет. На вопросы - готовы ли они к этой миссии и кто донесет до них эти перспективы, пока нет ответа.

Большинство зарегистрированных сортов западно-европейской селекции, а также практически все передаваемые в ГСИ, являются дигаплоидами, т.е. процесс их выведения происходит на 2-5 лет быстрее традиционной селекции и составляе около 8 лет. В странах Западной Европы жизненный цикл сорта, т.е. коммерческое использование его в производстве длится в среднем 6-8 лет. Более длинный жизненный цикл сортов в СНГ – отрицательный фактор из-за более медленных темпов оброта денежных средств и меньших объемов рыночного финансирования селекции.

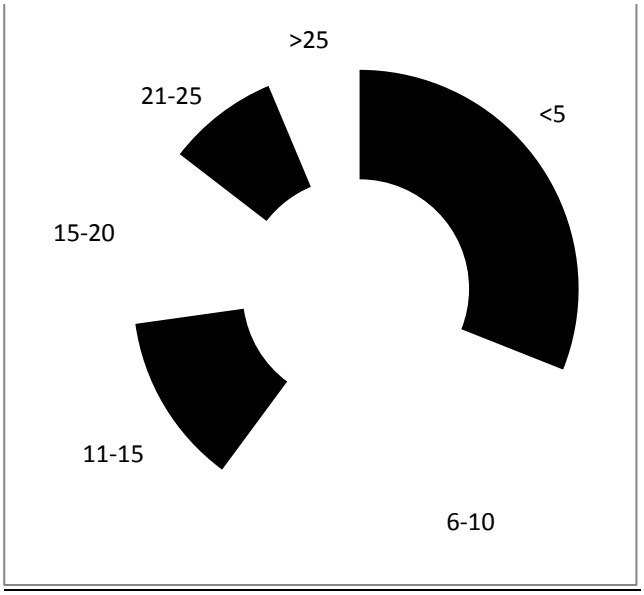


Рис.3. Соотношение сортов с разным сроком влючения в Госреестр, 2012

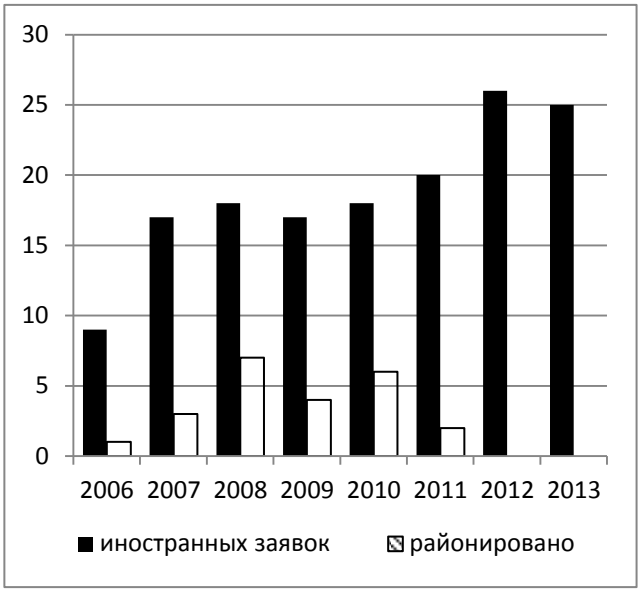


Рис.4. Соотношение между количеством заявок от нерезидентов и числом зарегистрированных впоследствие сортов

Около 1 млн. га посевных площадей культуры занято интенсивными сортами западноевропейской селекции. Импорт семян ярового ячменя в 1-2 кварталах 2011 г. составил 2,5 тыс. тонн, из которых 44% приходилось на украинские сорта и 56% - на западноевропейские, главным образом, пивоваренного направления. В 2012 г. импортировали 2 тыс. тонн семян, в том числе 5% украинских сортов и 95% западной селекции. Из-за спроса на пивоваренный ячмень солодовенной промышленности (downstream demand), доля посевных площадей сортов зарубежной селекции высока в Липецкой области – 77%, Курской и Рязанской – по 65%, Тульской – 59%, Тамбовской – 45% и т.д. Отечественные сорта имеют мало шансов быть адаптированными перерабатывающей промышленностью, так как селекционеры не владеют информацией о требованиях к сырью солодовен и не обладают инструментарием оценки качества зерна. ГОСТ на пивоваренный ячмень утратил свою актуальность.

Заявки. Селекционные компании-лидеры европейского рынка (Saaten-Union, KWS, Limagrain, Syngenta) передают в государственное сортоиспытание РФ по 2-4 сорта ежегодно, чего не могут себе позволить отечественные оригинаторы. Доля заявок от нерезидентов постоянно возрастает с 9 в 2006 до 23-26 в 2012 г., даже если на 4-5 заявок приходится затем один зарегистрированный сорт (рис.4).

Для испытаний в СНГ зарубежные селекционеры передают сорта, уже хорошо зарекомендовавшие себя в других странах. Например, пивоваренный сорт Квенч селекции Syngenta Seeds, впервые был зарегистрирован в Великобритании в 2006 г. Благодаря востребованности у солодовенных предприятий и отличной адаптациии, Квенч зарегистрирован в 16 странах мира, включая Россию и Украину с 2012 г. Европейские семеноводческие площади сорта Квенч превышают 16 тыс. га.

Объективность результатов государственного испытания вызывает вопросы со стороны семенных компаний и перерабатываающей индустрии из-за недофинансирования сортоучастков. В их большинстве используют низкозатратную технологию возделывания с элементами защиты (вместо полноценной защиты посевов), которая не демонстрирует достоинства интенсивных сортов. Выходом может быть создание аккредитованных сортоучастков, функционирующих на деньги частных инвесторов.

Коммерческий успех возможен для пивоваренного сорта при условии, если он востребован солодовенными компаниями и включен в список одобренных сортов (3,5). Так, сорт Жозефин селекции французской фирмы Secobra, распространялся в РФ с 2007 г. на эксклюзивной основе пиоваренной компанией Балтика. Как только Балтика приняла решение о его замене, семена Жозефин не ввозили с 2011 г. Подобная ситуация произошла с сортом Урса, который распространялся только в рамках агропроекта холдинга «Авангард-Агро» с 2007 г. и перераба-

тывался солодовенной компанией «Русский Солод». Жозефин и Урса все еще числятся в Госретре, но перспектив дальнейшего использования не имеют. Районированный в 2010 г. Анакин, не импортировали и не высевали в РФ. При этом высевались нерайонированные сорта иностранной селекции, как например Лакомбе (17-21 тыс.га).

Сложившаяся в РФ вплоть до 2012 г. практика субсидирования стимулировала оборот семян элиты. Семена Р-1 и последующих репродукций пересевают при внутрихозяйственном воспроизводстве; лицензионных платежей нет. По сложившаейся практике агропроектов семена пивоваренных сортов западно-европейской селекции продаются Р-1 и Р-2, т.е. основной объем лицензионных платежей осущетсвляется за оборот данных категорий. Сорта фуражного ячменя распространяются главным образом продажей семян оригинальных семян (ОС) и элиты (ЭС). В среднем за 2011-2012 гг. объем ЭС и ОС составил 8% от общего количества использованных для сева, репродукционных (Р1-Р4) – около 60%, остальные (31-32%) – массовые репродукции. Приняв объемы ЭС и ОС как коммерческие семена, находящихся в обороте, можно считать, что доля коммерческих семян в нашей стране составляет 8%, а доля семян внутрихозяйственного размножения – соответственно 92%. Интенсификация зернового производства может привести к увеличению доли коммерческих семян до 10% через 5 лет.

При государственном финансировании селекционных программ в РФ селекционеры обычно отстранены от распределения прибыли, получаемой от реализации семян и сборов роялти. Бизнес-модели дистрибуции сортов не всегда рациональны, поскольку их определяет обычно руководство НИУ, а не профессиональный маркетолог. Через механизм финансирования государство несет в полной мере ответственность за прогресс селекции или ее отставание. Материальная база отечественной селекции не улучшается последние четверть века.

Селекционные программы. По данным Национального союза производителей ячменя, солода, хмеля и пивобезалкогольной продукции (6) Ставропольский НИИСХ, успешно сотрудничающий по селекции ячменя с Одесским СГИ (Прерия, Вакула и др.), является лидером в стране в 2011-2012 гг. Его сорта занимают 14% посевных площадей культуры (рис. 5). Московский НИИСХ (Раушан, Нур и др.) – второй в рейтинге (13,3%), Сибирский НИИСХ (Биом) – третий (8,2%). Германские Nordsaat и Breun входят в топ-десять селекцентров с наибольшими посевными площадями за 2011-2012 гг. Однако прибыль приносит не доля рынка, а оборот семян. По данному показателю лидируют из отечественных селекцентров Московский НИИСХ Сибирский НИИСХ, Ставропольский НИИСХ, а из зарубежных - Nordsaat (рис. 6).

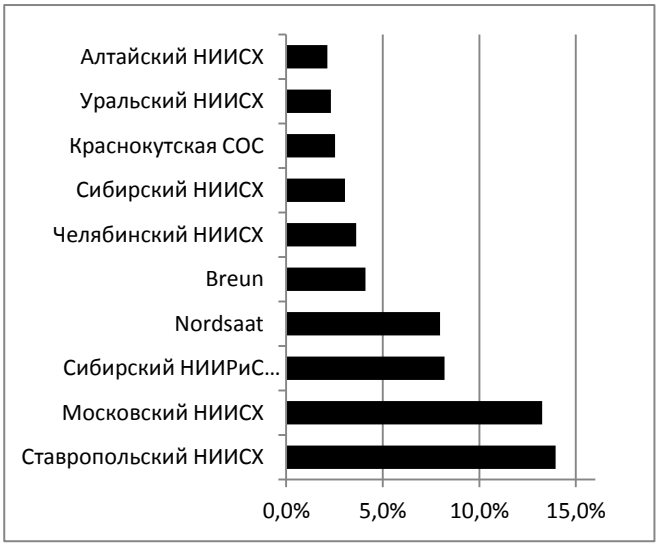


Рис. 5. Доли рынка селекцентров на основе посевных площадей их сортов, ср.2011-2012

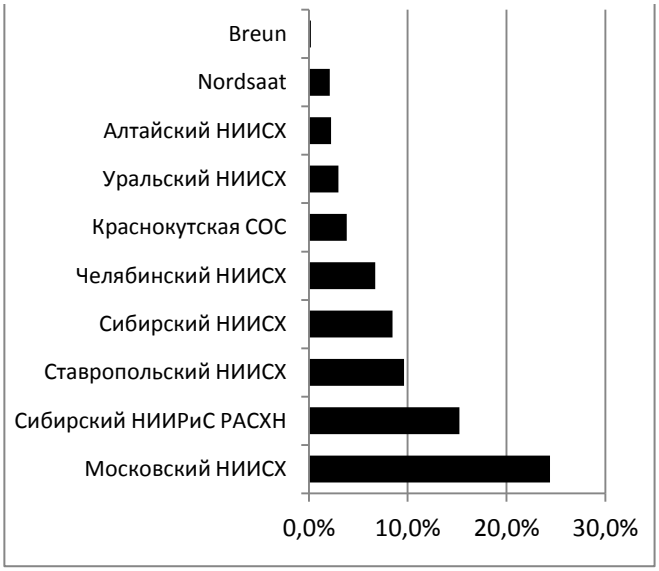


Рис. 6. Рыночные доли оригинаторов на основе объемов реализованных семян, ср. 2011-2012.

Самые распространенные сорта ячменя в РФ - Раушан, Ача, Челябинский 99, Биом и др. (рис.7). Объемы производства оригинальных и элитных семян в 2012 г. превысили таковые 2011 г. у маркет-лидеров за исключением сортов Биом и Эльф. В совокупности десятка сортов-лидеров занимали 52% и 56% объемов сертифицированных оригинальных и элитных семян в 2011 и 2012 гг. соответственно. Пятая часть сортов, включенныхв Госреестр не представляют коммерческого интереса для сельхозпроизводителей; объемы оборота их семян ранних репродукций минимальны. Это также доказывает низкую объективность системы сортоиспытания.

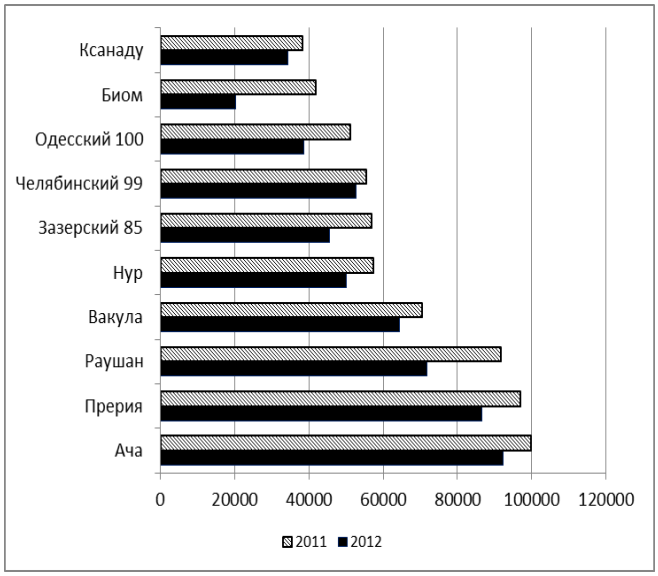


Рис.7. Объемы сертифицированных семян ОС и ЭС десятки сортов-лидеров, 2011-2012 гг.

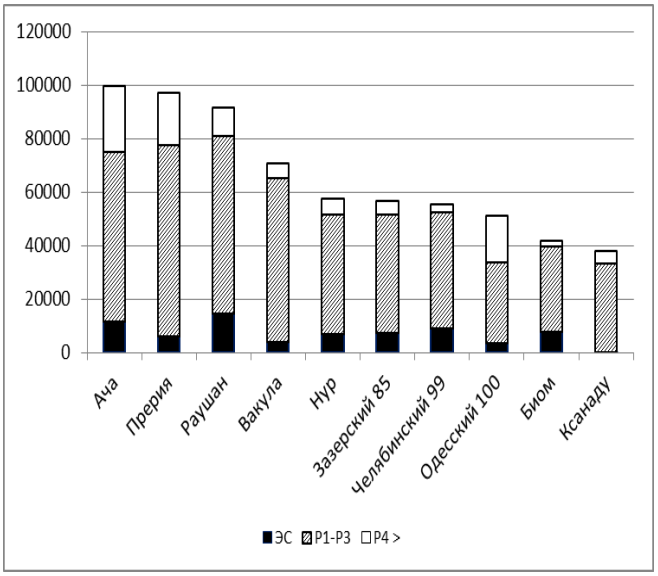


Рис.8. Категории семян сортов-лидеров, 2012 г.

У отечественных сортов-лидеров доля элиты и оригинальных семян от объемов высеянных в 2012 г. составляет 6-12%, тогда как у западно-европейских (Ксанаду) не превышает 1% (рис.7). У таких сортов, как Одесский 100 около 30% занимаемых им посевных площадей заняты массовыми репродукциями.

Анализ объемов сертифицированных семян ОС и ЭС позволяет сомневаться в достаточных масштабах и правильность ведения первичного семеноводства отдельных селекцентров, где распространена практика ре-сертификации элитных посевов на элиту.

Потенциал рынка коммерческих семян ярового ячменя оценивается в 270 млн. руб. в 2012 г., из которого более половины приходится на пивоваренные сорта. Потенциал собираемых оригинаторами лицензионных платежей за использование защищенных патентом сортов составляет 120 млн. руб.

Половина рынка пивоваренного ячменя – это агропроекты с ограниченным числом участников и обязательствами не распространять сорта на свободном рынке (4-5). Фуражные сорта ячменя продаются без ограничений с низким процентом сбора роялти. В целом же рыночное финансирование явно недостаточное для развития отечественной селекции.

Рынок ярового ячменя претерпевает драматические изменения в значительной степени вызванные несоответствием современным вызовам отечественной селекции и семеноводства. Дальнейшее сопротивление необходимости реформирования селекционно-семеноводческого комплекса страны чревато утратой его конкурентоспособности.

Литература

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (по состоянию на 31.01.2012 г.) // http://www.gossort.com

С. Гончаров. Ринок пивоварного ячменю Росії та України // Пропозиция. 2011. № 5. С. 56-60.

С. Гончаров. Ринок пивоварного ячменю Росії та України (закінчення) // Пропозиция. 2011. № 6. С. 56-58.

С.В. Гончаров. Пивоваренный ячмень: история развития агропроектов // Пиво и напитки. М. 2011. №3. С.14-15.

www.barley-malt.ru

http://www.fedstat.ru/

УДК 633.13

НОВЫЕ СОРТА ОВСА СЕЛЕКЦИИ МОСКОВСКОГО НИИСХ «НЕМЧИНОВКА»

А. Д. Кабашов, Р. З. Мамедов

ГНУ Московский НИИСХ «Немчиновка»,

Московская обл., Россия, e-mail: mam-ramin@yandex.ru

Резюме

Дано описание новых районированных сортов сортов овса Лев , Яков и Буланый, созданных Московским НИИСХ « Немчиновка».

Ключевые слова: овес, сорта.

NEW OAT CULTIVARS BY MOSCOW INSTITUTE OF AGRICULTURE“NEMCHINOVKA”

A. D. Kabashov, R. Z. Mamedov

Moscow Institute of Agriculture,

Moscow region, Russia e-mail: mam-ramin@yandex.ru

Summary

New oats cultivars Lev, Yukon, Fulani created by Moscow institute of agriculture were described.

Key words: oat, cultivar.

Со времени районирования сорта овса Скакун прошло 25 лет. Достоверно установлено, что под действием изменившихся климатических условий у растений этого сорта уменьшились габитус и масса 1 000 зёрен. Сорта, созданные в последний период времени, лучше адаптированы к изменившимся условиям. Потенциал их урожайности достаточно велик и при благоприятных условиях может превышать 7 т/га.

Сорт овса ЛЕВ допущен к использованию с 2007 года по 2,3 и 5 регионам РФ. Растения сорта экономнее используют минеральные ресурсы почвы по сравнению с сортами Привет и Борец (Хачидзе А.С.) высокая и прочная соломина сорта способствует снижению фитопатологической нагрузки на метёлки и зерновки. Цветковые плёнки достаточно легко от-

деляются от зерна. В сочетании с хорошим качеством зерна и низкой плёнчатостью, сорт весьма привлекателен для переработки на пищевые цели. Фирма «Нестле» сделала свой выбор в пользу этого сорта и заключила договор на разработку технологии возделывания. Для использования на нужды пищевой промышленности сорт ЛЕВ возделывают в хозяйствах ООО «СПК «Орловское», «Экспресс» и др.

Сорт овса Яков допущен к использованию с 2010 года во 2,3 и 5 регионах РФ, а с 2013 года и в 4-м регионе. Сорт многоцелевого назначения, может использоваться на зернофураж, в пищевой промышленности, на зелёный корм, сенаж и силос в смеси с бобовыми компонентами. Сорт устойчив к осыпанию, поражению головнёй, среднеустойчив к поражению корончатой ржавчиной. Отличительной чертой сорта является хороший налив зерна. Даже в засушливые годы масса 1 000 зёрен у Якова стабильно превышает таковую у ранее выведенных нами сортов. В опытах лаборатории сортовых агротехнологий нашего института под руководством П.М. Политыко, зафиксирован урожай равный 9,5 т/га.

С 2012 года допущен к использованию в 3-м регионе РФ сорта овса Буланый. Сорт высокоустойчив к полеганию и поражению пыльной головнёй, засухоустойчив, устойчив к осыпанию, среднеустойчив к поражению корончатой ржавчиной. Устойчив к повышенной кислотности почвы. При оценке кислотоустойчивости сортов овса в лаборатории удобрений и мелиорантов (М.А. Кузьмич), установлено, что растения сорта Буланый могут без значительного снижения продуктивности развиваться в широком интервале кислотности почвы (pH 4,1-6,1), превосходя в этом плане ранее выведенные нами сорта.

В сорте удалось совместить высокую урожайность с хорошим качеством зерна. За годы испытаний (5 лет) содержание белка в зерне сорта Буланый превышало таковые у сортов лидеров Скакун и Козырь в среднем на 0,35 %. Сорт зернового направления, может также быть использован на фураж и переработку в пищевой промышленности.

УДК 633.16:631.52

НОВЫЕ СОРТА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ДЛЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ

О. Б. Батакова

Федеральное государственное унитарное предприятие «Котласское» Россельхозакадемии, Архангельская обл. Котласский р-н, e-mail: ksoch00@mail.ru.

Резюме

В результате исследований в ФГУП «Котласское» Россельхозакадемии передан в государственное сортоиспытание новый сорт ячменя ярового Таусень и находится а изучении в конкурсном сортоиспытании сорт Пегат . Основные показатели новых сортов -- это устойчивость к стрессовым факторам, пластичность, высокая урожайность, повышенное содержание белка, устойчивость к полеганию и болезням (пыльной головне, пятнистости). Использование нового сорта позволит увеличить урожайность ярового ячменя, повысить экономическую эффективность производства зерна.

Ключевые слова: ячмень, гибридизация, разновидность, урожайность, устойчивость, вегетационный период.

NEW SPRING BARLEY VARIETIES TO THE NORTH-WEST REGION OF RUSSIA

O. B. Batakova
Federal state unitary enterprise «Kotlasskoe» RAAS,
Arkhangelsk region, Kotlas R-n, e-mail: ksoch00@mail.ru.

Summary

In result of the research, Котласской experimental station transferred to the state testing a new barley variety spring Tausen and is studying in the competitive variety trial variety Pegat . Main indicators of new varieties is resistance to stress factors, flexibility, high productivity, increased protein content, resistance to diseases and lodging (loose smut, spot). The use of the new variety will increase the yield of spring barley, increase economic efficiency of grain production.

Key words: barley, hybridization, kind, productivity, sustainability of vegetation period.

Введение

Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) –занимает одно из ведущих мест в мировом зернопроизводстве после риса, пшеницы и кукурузы, что обусловлено его использованием в пищевой, кормовой, пивоваренной, фармацевтической и косметической промышленности. Выведение и внедрение новых сортов - один из наиболее экономически выгодных путей повышения сборов зерна этой ценной культуры. Современное производство нуждается в новых сортах, обладающих потенциальной продуктивностью до 2,5 тонн зерна с 1 га и формирующих стабильную урожайность в экстремальные годы при высоком качестве зерна (Нettевич, 2008).

Материалы и методы

Селекционная работа с ячменем яровым проводится согласно методическим указаниям по селекции ячменя и овса на Северо –Западе РФ СЗНИИСХ (2000г). Экспериментальная работа выполнена в ФГУП «Котласское» Россельхозакадемии.

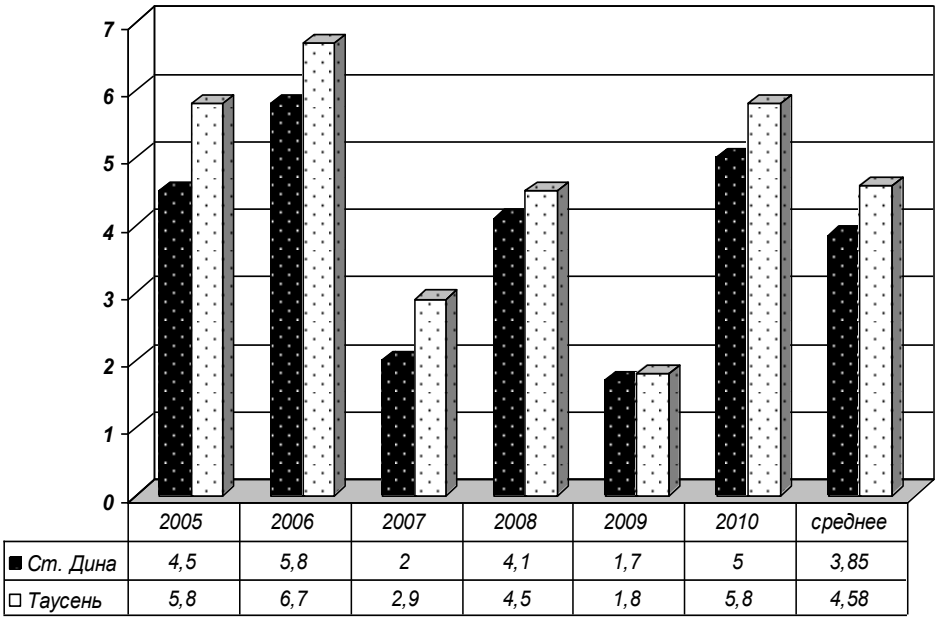
Во время вегетации растений проводены фенологические наблюдения (периоды - всходы, кущение, колошение, молочная спелость, полная спелость). После уборки - анализ структуры урожая и урожайность в соответствии с принятой схемой оценки селекционного материала по соответствующим методикам (Вагнер 1965, Саратов 1973, Ленинград, 1981).

Результаты исследований

Работа с сортом Таусень ведется в ФГУП «Котласское» Россельхозакадемии с 1998 года. Сорт Таусень создан в результате внутривидовой межсортовой гибридизации Славянский 93 × Русь с последующим индивидуальным отбором в 1998 году. В 2000 году было отобрано элитное растение. Цель скрещивания - сочетание высокой продуктивности с раннеспелостью.

Полученный сорт разновидности nutans. Форма куста во время кущения прямостоячая, лист гладкий, восковой налет слабый, окраска зеленая. Колос длиной 6,8-9,5 см, соломенно–желтой окраски. Переход цветочной чешуи в ость постепенный, ости серо-коричневые, очень длинные, расположены параллельно колосу. Зерно по крупности среднее, основание зерна голое, форма продолговатая, окраска бело–желтая. Щетинка длинная войлочная.

Урожайность в среднем за шесть лет составила 4,6 т/га, что выше стандарта на 19 % (рис. 1).



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	среднее
■ Ст. Дина	4,5	5,8	2	4,1	1,7	5	3,85
□ Таусень	5,8	6,7	2,9	4,5	1,8	5,8	4,58

Рис.1 Диаграмма урожайности нового сорта Таусень в сравнении со стандартом Дина, за период 2005-2010гг.

Вегетационный период составляет 86 дня, что позднеспелее стандарта Дина на 2 дня. Кустистость – 2,6 продуктивных стеблей, масса 1000 зерен – 46,6 г, содержание белка в зерне – 11,2 % (таблица 1). Сорт Таусень заметно отличается от стандарта Дина по элементам структурного анализа. По длине колоса прибавка составляет + 1,0 см (15%), по числу колосков в колосе +1,3 шт. (6 %), по числу зерен в колосе + 3,4 шт. (21%). Анализируя показатели структурного анализа нового сорта можно с уверенностью сказать, что за счет вышеперечисленных показателей структурного анализа новый сорт и дает заметную прибавку урожайности. Но при этом незначительно уступает по содержанию белка. Данные представлены в среднем за шесть лет.

Таблица 1. Основные показатели ячменя ярового сорта Таусень

Показатели	Таусень	Стандарт Дина	Отклонения
Продолжительность вегетационного периода, дней	86	84	-2
Урожайность, т/га	4,5	3,8	+0,7
Содержание белка, %	11,0	11,2	-0,2
Высота растений, см	87,5	91,4	- 2,9
Масса 1000 зерен, г	46,6	45,4	+1,2
Продуктивная кустистость, шт	2,5	3,0	-0,5
Длина колоса, см	7,7	6,7	+1,0
Число колосков в колосе, шт.	21,4	20,2	+1,2
Число зерен в колосе, шт.	20,2	16,8	+3,4
Масса зерен с главного колоса, г	1,0	1,0	0
Плотность колоса, чл. на 4 см	7,8	8,2	+0,4

По данным математической обработки $НСР_{05}$ в питомнике конкурсного сортоиспытания составила 0,30 т/га.

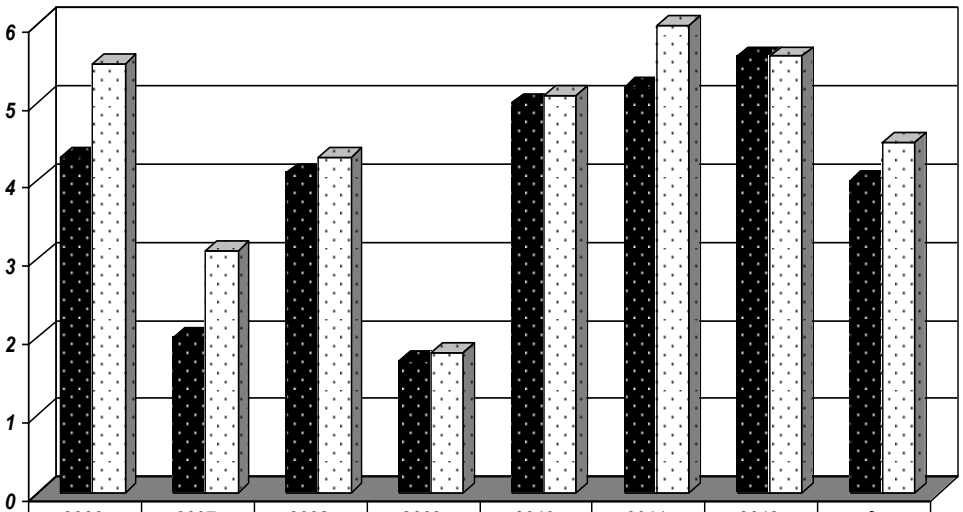
Основные показатели нового сорта - это устойчивость к стрессовым факторам, пластичность, высокая урожайность, повышенное содержание белка, устойчивость к полеганию и болезням (пыльной головне, пятнистости). Использование нового сорта позволит увеличить урожайность ярового ячменя, повысить экономическую эффективность от использования сорта до 19 %, экономический эффект от внедрения сорта на единицу объема продукции составляет 8,65 тыс. рублей.

Сорт Таусень прошел экологическое сортоиспытание в ФГУП «Котласское» Россельхозакадемии в 2007 году на площади 150 м^2 с урожайностью 3,0 т/га, прибавка урожая составила +1т/га. В 2008 году урожайность составила 4,8 т/га, что составило прибавку урожая + 0,8т/га (17%) по отношению к стандарту. Сорт апробирован в 2010 году на Котласской семеноводческой опытной станции на площади 1,0 га, урожайность составила 5,6 т/га, что превысило стандарт Дина в два раза.

Работа с сортом Пегат ведется в ФГУП «Котласское» Россельхозакадемии с 1995 года. Сорт Пегат создан в результате внутривидовой межсортовой гибридизации Перун×Гатчинский с последующим индивидуальным отбором в 1998 году. В 2000 году было отобрано элитное растение. Цель скрещивания - сочетание высокой продуктивности с раннеспелостью.

Полученный сорт разновидности nutans. Форма куста во время кущения прямостоячая, лист гладкий, восковой налет слабый, окраска зеленая. Колос длиной 6,1-9,2 см, соломенно–желтой окраски. Зерно по крупности среднее, окраска бело–желтая.

Урожайность в среднем за семь лет составила 4,5 т/га, что выше стандарта на 12,5 % (рис. 2).



	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	среднее
Ст. Дина	4,3	2	4,1	1,7	5	5,2	5,6	4,0
Пегат	5,5	3,1	4,3	1,8	5,1	6	5,6	4,5

Рис. 2 Диаграмма урожайности нового сорта Пегат в сравнении со стандартом Дина, за период 2006-2012гг.

Вегетационный период составляет 86 дня, что позднеспелее стандарта Дина на 2 дня. Кустистость – 3,3 продуктивных стеблей, масса 1000 зерен – 50,0 г, содержание белка в зерне – 12,3 %, выше стандартного сорта на +1,9 % (11%) (таблица 2). Сорт Пегат отличается от стандарта Дина по элементам структурного анализа. По массе 1000 зерен прибавка составляет + 4,6 г (10%), по продуктивной кустистости +0,3 стебля (11%), по числу зерен в колосе + 1,0 шт. (11%). Анализируя показатели структурного анализа нового сорта можно с уверенностью ска-

зать, что за счет вышеперечисленных показателей структурного анализа новый сорт и дает заметную прибавку урожайности. Данные представлены в среднем за семь лет.

Таблица 2. Основные показатели ячменя ярового сорта Пегат

Показатели	Пегат	Стандарт Дина	Отклонения
Продолжительность вегетационного периода, дней	86	84	-2
Урожайность, т/га	4,5	4,0	+0,5
Содержание белка, %	12,3	11,2	+1,9
Высота растений, см	87,5	91,4	- 2,9
Масса 1000 зерен, г	50,0	45,4	+4,6
Продуктивная кустистость, шт	3,3	3,0	+0,3
Длина колоса, см	6,8	6,7	-0,1
Число колосков в колосе, шт.	19,3	20,2	-0,9
Число зерен в колосе, шт.	17,8	16,8	+1,0
Масса зерен с главного колоса, г	1,0	1,0	0
Плотность колоса, чл. на 4 см	7,7	8,2	-0,5

По данным математической обработки $НСР_{05}$ в питомнике конкурсного сортоиспытания составила 0,28 т/га.

Основные показатели нового сорта - это устойчивость к стрессовым факторам, пластичность, высокая урожайность, повышенное содержание белка, устойчивость к полеганию. Сорт по данным изучения ВИЗР иммунен к основной болезни северного региона - сетчатой пятнистости. Использование нового сорта позволит увеличить урожайность ярового ячменя, повысить экономическую эффективность от использования сорта до 17 %, экономический эффект от внедрения сорта на единицу объема продукции составляет 8,2 тыс. рублей.

Заключение

Сорта предназначены для возделывания по 1 и 2 региону Российской Федерации.

Литература

Вагнер Ф.И. Техника полевых опытов, Москва 1965 г .

Нетгевич Э.Д. Избранные труды. //Селекция и семеноводство яровых зерновых культур. Москва Немчиновка, НИИСХ ЦРНЗ, 2008, 348 с.

Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л, 1981.

Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте, Саратов 1973.

УДК 633.16:631.52

РОЛЬ ГЕНОФОНДА ВИР В СОЗДАНИИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ДЛЯ ЮГО-ВОСТОКА ЦЧП

Л. А. Ершова, Т. Г. Голова
ГНУ Воронежский НИИСХ Россельхозакадемии, Каменная Степь, Россия, e-mail: niish1c@mail.ru

Резюме

Изучение сортов ярового ячменя из генофонда ВИР позволило создать рабочую коллекцию сортов с хозяйственно-ценными признаками, особенно важными для селекции в условиях засушливого климата. Наибольший интерес по продуктивности, устойчивости к засухе, болезням, продолжительности вегетационного периода представляют образцы степного экотипа юга европейской части России и Казахстана. В результате селекции создан новый засухоустойчивый сорт ярового ячменя кормового использования Таловский 9.

Ключевые слова: ячмень, селекция, исходный материал.

ROLE OF VIR GENOFUND IN CREATION OF CALTIVARS OF SPRING BARLEY FOR SOUTHEAST REGION OF RUSSIA

L. A. Ershova, T. G. Golova
GNU Voronezh RIA RAAS, Stone Steppe, Russia, E-mail: niish1c@mail.ru

Summary

Studying of grades of summer barley from genofund VIR has allowed to create a working collection of grades with economic – valuable attributes, especially important for selection in conditions of a droughty climate. The greatest interest on efficiency, stability to a drought, illnesses, durations of the vegetative period represent samples steppe экотипа the south of the European part of Russia and Kazakhstan. As a result of selection the new drought-resistant grade of summer barley of fodder use Talovskii 9 is created.

Key words: barley, selection, an initial material.

Введение

Селекция ярового ячменя в Воронежском НИИСХ началась в 1932 году работами по изучению исходного материала, в том числе местных сортов, которые, к сожалению, не были сохранены. Изучение коллекции ВИР с выделением источников важнейших хозяйственно-ценных признаков и биологических свойств позволяет получать генетически разнообразный исходный материал и создавать сорта с заданными свойствами для условий ЦЧП.

Воронежская область относится к зоне земледелия с частыми ранними засухами, длительными суховеями и крайне неустойчивым и недостаточным увлажнением как по годам, так и в течение вегетационного периода. По природно-климатическим условиям она разделена на 5 агроэкологических районов, где урожайность ярового ячменя в среднем составляет: максимальная – 23,8-33,6ц/га, минимальная – 1,2-8,3ц/га соответственно, т. е. в значительной степени зависит от складывающихся в период вегетации условий влагообеспеченности.

Отрицательное действие засухи на урожай усугубляется сопутствующим ей массовым распространением болезней и вредителей. Небольшие посевные площади ячменя до 1933 года определяло, как отмечала А.Я. Трофимовская (1972), наличие в ЦЧП так называемого «белого пятна» в связи с массовой гибелью посевов от шведской мухи, вредоносность которой в значительной мере проявлялась в районах Воронежа, Курска, Тамбова. В настоящее время наибольшей вредоносностью в зоне характеризуются пыльная и каменная головня, корневые гнили, шведская муха и хлебная полосатая блоха.

Материал и методы

Материалом для исследований служили сортообразцы коллекции ВИР. Выделенные по хозяйственно-ценным признакам продуктивные сорта пополняли рабочую коллекцию и вовлекались в скрещивания. Методики изучения исходного материала общепринятые: фенологические наблюдения, учеты и оценки проводились по методикам ВИР (1981, 1987) и Госкомиссии (1985). Математическая обработка полученных результатов выполнена по методике Б.А. Доспехова (1985).

Результаты и обсуждение

Чувствительность растений к засухе меняется на разных стадиях развития, поэтому на современном этапе селекции создаются сорта для определенных условий выращивания. Причина этого не только в большом разнообразии почвенно-климатических условий, но и в ограниченных селекционно-генетических возможностях по сочетанию различных адаптивных признаков в одном генотипе. Изменение погодных условий вызывает глубокие изменения в морфогенезе растений: существенное снижение урожайности и элементов продуктивности у ярового ячменя в условиях юго-востока ЦЧП происходит в острозасушливые годы и годы с ранней засухой, засушливые условия второй половины вегетации меньше влияют на конечную урожайность, однако существует сортовая специфичность. В целом реальная продуктивность растений ячменя снижается при неблагоприятных условиях за счет редукции побегов кущения на 16 %, колосоносных побегов – на 13,7 % и количества зерновок – на 11,1 % (Горшкова, Рымарь, 1998).

Одним из наиболее важных свойств сортов ярового ячменя, создаваемых для условий Воронежской области, является засухоустойчивость, которая определяется, в частности, быстрым начальным стартовым ростом растений и более коротким периодом от всходов до колошения. Продолжительность вегетационного периода всходы-колошение стандартных сортов Нутанс 553 и Приазовский 9 составила за годы изучения 35-39 дней и 38-43 дня. Наибольшей продуктивностью и крупным зерном в условиях области, особенно в засушливые годы, обладали среднеранние и среднеспелые образцы, выколашивающиеся одновременно со стандартами. Широкое использование в схемах скрещивания по данным показателям получили сортообразцы коллекции ВИР: Канире, Безенчукский 2, Нутанс 553, Нутанс 278, Нутанс 290, Оренбургский 11, Анна, Донецкий8, Хаджибей.

Исследованиями было установлено, что в условиях области высокая урожайность определяется продуктивным стеблестоем на единице площади, массой и крупностью зерна. Сравнительный анализ западно-европейской и степной групп выявил, что западно-европейские образцы имеют более высокие значения показателей кустистости, облиственности стебля и числа вторичных корней на растении, однако в засушливых условиях резко снижают продуктивность зерновой части ценоза. Высокими показателями продуктивной кустистости в лесостепной и степной группах характеризуются сорта Гетьман, Зерноградец 770, Приазовский 9, Щедрый, Тонус, Хаджибей, Горинский.

Масса 1000 зёрен достоверно коррелирует с продуктивностью растения только у сортообразцов степной группы, также образцы степного экотипа имеют достоверно более высокую массу 1000 зёрен, чем образцы западно-европейской группы, и отличаются повышенной стабильностью этого показателя по годам. Высокой массой 1000 зерен обладают сорта Таловский 9, Одесский 22, Т-12 (Нутанс 129), Первоцелинник, Беркут, Карабалыкский 43, Илек 9, Тогузак, Нутанс 401.

Высокую урожайность зерна в условиях области формируют сорта Таловский 9, Хаджибей, Велес, созданные в ЦЧР, а также Зерноградец 770, Щедрый, Тогузак, Карабалыкский 43, Камышинский 93, Нутанс 553, Нутанс 278, Нутанс 290, Оренбургский 11, Анна, Донецкий 8, Гетьман и Канире (Новая Зеландия), т.е. сорта степного экотипа из сходных по климатическим факторам районов. Из сортов западно-европейской селекции более стабиль-

ной урожайностью в разные по влагообеспеченности годы характеризуются Туринги, Маргрет, Вивальди, Дженува.

Все поступающие в рабочую коллекцию сортообразцы ВИР изучаются на инфекционном фоне. Устойчивость к скрытостебельным вредителям изучается на усиленном провокационном фоне по разработанному в лаборатории иммунитета растений Воронежского НИИСХ способу отбора образцов с высокой регенерирующей способностью, позволяющей и при высокой повреждаемости формировать 2-3 продуктивных стебля, что сводит потери урожая до минимума. Для селекционной работы наибольший интерес представляют сорта с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям в условиях области: Омский 89, Зерноградский 492, Анна, Феникс, Партнёр, Стимул, Нутанс 278, Ca 111430, CI 10382, CI 11003.

Примером эффективного использования генофонда ВИР является создание сорта ячменя Таловский 9, который включен в Госреестр с 2007 года. Сорт степного экотипа, получен с участием продуктивных сортов степной группы – Прерия, Донецкий 8, Первенец. Достоинство сорта Донецкий 8 состоит в высоком содержании в зерне белка и лизина, хорошей приспособленности к засушливым условиям выращивания. Он характеризовался высокой устойчивостью к каменной головне и корневым гнилям и слабой восприимчивостью к пыльной головне. Сорт Первенец являлся эффективным донором устойчивости к головнёвым болезням (ген Un_8) со средней восприимчивостью к корневым гнилям. Сорт Прерия считался на тот период лучшим по устойчивости к корневым гнилям и проявлял среднюю восприимчивость к высоковирулентным расам местной популяции пыльной головни. Комбинация Первенец × Донецкий 8 создавалась для получения исходного материала с высокими кормовыми достоинствами и устойчивостью к головнёвым болезням. Выделенная из данной комбинации продуктивная линия значительно полегала во влажные годы и формировала зерно с низкой массой 1000 зёрен. Для селекционного улучшения по крупности зерна линия была включена в скрещивание с сортом Прерия, который поступил в рабочую коллекцию как источник высокой засухоустойчивости и крупнозерности. Изучение в условиях Каменной Степи позволило охарактеризовать его как продуктивный длинностебельный сорт с хорошей кустистостью (2,5-3,4 стебля) и очень высокой массой 1000 зёрен (более 50 г). У гибридов первого поколения проявился эффект гетерозиса по продуктивной кустистости и массе зерна с растения, в популяции F_2 отмечена высокая интенсивность роста и развития на ранних стадиях онтогенеза и более высокая устойчивость к полеганию, чем у сорта Прерия. Продуктивная гибридная комбинация с гетерозисным эффектом, как критерием удачно подобранных исходных форм, обеспечила эффективность отбора по комплексу показателей. Качественная оценка зерна, начиная с селекционного питомника 2 года, позволила выделить линии, характеризующиеся крупным зерном высокой выравненности (более 85 %), с высоким содержанием белка (11,97-12,8 %) и высокой стекловидностью эндосперма (78-81,2 %).

В результате селекционных оценок и отборов был создан засухоустойчивый сорт ярового ячменя кормового направления Таловский 9, формирующий крупное и выровненное зерно высокой стекловидности. Новый сорт характеризуется высокой устойчивостью к корневым гнилям и каменной головне, слабой восприимчивостью к пыльной головне. Отличается высокими показателями регенерирующей способности, что компенсирует восприимчивость к повреждению шведской мухой. Сорт отличается высокими адаптивными свойствами к условиям ЦЧП, что позволяет получать стабильные урожаи в различные по влагообеспеченности годы (Голова, Ершова, 2009).

Заключение

Поскольку разнообразие исходного материала, степень его изученности имеют решающее значение для эффективной селекционной работы, роль мировой коллекции генетических ресурсов ячменя не только не теряет своей значимости, но и возрастает в связи с повышением требований к новым сортам в меняющихся условиях выращивания. Н.И. Вавилов (1987) неоднократно отмечал, что «учение об исходном материале, о происхождении культурных расте-

ний должно быть поставлено в основу селекции как науки». Созданный под его руководством научно-исследовательский институт растениеводства до настоящего времени сохраняет и приумножает уникальную мировую коллекцию растений, что способствует созданию новых современных сортов, отвечающих требованиям сельскохозяйственного производства.

Литература

Трофимовская А.Я. Ячмень (Эволюция, классификация, селекция). Л.,1972. 296 с.

Методические рекомендации по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л., 1981. 30 с.

Изучение головнеустойчивости зерновых колосовых культур. Методические указания. Л., 1987. 110 с.

Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 267 с.

Горшкова В.А., Рымарь В.Т. Ячмень. Каменная Степь, 1998. 312 с.

Голова Т.Г., Ершова Л.А. Новый сорт ярового ячменя кормового использования Таловский 9 // Сборник статей «Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства», часть 1,2009. Саратов. С. 170-175.

Вавилов Н.И. Селекция как наука // В кн.: Теоретические основы селекции. М., 1987. С. 28-40.

УДК633.13

СЕЛЕКЦИЯ ВЫСОКОУРОЖАЙНЫХ, АДАПТИВНЫХ СОРТОВ ОВСА В УЛЬЯНОВСКОМ НИИСХ

З. К. Столетова, В. Г. Захаров, О. Г. Мишенькина

ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии, Ульяновск, Россия

Резюме

Результатом последних лет совместной работы Ульяновского НИИСХ и Московского НИИСХ явилось создание 3-х сортов овса комплексного направления использования: Конкур, Рысак и Дерби допущенных к использованию в производстве.

Ключевые слова: овес, сорта.

BREEDING OF PRODUCTIVE AND ADAPTIVE CULTIVARS OF OAT IN ULYANOVSK INSITUTE OF AGRICULTURE

Z. K. Stoletova, V. G. Zakharov, O. G. Mishenkina

Ulyanovsk Institute of Agriculture RAAS, Ulyanovsk, Russia

Summary

Three new oats varieties – Konkur, Rysak and Debry- were created in collaboration work of Ulyanovsk and Moscow Institutes of Agriculture. .

Key words: oats, varieties.

Введение

Овёс относится к наиболее ценным зернофуражным культурам. Его ценность обусловлена широтой использования в качестве корма для животных.

Оптимальное сочетание в зерне овса белков, жиров и углеводов, а так же присутствие необходимых человеку витаминов, микроэлементов, антиоксидантов, стеролов и других биологически активных компонентов позволяет использовать его в пищевой промышленности для производства полноценных диетических продуктов питания.

В настоящее время объёмы производства зерна овса в Российской Федерации, значительно сократились, что указывает на некоторое недопонимание значимости этой культуры для формирования полноценной кормовой базы животноводства и здорового питания человека.

В условиях сокращения посевных площадей, но, не смотря на значительное сокращение, Россия остаётся лидером по производству овса в мире, основой стабилизации и увеличения объёмов производства продукции растениеводства, в том числе и овса, является рост урожайности, в первую очередь за счёт использования возможностей современной селекции.

Адаптивная селекция данной культуры направлена на создание сортов целевого назначения использования адекватно реагирующих на меняющиеся условия внешней среды, которые реализуются на основе знаний о характере формирования конкретных признаков с заданными параметрами.

Селекционная работа по овсу в институте была начата в 1976 году. Ведётся она совместно с лабораторией селекции Московского НИИСХ. За время работы было создано 12 сортов, из них районировано 8 сортов: Друг, Скакун, Галоп, Аллюр, Стригунок, Конкур, Рысак и Дерби. Сорта Пируэт, Каприоль и Чалый проходят государственное сортоиспытание.

Результатом последних лет совместной работы двух институтов явилось создание 3-х сортов овса комплексного направления использования: Конкур, Рысак и Дерби допущенных к использованию в производстве.

Конкур и Рысак были переданы на государственное сортоиспытание в 2006 году. Авторами сортов являются - Столетова З.К., Потушанская М.И., Захаров В.Г., Степанова Т.В., Лызлов Е.В., Магуров П.Ф., Лейбович Я.Г., Филоненко З.В., Разумовская Л.Г.

Сорт Конкур выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции Soroca x 28h910. Разновидность – mutica. Тип куста прямостоячий, флаговый лист слабо наклонён. Метёлка прямостоячая, полусжатая, длина метёлки средняя. Высота растения – 111 см, при этом сорт отличается высокой устойчивостью к полеганию (5 баллов). Продуктивная кустистость 1,5 – 1,7 стеблей. По продолжительности вегетационного периода (от всходов до созревания) относится к среднеспелым (80 дней) сортам.

Средняя урожайность сорта Конкур за годы конкурсного сортоиспытания (2003 – 2005 гг) составила – 4,39 т/га.

Достоинством сорта являются высокие показатели качества зерна, которые соответствуют требованиям, предъявляемым ценным сортам. Плёнчатость находится в пределах 24 – 27%, зерно слабо остистое, средней крупности, удлинённое, белое. Число зерен в метёлке 30 – 40 штук, масса 1000 зёрен – 35 – 37 г, натура – 500 – 570 г/л, содержание сырого протеина 12 – 13%.

К числу положительных признаков сорта Конкур следует отнести слабую восприимчивость к поражению пыльной головнёй, корончатой и стеблевой ржавчиной.

В системе государственного сортоиспытания сорт Конкур испытывался в семи регионах РФ: Северо – Западном (2), Центральном (3), Волго – Вятском (4), Центрально – Черноземном (5), Средневолжском (7), Нижневолжском (8) и Уральском (9).

По данным результатов государственного сортоиспытания за 2007 год сорт был признан лучшим на ГСУ Псковской, Воронежской, Липецкой, Пензенской, Волгоградской, Оренбургской и Тюменской областях, а так же в Республиках Калмыкия и Башкортостан. Полученные данные позволяют сделать вывод о высокой пластичности и адаптивности сорта к разным условиям произрастания.

По данным ГСИ на Липецкой ГСС в 2008 году получена урожайность более 8,0 т/га.

После двух лет успешного испытания сорт Конкур с 2008 года включён в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию.

По состоянию на 2012 год Конкур рекомендован для возделывания в 7 – ми регионах Госреестра (2, 3, 4, 5, 7, 8, 9).

Сорт Рысак был создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции Komes x 52h979. Разновидность – mutica. Форма куста полупрямостоячая, стебель средней толщины, прочный, полый. Средняя высота растений за годы изучения составила 107 см. Сорт характеризуется высокой устойчивостью к полеганию – (5 баллов). Продуктивная кустистость – 1,40 стебля. Лист средней ширины, длинный, окраска сизо – голубая, опушение слабое.

Метёлка полусжатая, средней длины. Зерно крупное, удлинённое, белое, слабоостистое. В настоящее время Рысак является одним из наиболее крупнозёрных сортов, масса 1000 зёрен достигает 47,0 г, натура – 500 – 575 г/л, плёнчатость зерна – 24 – 28%, содержание протеина – 11 – 13%.

Сорт среднеспелый – период вегетации (от всходов до созревания) – 79 дней, период от колошения до восковой спелости – 32 дня.

Средняя урожайность за годы изучения в КСИ (2003 – 2005 гг) составила 4,68 т/га, что на 1,13 т/га выше урожайности стандартного сорта Скакун.

Достоинством сорта является высокая засухоустойчивость, устойчивость к поражению пыльной головнёй и вирусными болезнями, слабая восприимчивость к поражению корончатой и стеблевой ржавчиной.

Рысак был лучшим по результатам испытаний на ГСУ в 2007 году во Владимирской и Самарской областях. Наивысшие показатели по урожайности сорт показал на Липецкой ГСС – 5,10 т/га и на Юрьев-Польском ГСУ Владимирской области – 6,00 т/га, что на 0,61 т/га больше урожайности стандартного сорта Аргамак.

В 2009 году сорт внесён в Государственный реестр селекционных достижений с допуском к использованию по Нижневолжскому (8), с 2010 года по Средневолжскому (7) регионам, а с 2013 года допуск расширен на Уральский регион (9).

Сорт Дерби выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции 4h 1018 x 10h 1345. Авторы сорта – Столетова З.К., Захаров В.Г., Потушанская М.И., Степанова Т.В., Лызлов Е.В., Магуров П.Ф., Лейбович Я.Г.

Сорт комплексного использования на зерно и зеленую массу. Разновидность – мутика. Тип куста промежуточный. Стебель средней толщины, прочный, полый. Высота растения средняя (99 – 110 см). Устойчивость к полеганию на уровне стандартных сортов. Листовая пластина средней ширины и длины, окрас – тёмно – зелёный.

Сорт отличается высокой озернённостью метёлки и показателями качества зерна соответствующими ценным сортам. Количество зёрен в метёлке составляет 46 – 58 зёрен. Зерно среднее по крупности – масса 1000 зёрен 32,0 – 38,0 г., высоконатурное – 530 – 580 г/л, с низким содержанием плёнок 22 – 27% и высоким содержанием протеина – 12,1 – 15,4 %.

Сорт среднеспелый − длина вегетационного периода 81 – 94 дня.

По данным Госкомиссии Дерби характеризуется высокой засухоустойчивостью, что определило его включение в Госреестр с допуском к возделыванию в Нижневолжском регионе, где засухоустойчивость возделываемых сортов особенно актуально. В год проявления признака Дерби превышает сорта Скакун и Аллюр на 0,5 – 1,0 балл.

Сорт средневосприимчив к корончатой ржавчине и устойчив к поражению пыльной головнёй. Среднее поражение за годы изучения на искусственном инфекционном фоне Ульяновского НИИСХ составило 2,8%.

За годы конкурсного сортоиспытания в Ульяновском НИИСХ (2004 –2006 гг.) средняя урожайность зерна сорта Дерби составила 4,07 т/га, что на 0,87 т/га выше, чем у стандартного сорта Скакун.

За три года (2007 – 2009 гг.) государственного сортоиспытания, урожайность сорта составила 3,51 т/га, при урожайности среднего стандарта 3,46 т/га. Максимальная урожайность – 7,44 т/га получена в 2008 году на Липецкой ГСС.

Основными достоинствами сорта являются высокая продуктивность зерна и зелёной массы, а так же устойчивость к осыпанию и наиболее вредоносным болезням.

Сорт Дерби включён в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию Нижневолжскому (8) и Средневолжскому (7) регионам.

Литература

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию / Том 1. Сорта растений – Москва - 2009 – С. 15 – 16.

УДК 633.16

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОРТОИСПЫТАНИЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ПРИАЗОВСКОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Титаренко, Л. П. Титаренко, Н. А. Коробова, А. А. Козлов
ГНУ Донской НИИСХ Россельхозакадемии,
Ростовская обл., Россия, e-mail: dzni@mail.ru

Резюме

Ячмень – важная зернофуражная и продовольственная культура, дает прекрасное сырье для пивоваренной промышленности. В Ростовской области используется в основном для приготовления различного вида комбикормов.

Ключевые слова: ячмень, корма.

ECOLOGICAL EVALUATION OF CULTIVARS OF SPRING BARLEY UNDER CONDITION OF NEAR AZOV TERRITORY OF ROSTOV REGION

A. V. Titarenko, L. P. Titarenko, N. A. Korobova, A. A. Kozlov
Don Institute of Agriculture RAAS, Rostov region, Russia, E-mail: dzni@mail.ru

Summary

Barley is important cereal and food crops in Rostov region. The grain of barley is used for brewing and mainly for the preparation various feed.

Key words: barley, feed.

Посевная площадь ярового ячменя в области в среднем за 2000-2007 годы составляла 821,2 тыс. га или 18,1% от всей посевной площади сельскохозяйственных культур. В настоящее время площадь под ячменем почти в два раза меньше. Одна из причин - более низкая в сравнение с озимой пшеницей урожайность ярового ячменя, обусловленная, в свою очередь, худшим использованием агроэкологического потенциала сортов [1].

Не менее важно также, что в регионе мало испытывается сортов других научных учреждений. В данном плане экологическое сортоиспытание может служить мощным фактором в оценке созданного материала. Доказательством этого служат результаты урожайности ярового ячменя на демонстрационном посеве полигона «День поля России – 2007» [2]. Сорта «поволжской» и «самарской» селекции не уступали по урожаю зерна сортам местной селекции. Целесообразность и необходимость таких исследований отражена в определенной мере в представленной работе.

Материал и методика. Изучались сорта КНИИСХ им. П.П.Лукьяненко (Виконт, Мамлюк, Рубикон, Стимул), Ставропольского НИИСХ (Вакула, Гетьман, Одесский 22, Прерия), НИИСХ Юго-Востока (Нутанс 278, Як-401), ВНИИЗК им. И.Г.Калиненко (Сокол), Воронеж-

ского НИИСХ (Линия 3), Поволжского НИИСХ (Агат) и образец Медикум 157, переданный в Госсортоиспытание как сорт, полученный в результате совместной работы селекционеров Донского и Самарского НИИСХ.

Погодные условия в годы проведения исследований были различные. Недостаточное количество осадков и высокие температуры воздуха в 2010 году негативно отразились на росте и развитии растений ячменя. Наиболее благоприятным по метеорологическим условиям был 2011 год. 2012 год по температурному режиму и количеству осадков мало отличался от данных среднемноголетних значений. Однако из-за неравномерного распределения осадков в период летней вегетации растений в выигрышном положении оказались позднеспелые сорта.

Опыты закладывались на делянках с учетной площадью 15 $м^2$, повторность - двухкратная, предшественник – горох. Уборка проводилась комбайном Сампо 130, подработка зерна – на ПСМ-0,5. Содержание белка определяли в аналитической лаборатории института.

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена методами вариационной статистики [3].

Результаты исследований. Среднесортовая урожайность ярового ячменя в 2010 году составляла 2,51 т/га, в 2011 г. – 4,48 и в 2012 году – 3,61 т/га, то есть урожай зерна в основном определялся климатическими условиями этих лет. В условиях засушливого 2010 года многие сорта были лучше стандарта (табл.1). При этом следует отметить, что сорта Поволжского и НИИСХ Юго-Востока не показали тех преимуществ, которые были отмечены в 2007 году. Вполне возможно в последнем случае урожайность отчасти определялась экологической разнокачественностью семян.

Таблица 1. Урожайность ярового ячменя, т/га

Название сорта	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее
Прерия – ст.	2,19	4,48	3,51	3,39
Вакула	2,64	4,70	4,62	3,99
Гетьман	2,38	4,0	5,03	3,80
Одесский 22	2,32	4,58	3,94	3,61
Виконт	2,46	4,72	3,88	3,69
Мамлюк	1,98	4,54	3,64	3,39
Рубикон	3,05	4,30	3,54	3,63
Стимул	2,88	4,74	3,15	3,59
Сокол	2,74	4,83	4,08	3,88
Медикум 157	3,19	4,99	3,74	3,97
Линия 3	2,86	4,58	3,71	3,72
Нутанс 278	2,32	4,24	3,52	3,36
Як-401	2,04	4,16	3,48	3,23
Агат	2,06	3,91	3,98	3,32
$НСР_{05}$	0,30	0,32	0,28	

Лучший на «Дне поля» по урожайности сортообразец Медикум 157 после проведения негативных браковок оказался наиболее урожайным в 2010 году. При этом он выделялся среди всех сортов и по скороспелости. В 2011 году достоверно превысили Прерию только два сорта: Сокол и Медикум 157, в 2012 г. – Гетьман, Одесский 22, Виконт, Сокол. Выпавшие в этот год в позднюю фазу развития растений ячменя осадки сыграли положительную роль при формировании урожая зерна позднеспелых сортов. В среднем по трехлетним данным экологического сортоиспытания по урожайности выделились сорта Вакула и Медикум 157.

Параллельное изучение ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании выявило более значимое превосходство сорта Медикум 157 по урожайности– 3,69 т/га получено в среднем по сорту Прерия, 3,66 – по сорту Сокол, 3,91 – по сорту Вакула и 4,08 т/га – по Медикум 157.

В 2011 году сорт Медикум 157 по комплексу селекционно-ценных признаков и свойств был передан в Государственное сортоиспытание.

Климатические условия Приазовской зоны Ростовской области (высокий уровень солнечной инсоляции, малое количество осадков) в целом благоприятны для получения зерна ячменя с высоким содержанием белка (табл. 2). Только в отдельные годы содержание белка в зерне опускалось менее 12% и то не по всем сортам. Среди изучавшихся сортов Одесский 22 характеризовался наименьшим содержанием белка в зерне, однако по многолетним данным и этот сорт не отвечал требованиям ГОСТа ячменя пивоваренного.

Таблица 2. Содержание белка в зерне ячменя, %

Название сорта	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее
Прерия – ст.	14,4	14,8	12,0	13,7
Вакула	13,4	13,4	11,9	12,9
Гетьман	13,8	14,8	11,9	13,5
Одесский 22	13,0	12,5	11,2	12,2
Виконт	13,3	14,8	11,8	13,3
Мамлюк	13,2	15,0	10,6	12,9
Рубикон	12,9	13,9	11,6	12,8
Стимул	14,4	13,9	11,6	13,3
Сокол	13,4	14,3	11,9	13,2
Медикум 157	14,4	13,4	11,5	13,1
Линия 3	14,0	14,1	12,1	13,4
Нутанс 278	13,8	13,8	11,8	13,1
Як-401	14,6	13,8	12,2	13,5
Агат	15,1	14,6	12,2	14,0

По данным конкурсного сортоиспытания в 2012 году содержание белка в зерне сортов Прерия составило 12,6%, Сокол – 11,9%, Вакула 12,2% и Медикум 157 – 10,7%, что несколько отлично от данных экологического сортоиспытания. Это обусловлено, скорее всего, почвенной неоднородностью, поскольку месторасположение питомников было различное.

Как правило, между урожайностью и содержанием белка в зерне наблюдается отрицательная корреляционная зависимость. Исходя из проведенных расчетов по усредненным данным трехлетнего экологического сортоиспытания ячменя, коэффициент корреляции составил $r = -0,31 \pm 0,27$ с варьированием знака по годам. Небольшое значение коэффициента с изменением направленности зависимости делает возможным создание высокоурожайных сортов с низким содержанием белка.

Таким образом, экологическое сортоиспытание как один из элементов селекционного процесса обеспечивает получение более разносторонней характеристики созданного материала, может быть весомым дополнением к результатам Государственного сортоиспытания. С другой стороны, является элементом творческого сотрудничества селекционеров в создании и продвижении сортов в большем количестве регионов районирования.

Литература

Алабушев, А. В. Повышение эффективности производства зерна на основе инновационных процессов / А. В. Алабушев, С. А. Раева, Е. В. Еремеева. – Зерновое хозяйство России. -2011. -№2. – С. 62-67.

Титаренко А. В. Урожайность ярового ячменя в условиях Ростовской области / А. В. Титаренко, Л. П. Титаренко, Н. А. Коробова. – Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – С-П, 2009. – Т.165. С. 164-165.

Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Вышейшая школа, 1973. – 320 с.

УДК 633.13

КОМБИНАЦИОННАЯ СЕЛЕКЦИЯ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В КРАСНОДАРСКОМ НИИСХ

Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин, С. А. Левштанов, Н. А. Веретельникова
ГНУ Краснодарский НИИСХ Россельхозакадемии,
г. Краснодар, Россия, e-mail: Barley@kniish.ru

Резюме

Представлены результаты селекции озимого ячменя в Краснодарском НИИСХ за 80 лет (1934-2012 гг.). Подбор родительских пар для скрещивания по принципам морфо-биологической контрастности и географической отдаленности позволил создать более 40 сортов озимого ячменя, из которых 35 районированы.

Ключевые слова: ячмень, селекция, сорта.

COMBINING ABILITY BREEDING OF WINTER BARLEY IN KRASNODAR INSTITUTE OF AGRICULTURE

T. E. Kuznetsova, N. V. Serkin, S.A. Levshtanov, N.A. Veretelnikova
Krasnodar Institute of Agriculture RAAS,
Krasnodar, Russia, e-mail: Barley@kniish.ru

Summary

Results of winter barley breeding in Krasnodar RIA during 80 y. (1934-2012) are offered. Parental pairs for crossing picked up on the basis of morpho-biological contrast and geographical distance. More than 40 varieties were created, 35 of them were released.

Key words: winter barley, varieties, breeding.

Введение

Эффективность селекционной работы, как показывают анализ многолетнего собственного материала, а также достижения других отечественных и зарубежных учреждений, определяется знанием исходного материала, правильным выбором принципов подбора родительских пар и целенаправленной работы в популяциях. К тому же интуиция, опыт селекционера значительно увеличивает шанс отбора удачных сочетаний признаков, которые обеспечат решение задач не только сегодняшнего дня, но и на перспективу.

С использованием эколого-географических принципов, установленных Н.И. Вавиловым [1], создан первый гибридный сорт озимого ячменя на Кубани Краснодарский 1918 [2]. Он был районирован в 1948 году и находился в производстве более 20 лет. Благодаря хорошей приспособленностью к местным условиям Краснодарский 1918 входит в родословную большинства сортов выведенных в Краснодарском НИИСХ. Недостатком сорта является слабая устойчивость к полеганию.

Практика показала, что уровень урожайности и её стабильность в регионе зависит от зимостойкости, устойчивости к полеганию и болезням. Долгое время все попытки объединить в одном генотипе зти признаки, оказались безуспешными. В связи с биологическими особенностями рода *Hordeum* L. очень сложно найти желаемое сочетание зимоморозостойкости с другими хозяйственно-ценными признаками, и в первую очередь, с устойчивостью к полеганию и болезням. Эти трудности связаны с отрицательной корреляцией между определяющими продуктивность признаками. Причины связаны с существованием отрицательной корреляции между признаками, определяющими продуктивность. Например, при положительной связи (r=0,72) между признаками «глубина залегания узла кущения» и «зимостойкость» наблюдается

развития нежелательной ситуации: чем глубже узел кущения, тем ниже кустистость растений (r= -0,63±0,14), соответственно и продуктивность [3]. Чем выше морозостойкость, тем сорт сильнее полегает, поражается мучнистой росой, карликовой ржавчиной [4]. Высокоморозостойкие сорта в 1,5-2 раза уступают по продуктивности средне и слабоморозостойким.

Одним из эффективных методов преодоления этих отрицательных взаимосвязей стало скрещивание морфо-биологически контрастных форм на фоне географической отдаленности, что привело к широкому формообразовательному процессу. В результате сложились реальные возможности получить трансгрессивные формы по различным признакам, в том числе и по урожайности. Включение в программу гибридизации плотноколосых и рыхлоколосых, безостых и остистых, многорядных и двурядных, высокорослых и карликовых, скороспелых и позднеспелых, озимых, яровых и с альтернативным типом развития форм, относящихся к разным экогруппам, в ГНУ Краснодарском НИИСХ позволило создать более 40 сортов озимого ячменя. В этом несомненно огромную роль сыграла коллекция Всероссийского Института Растениеводства им. Н.И. Вавилова.

Максимальное значение трансгрессивных отклонений отмечено в комбинациях, включающих европейские, североамериканские сорта, так же сорта и линии местной селекции. Наиболее результативными оказались скрещивания рыхлоколосового сорта Фогельзангер Гольд центральноевропейской экологической группы с североамериканскими плотноколосыми остистыми и безостыми сортами Харрисон, Паоли, Джефферсон. Сорт Метеор (Фогельзангер Гольд/Паоли), Циклон (Фогельзангер Гольд/Поиск) и ряд линий, полученных с участием этих сортов, явились определенным достижением по устойчивости к полеганию, болезням и продуктивности.

Особо следует остановиться на родительской форме Фогельзангер Гольд. При изучении коллекционного материала на Кубанской опытной станции ВИР внимание А.Я. Трофимовской привлекло чистота растений этого сорта от мучнистой росы по сравнению с другими образцами. Она предоставила семена В.М. Шевцову и настоятельно порекомендовала включить его в гибридизацию как источник высокой продуктивной кустистости, устойчивости к мучнистой росе. Надежды оправдались сполна. В генеалогии 97% сортов озимого ячменя сорт Фогельзангер Гольд занимает определенную нишу.

При скрещивании контрастных по морфобиологии, происхождению генотипов наблюдаются продолжительные формообразовательные процессы, дающие новые отклоняющиеся формы в линиях, что позволяет селекционеру путем повторных отборов создавать новые более высокоурожайные сорта. При повторном индивидуальном отборе из линии 307-11 выведены сорта Козырь и Михайло, из линии 354-1 – сорта Добрыня-3, Кондрат, Фараон, Зимур, в родословной которых 3 образца североамериканской экогруппы, один – центральноевропейской, один – китайской, 7 северокавказкой, в том числе 2 собственных мутанта. Каждый сорт индивидуум и имеет свои особенности: Добрыня-3 – зимостойкий, пластичный, устойчивый к карликовой ржавчине; Кондрат – высокопродуктивный, устойчивый к полеганию; Фараон – морозостойкий, устойчивый к пятнистостям, полеганию, «двуручка»; Зимур – морозостойкий, скороспелый.

Каждую сортосмену можно рассматривать как качественный и количественный скачек в селекции. Только она по существу показывает эффективность работы коллектива. Селекция озимого ячменя шла от многорядного рыхлоколосого европейского типа (d=11-13) к плотноколосому (d=14-16). Создание первых многорядных плотноколосых высокоурожайных сортов Завет-3, Новатор, Метеор, особенно сорта Циклон, представляющего трансгрессию с оптимальным балансом основных компонентов продуктивности, явилось доказательством того, что данный агротип больше отвечает требованиям производственников.

В предыдущие годы уборочная площадь озимого ячменя в крае колебалась от 227 до 307 тыс. га. Последние три года в связи с эпидемиологической ситуацией в свиноводстве резко сократились площади посева под этой культурой. К тому же плохие погодные условия зимы 2012 года привели к гибели почти половины посевов, в результате чего уборочная площадь составила 91 тыс. га.

Выращивание одного, двух и более сортов с одной генетической основой по устойчивости к болезням часто является причиной недобора урожая. Так, из-за сильного поражения сетчатой пятнистостью сорта Вавилон в 1996 году, занимавший в структуре сортовых посевов более 50%, средней урожай по краю получен 34,2 центнера зерна с одного гектара, что на 4,8 ц/га ниже по сравнению с средней пятилетней (1996-2000 гг.), а 2005 эпифитотийном году карликовой ржавчины, когда основные площади (64,9%) были заняты однотипными по устойчивости к патогену сортами Михайло, Козырь и Павел, потери составили 5,3 ц/га.

Обычно высокая устойчивость к болезням нового сорта проявляется в первые годы его внедрения в производство. По мере расширения площадей увеличивается его восприимчивость к патогену за счет возникновения новых рас возбудителя заболевания. В связи с этим абсолютно правильно высказывание известного фитопатолога Ван дер Планка о том, что «трагедия сорта в его популярности»[5].

В естественной природе все живое, в том числе и фитопатогены, находятся в равновесии путем стабилизирующего отбора и занимают определенную нишу. Созданием иммунного сорта к одной расе, одному патогену нарушается это равновесие, усиливается давление на отбор, результатом чего является появление и распространение супервирулентной расы или даже другой болезни, ранее не имеющей экономического значения. Поэтому в селекции ячменя на устойчивость к болезням основные усилия направлены на создания толерантных сортов, сортов со средней и выше средней полевой резистентностью к распространенным листовым патогенам [4,6,7]. К тому же для получения стабильно высоких урожаев в хозяйствах используется несколько сортов, различающихся не только по устойчивости к болезням, но по зимоморозостойкости, вегетационному периоду, биологическому типу развития и т.д. Так, в 2011 году на площади 158 тыс. га выращивалось 20 сортов. Средняя урожайность по краю составила 57,5 ц/га. В этом большая заслуга сортов Кондрат, Платон и Рубеж (рис.1).

Характерной чертой селекции на ближайшую перспективу стала экологическая направленность, предусматривающая хорошее развитие признаков, ответственных за общую адаптивность растений к условиям выращивания. Последние годы успешно прошли государственное испытание и включены в Госреестр селекционных достижений России по 6 региону сорта Гордей (2011 г.), Спринтер (2012 г.) и Лазарь (2012 г.). Уже в 2012 году в крае ими были засеяны от 0,1 до 4,0% площадей озимого ячменя.

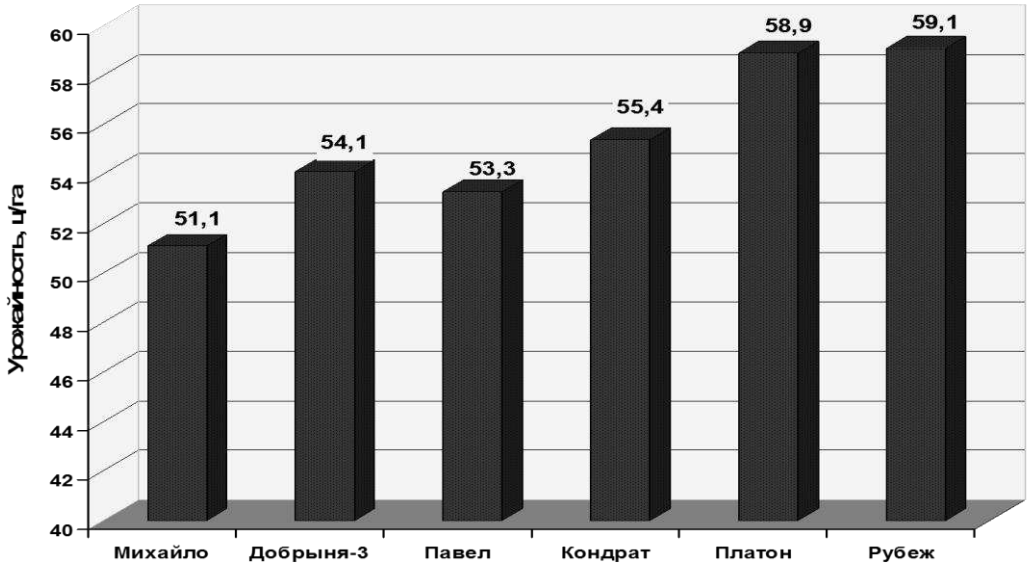


Рис.1 Урожайность сортов озимого ячменя в Краснодарском крае (по данным агроотчетов), 2010-2012 гг., ц/га

Сорт Гордей выведен методом внутривидовой гибридизации и индивидуального отбора из комбинации скрещивания Радикал/Биргит//Козырь. Ботаническая разновидность – var. parallelum. Сорт двуручка, обладает интенсивным начальным темпом роста и мощным ранневесенним отрастанием. Относится к группе среднеспелых сортов. По устойчивости к полеганию он превышает все районированные сорта. При сбалансированном минеральном питании Гордей показывает высокую полевую резистентность к мучнистой росе, в средней степени поражается карликовой ржавчиной и пятнистостями. По результатам изучения 8 лет (2005-2013 гг.) в КСИ он превысил стандарт Михайло в КНИИСХ на 3,7 ц/га, на СКСХОС – на 6,2 ц/га. Максимальная урожайность получена в 2011 году на СКСХОС по предшественнику подсолнечник 108,5 ц/га, что выше сортов Михайло и Кондрат на 8,5 ц/га.

Ежегодно в крае наблюдается увеличение площадей под кислыми почвами, основными факторами которых являются систематическое внесение физиологически кислых удобрений и выпадение кислых осадков с pH 3,0-6,5. Повышенная кислотность почвы способствует увеличению подвижности обменных оснований, прежде всего кальция, что приводит к ухудшению свойств почвы. Черноземы подвержены подкислению в большей степени, чем другие типы почв [8]. На таких подкисленных почвах плохо развивается корневая система, снижается иммунитет, урожайность. Из трех злаков – ячмень, пшеница, овес – ячмень наиболее устойчив к щелочной реакции и самый чувствительный к кислым почвам [9]. Лучшим сортом для выращивания в таких условиях является Спринтер. Он обладает повышенной зимостойкостью. За счет скороспелости сорт «уходит» от поражения основными листовыми болезнями и засухи. На инфекционном фоне показывает среднюю устойчивость к мучнистой росе, сетчатой пятнистости и ринхоспориозу. Сравнительное изучение сортов на контрастных по кислотности почвах свидетельствует о толерантности сорта Спринтер к этому эдафическому стрессу (табл. 1).

Таблица 1 Урожайность сортов Спринтер и Лазарь в зависимости от pH почвы. Краснодар, КНИИСХ

Сорт	2007 г.		2009 г.		2011 г.		Средняя	
	pH 6,2	pH 4,5	pH 6,7	pH 5,2	pH 6,5	pH 5,0	pH 6,5	pH 4,9
Скороход	48,8	33,2	58,4	35,3	57,1	39,7	54,8	36,0
Кондрат	54,3	40,4	76,1	44,7	69,5	66,6	66,6	50,6
Спринтер	55,3	63,5	69,3	79,2	66,5	69,3	64,3	70,7
Лазарь	54,5	59,8	76,5	69,8	68,2	68,0	66,4	65,9
$НСР_{05}$	2,9	3,5	3,4	3,7	3,5	3,4		

В среднем его урожайность на подкисленной почве (поле №9 КНИИСХ) была выше среднеспелого сорта Кондрат на 20,1 ц/га, скороспелого сорта Скороход – на 34,7 ц/га. На почвах ближе к нейтральной среде (поле №8 ОПХ) при средней урожайности на уровне сорта Кондрата он превысил Скороход на 9,5 ц/га.

Сорт Лазарь также толерантен к подкислению почвы. Он получен методом ступенчатой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции 311-13/320-13 НЭМ. Относится к разновидности var. parallelum. Обладает средней зимостойкостью, полевой резистентностью к мучнистой росе и карликовой ржавчине. Имеет упругую, прочную соломину, что позволяет возделывать сорт на высоком агрофоне. Относится к группе среднеспелых сортов. В среднем за 5 лет по урожайности Спринтер и Лазарь были на уровне сорта Кондрат и выше стандарта Михайло в КНИИСХ на 1,7 ц/га (табл. 2)

Таблица 2 Урожайность новых сортов озимого ячменя, ц/га

Сорт	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Средняя
КНИИСХ						
Михайло-ст.	58,8	63,9	46,5	63,9	28,6	52,3
Кондрат	61,5	62,6	50,6	67,8	26,1	53,7
Спринтер	62,8	69,4	49,7	60,2	28,0	54,0
Лазарь	64,6	63,3	50,5	64,9	26,9	54,0
Стратег	69,2	68,3	51,4	71,8	28,5	57,1
Иосиф	70,3	73,2	52,4	71,1	32,8	60,0
$НСР_{05}$	3,3	3,2	2,2	3,2	2,3	
СКСХОС						
Михайло-ст.	78,2	75,7	74,0	88,4	48,9	73,0
Кондрат	80,6	78,1	76,0	88,4	52,0	74,8
Спринтер	80,5	78,2	76,8	84,9	45,7	73,2
Лазарь	81,8	78,6	80,0	85,4	50,9	75,3
Стратег	83,4	82,8	76,5	88,9	48,1	75,8
Иосиф	-	-	84,9	93,9	52,9	77,2
$НСР_{05}$	2,2	2,6	3,3	3,0	2,7	

На СКСХОС при равной урожайности Спринтера и Михайло, сорт Лазарь превысил стандарт на 2,3 ц/га. Почвы СКСХОС (северная зона Краснодарского края, ст. Ленинградская) имеют нейтральную и слабощелочную реакцию. По данным сортоиспытания в двух пунктах можно сделать вывод, что Лазарь меньше реагирует на pH почвы, чем Спринтер.

Переданы на государственное сортоиспытание два сорта: Стратег и Иосиф.

Стратег выведен методом ступенчатой внутривидовой гибридизации. Элитный колос отобран из гибридной комбинации 268-1-1/320М//Секрет. Ботаническая разновидность var. parallelum. Удачное сочетание в генотипе хорошей зимостойкости, устойчивости к полеганию и листостебельным болезням позволяет сорту формировать хороший урожай. Стратег – двуручка. Относится к группе среднеспелых сортов.

Улучшение признака устойчивости к полеганию в селекции озимого ячменя всегда было приоритетным направлением, и сейчас она остается весьма актуальной. В зависимости от времени и степени полегания потери урожая велики, в отдельные годы они доходят до 50%. Старые местные сорта Красный Дар, Круглик 21, Краснодарский 2929 и сорта созданные методом гибридизации Краснодарский 1918, Краснодарский 16, Старт, Актив, Локус, Дебют, Самсон, относящийся к разновидности var. pallidum, имеют слабую соломину и склоны к сильному полеганию. Можно сказать эти сорта экстенсивного типа. Изучение анатомического строения стебля показало, что у этих сортов меньшее количество механической ткани в проводящих пучках, склеренхимном кольце и т.д., чем в современных европейских сортах. Формы с рыхлым типом колоса, чаще имеют выровненное, крупное зерно, на что в настоящее время производственники обращают большое внимание. Учитывая это обстоятельство нами создан сорт Иосиф, с рыхлым типом колоса. Ботаническая разновидность var. pallidum. От скрещивания двух контрасных по морфологии линий: 365-1 (var. pallidum) и 354-1-2-3 (var. parallelum) в популяции наблюдался большой размах изменчивости по адаптационным признакам, в том числе и по продуктивности. Выделенная линия, в последующим названная сортом Иосиф за 5 лет изучения в сортоиспытании в КНИИСХ и 3 года в СКСХОС показала высокую урожайность превысив высокопродуктивный сорт Кондрат на 2,6-6,3 ц/га. Сорт высокорослый (125-120 см), устойчив к полеганию. Относится к группе среднепоздних сортов. Обладает хорошей зимостойкостью, полевой устой-

чивостью мучнистой росе, карликовой ржавчине, в средней степени поражается гельминтоспориозными пятнистостями. По морозостойкости на уровне сорта Михайло.

Селекция это искусство. Огромное разнообразие форм, созданных самой «матушкой» природой и селекционерами, которыми обладает коллекция ВИР, является главным источником исходного материала для селекции сельскохозяйственных культур, в том числе для селекции озимого ячменя. Резервы еще не исчерпаны.

Следует отметить о высокой значимости мутантов в селекции ячменя. Академик В.М. Шевцов индуцированный мутагенез считал одним из методов создания ценных источников для улучшения того или иного признака путем включения их в гибридизацию. В родословную большинства сортов входят от 2 до 5 мутантов. Дело начатое В.М. Шевцовым продолжается и весьма результативно.

Литература

Вавилов, Н.И. Ботанико-географические основы селекции. (Учение об исходном материале в селекции) / Н. И. Вавилов // Теоретические основы селекции растений. – М. – Л. – 1935, - Т-1. – С. 17-74.

Шевцов, В.М. Селекция ячменя на Северном Кавказе / Шевцов Виктор Михайлович: автореф. дисс.. доктора с.-х. наук. – Немчиновка. – 1982. – 32 с.

Громачевский, В.Н. Итоги селекции озимого и ярового ячменя за 50 лет (1914-1964) в Краснодарском НИИСХ / В.Н. Громачевский // Труды Краснодарского НИИСХ. – Вып. II. – Краснодар. – 1966. – с.71.

Кузнецова, Т.Е. Стратегия селекции ячменя на устойчивость к болезням / Т.Е. Кузнецова // Вестник Академии сельскохозяйственных наук. – 2007, №2. – С. 14,15.

Кузнецова, Т.Е. Селекция озимого ячменя на устойчивость к болезням / Т.Е. Кузнецова, Н.В. Серкин. – Краснодар. – ООО «Просвещение Юг», 2006 . – 287 с.

Кузнецова, Т.Е. Селекция озимого ячменя в Краснодарском крае / Т.Е. Кузнецова, Н.В. Серкин, С.А. Левштанов, В.М. Коротков // Земледелие, №6. – 2010. – С. 38,39.

Ван-дер-Планк, Я. Устойчивость растений к болезням / Я. Ван-дер-Планк / . – М.: Мир. – 1981. – 236 с.

Жукова, Л.А. Процессы сорбции ионов кадмия в почвах Центрального Черноземья / Л.А. Жукова, И.В. Глебова, А.В. Курдюков, Е.Е. Бриндукова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии . – 2010. - №2. – С. – 82-90.

Poehlman, J. M Adaptation und Distibution */ J.M. Poehlman //* Barley Mong *// D.C. Rasmusson* et. al. – Madison. American Society of Agronomy. – 1995. - P. 1-15

.

УДК 633.13

ИСТОРИЯ И УСПЕХИ СЕЛЕКЦИИ ЗИМУЮЩЕГО ОВСА В АДЫГЕЕ

М. В. Кузенко, Г. Н. Гудкова
ГНУ Адыгейский НИИ сельского хозяйства Россельхозакадемии,
г. Майкоп, Россия, e-mail gnuaniish@mail.ru

Резюме

Представлены результаты по созданию сортов зимующего овса в Адыгее.
Ключевые слова: овес, сорта.

HISTORY AND PROGRESS OF BREEDING WINTER OAT IN ADYGEYA

M. V. Kuzenko, G. N. Gudkova
Adygeya Institute of Agriculture RAAS,
Maikop, Russia, e-mail gnuaniish@mail.ru

Summary

The results of creating of oat varieties in Adygeya are presented.
Key words: oat, varieties.

Введение

Традиционно Россия занимает первое место в мире по посевным площадям овса, а в Архангельской области его посевы доходят почти до границ возможного земледелия. Большей частью овес высевают в яровом посеве, и в 18-ом веке овес как таковой был исключительно кормовой культурой, особенно для гужевого транспорта. Отсюда и питательная ценность его зерна была принята за единицу. По числу сортов овес занимает одно из ведущих мест в мире (Васько, 2007). Его выращивают на зеленую массу, на сено и на зерно. Эта ценная кормовая культура имеет также большое значение в питании человека. Исследования последних десятилетий показали, что кроме благоприятного сочетания в зерне белков, углеводов и жиров, овес отличается сравнительно высоким содержанием селена и кремния, наличием бетаглюкана и авенантрамина - веществ необходимых для повышения иммунитета организма человека (Лоскутов, 2007)

Зимующий овес является сравнительно молодой культурой как в плане использования ее человеком, так и по продолжительности селекции. Озимые посевы овса практикуются в странах с короткой и мягкой зимой (Средиземноморье и Средняя Азия). Селекцию на зимостойкость этой культуры проводят в странах Западной Европы и Северной Америки, где овес широко используется на зеленый корм, фураж и продовольственное зерно. В Австралии созданы сорта зимующего овса пастбищного типа (Васько, 2007).

Зимующие овсы называют «двуручками», то есть такими формами, которые могут высеваться как весной, так и осенью. Посевы зимующего овса не страдают от воздействия весенних засух, уходят от повреждения шведской мухой, значительно меньше повреждаются пиявицей красногрудой, так как к моменту появления листогрызущих вредителей его лист огрубевает и имеет мощный восковой налет. По сравнения с яровым овсом зимующий дает в 1,5 - 2 раза больший урожай зерна и вегетативной массы (Щепетков, 1974). При укосе до выметывания зимующий овес прекрасно отрастает (растут боковые побеги) и можно получить второй укос или зерно. Двойное использование посевов зимующего овса экономически выгодно (Гудкова, 2003, 2011).

В предгорьях Северного Кавказа посевы овса осенью практиковались периодически с 1935 года (1935-1938, 1949 – 1989). С появлением районированных сортов зимующего овса площади посевов то увеличивались, то уменьшались (Щепетков, 2001).

В нашей стране первым сортом зимующего овса стал Кабардинец**,** выделенный К. Н. Керефовым в результате изучения мировой коллекции овса в условиях Кабардино-Балкарии. Сорт был районирован в 1969 году и долгое время являлся стандартом в системе государственного испытания.

В Адыгее селекционная работа с овсом зимующим была начата на Майкопской опытной станции ВИР, и первые гибриды были получены В.А. Борковской. Они были переданы (в количестве 43 штук) вместе с образцами мировой коллекции овса на Адыгейскую сельскохозяйственную областную опытную станцию (теперь ГНУ Адыгейский НИИСХ), где была начата в 1964 году селекционная работа под руководством кандидата сельскохозяйственных наук А. А. Щепеткова. С целью поиска исходного материала для селекции была изучена практически вся мировая коллекция овса ВИР, а также и другие оригинальные формы, полученные из различных селекционных учреждений бывшего СССР.

Так как ГНУ Адыгейский НИИСХ расположен почти у северной границы ареала возможного возделывания зимующего овса, было возможно проведение жесткого отбора адаптивных форм в полевых условиях. Почвы опытного поля представляли собой слитой чернозем тяжелого механического состава, с низкой оструктуренностью, неблагоприятными водно-воздушными свойствами, с большой уплотненностью подпахотного слитого горизонта. Значительное переувлажнение почвы поздней осенью и длительное весной были в отдельные годы более губительны, чем низкие температурные условия (Щепетков, 2001).

Первоочередной задачей было повышение зимостойкости культуры, для чего проводили промораживание гибридных популяций в морозильных камерах для выделения более морозостойких форм. В скрещивания привлекали дикие виды – сородичи культурных овсов (образцы южного и обыкновенного овсюга). Известно, что дикие виды содержат ценные гены, контролирующие такие признаки, как высокая продуктивность метелки, урожайность зеленой массы, качество зерна, крупнозерность, устойчивость к болезням.

Проблема отбора устойчивых к болезням форм осложнялась тем обстоятельством, что большинство известных источников устойчивости являлись яровыми формами. Применяя насыщающие скрещивания, А. А. Щепетков получил материал, который успешно прошел проверку на искусственном инфекционном фоне.

На начальных этапах селекционной работы по зимующему овсу было выбрано направление по созданию кормовых укосных сортов. Гибридный питомник был заложен в 1967 году. Первый переданный А.А. Щепетковым в ГСИ сорт Адыгейский-575 (табл.), проходил государственные испытания в 1974-1978 гг., но районирован не был, хотя достоверно превышал стандарт Кабардинец по выходу зеленой массы (451 против 401 ц/га, соответственно). В последующем селекционная работа была направлена на создание сортов двойного использования, а позднее сортов зернового направления.

В 1975 г. на научно- методическом совещании на Фаленненской опытной станции ВИР было предложено провести экологическое сортоиспытание селекционных образцов зимующего овса в различных южных точках страны. Первые образцы овса зимующего были высланы в 1976 г. в Киргизский НИИ земледелия, в 1978 – на Красноводопадскую госселекстанцию (Казахская ССР), в 1982 – в Узбекский НИИ зерна.

Первыми сортами двойного использования были Адыгейский**-**19 и Утес.

Адыгейский-19 в годы испытаний (1979-1982 гг.) по урожаю зеленой массы превосходил кормовой укосный сорт Адыгейский-575, а по урожаю зерна превышал стандарт Кабардинец на 30%, однако районирован не был.

Сорта зимующего овса, созданные для южно-предгорной зоны Северного Кавказа

Сорт	Год	
	создания	районирования
Адыгейский - 575	1974	
Адыгейский 19	1979	
Утес	1981	1991
Подгорный	1981	1988
Эверест	1982	
Дустлик	1984	
Буран = Мезмай	1988	1996
Гузерипль	1987	2001
Верный	2004	2006
Оштен	2008	

Утес был передан в государственное испытание в 1981 году, отличался более высокой зимостойкостью, но был принят к районированию в 1991 году только в Чечено-Ингушетии.

Совместная работа по размножению и испытанию сортов зимующего овса быстро дала результаты. В 1981 был передан на государственное сортоиспытание сорт Подгорный, в 1982 году - сорт Эверест и в 1984 г. - сорт Дустлик.

Подгорный был первым сортом зимующего овса, рекомендованным для внедрения в производственные посевы южно-предгорной зоны Северо-Западного Кавказа. Созданный совместно с Киргизским НИИ земледелия сорт Подгорный районировали в 1988 г

Подгорный - позднеспелый сорт, вегетационный период – 283…288 дней, отличается высокой зимостойкостью. Форма куста прямостоячая. Стебель низкорослый (90 см), прочный, устойчивость к полеганию высокая – 9 баллов. Листовая пластинка слабоопушенная, темно-зеленая. Метелка средней длины – до 15 см, двухсторонняя, компактная, с приподнимающимися веточками. Зерновка среднего размера, светло-серая с темными жилками, остистая. Масса 1000 зерен 31-40 г, пленчатость 22…27%. В период выметывания сорт формирует 37- 45 т/га зеленой массы. Урожай зерна составляет 3,8…4,0 т/га. Сорт отличается устойчивостью к бактериальной пятнистости, корончатой и стеблевой ржавчинам, к пыльной головне.

Мезмай – среднеспелый сорт, вегетационный период 268 - 275 дней. Форма куста стелющаяся. Стебель низкорослый – 96 см. Листовая пластинка густо опушенная, окраска темно-зеленая. Метелка длинная – 24,5 см, раскидистая, двухсторонняя, веточки слабопоникающие. Колоски содержат до 3 цветков. Зерновка мелкая белая, нижняя цветковая чешуя преимущественно с остью. Масса 1000 зерен 28 - 41 г, пленчатость 25- 28%. Зимостойкость и устойчивость к полеганию выше средней (7 - 9 баллов). Сорт устойчив к бактериозу, ржавчинам и пыльной головне. Урожайность зерна составляет 4,0-4,5 т/га, зеленой массы 28 – 42 т/га. Сорт районирован в 1996 г., а с 2003 г. является официальным стандартом в ГСИ.

Гузерипль – среднеспелый сорт. Вегетационный период 269 - 274 дня. Форма куста промежуточная. Стебель средней высоты (115 см). Метелка длиной до 20 см, полуодносторонняя. Расположение веточек горизонтальное, колоски поникающие, с 2-3 цветками. Зерновка средняя, светлая, с палевым пятном в верхней части нижней цветковой чешуи, несущей ость. Масса 1000 зерен 32 - 37 г, пленчатость 22 - 24%. Урожайность зерна 3,5-4,5 т/га, зеленой массы 38-40 т/га. Сорт сравнительно устойчив к неблагоприятным условиям перезимовки, полеганию (7 баллов), поражению бактериальными и грибными болезнями. Районирован в 2001 году.

Верный – среднеспелый сорт, вегетационный период 271-276 дней. Форма куста промежуточная. Стебель средней высоты 120 см. Листовая пластинка слабо опушенная, восковой налет слабый, окраска листьев светло-зеленая. Метелка двухсторонняя, раскидистая, длиной до 30 см, расположение колосков пониклое. Зерновка средняя, окраска белая или светло-кремовая. Масса 1000 зерен 29 - .32 г, пленчатость 23 - 24%. Зерно отличается высоким содер-

жанием липидов – 11,3%. Урожайность зерна варьирует в производственных условиях от 4,5 - 5,0 т/га, зеленой массы 36 - 42 т/га. Сорт отличается устойчивостью к полеганию, вымерзанию и поражению корончатой и стеблевой ржавчинами. Районирован с 2006 г.

Оштен - сорт зернового направления, среднеспелый, вегетационный период 263- 269 дней. Стебель средней высоты, 110 - 115 см, не полегает. Метелка раскидистая, двухсторонняя, остистая, длиной 22 - 25 см. Зерновка средней длины, светло-желтого цвета. Масса 1000 зерен 29 - .32г, пленчатость высокая 30 - 35%. По содержанию протеина превосходит стандарт на 2 - 3%. При оптимальном сроке сева и оптимальной норме высева сорт дает урожай зерна (4,5-5,5 т/га) на уровне и выше стандарта. По устойчивости к поражению корончатой и стеблевой ржавчинам немного уступает стандарту, слабо поражается бактериальной пятнистостью и пыльной головней. Зимостоек и устойчив к полеганию. Сорт находится в государственном сортоиспытании.

Достижения селекционной работы в ГНУ Адыгейский НИИСХ подтверждены патентами и свидетельствами на селекционные достижения. Созданные в разное время сорта имеет разные направления использования. В хозяйствах республики зимующий овес выращивают еще на незначительных площадях, однако опыт использования показывает перспективность этой культуры в южно-предгорной зоне (Кузенко, 2012) Так, в условиях 2010 г. при соблюдении всех агротехнических мероприятий СПК «Родина» Красногвардейского района РА на площади 57 га урожайность сорта Мезмай составила 5,4 т/га.

Перед селекционерами института сегодня стоят следующие задачи:

повысить у новых сортов устойчивость к вымерзанию, полеганию, вымоканию и поражению болезнями;

создать сорта согласно модели, разработанной по результатам многолетнего испытания лучших линий, с высоким уровнем урожайности зерна и зеленой массы;

создать сорта с повышенным содержанием в зерне жира, белка, элементов, обеспечивающих здоровье человека и животных.

разработать сортовую агротехнику районированных сортов.

Литература

Васько В. Т. Технология возделывания полевых культур в странах мира на рубеже XXI века. – СПб.: «Профикс», 2007. – С. 223-234.

Гудкова Г.Н. Параметры модели продуктивного идиотипа зимующего овса // Вестник АГУ.- Майкоп. – 2003, № 1.- С. 47-45.

Гудкова Г.Н. Результаты селекции зимующего овса в Республике Адыгея.-Устойчивое развитие АПК в современных условиях Юга России (Сборник докл всероссийской Юбилейной научно-практ. конференции, посвященной 50-летию ГНУ Адыгейский НИИСХ Россельхозакадемии) – Часть 2. - Майкоп: «Магарин О.Г», 2011. - С. 52-57.

Лоскутов И.Г. Овес (Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность) – монография – СПб: ВНИИР, 2007. – 448 с.

Кузенко М. В., Гудкова Г.Н. Характеристика сортов овса зимующего по селекционно-ценным признакам.- Сб. докладов конф. «Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса республики Адыгея» 27-29 сент. 2012 г.- Майкоп: ИП Магарин О.Г., 2012.- С. 122-128.

Щепетков А. А., Бойцова В. П. Итоги работы по селекции зимующего гороха и зимующего овса в Адыгее.- Сб. научных работ, выпуск 111.-Адыгейское отделение Краснодарского книжного из-ва, Майкоп, 1974.- С. 37-45.

Щепетков А.А., В.П. Щепеткова К итогам работы по селекции зимующего гороха и зимующего овса. / А.А. Щепетков, В.П. Щепеткова.- Сборник научных трудов (выпуск 1У). – Майкоп: ООО «Качество», 2001. – С. 219-243.

УДК: 633.13: 631.52(212.3-571.1)

ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ОВСА В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Г. Н. Комарова, А. В. Сорокина
ГНУ Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии
г. Томск, Россия, e-mail: sibniit@mail.tomsknet.ru

Резюме

В статье изложены результаты изучения коллекционных образцов овса посевного по продолжительности вегетационного периода и основным хозяйственно-ценным признакам. По продолжительности фаз развития образцы разделены на пять групп спелости. В условиях засухи 2012 года выделены образцы с высокими технологическими качествами. Предложены образцы, пригодные к использованию в качестве родительских форм в таежной зоне Западной Сибири.

Ключевые слова: овес, исходный материал, вегетационный период, урожайность, масса 1000 зерен, пленчатость, родительские формы.

THE STUDY OF THE SOURCE MATERIAL OATS IN TAIGA ZONE OF WESTERN SIBERIA

G. N. Komarova, A. W. Sorokina
The Siberian scientific research Institute of agriculture and peat RAAS
Tomsk, Russia, e-mail: sibniit@mail.tomsknet.ru

Summary

The article presents the results of studying the collection samples of oats planting for the duration of the vegetation period and the main economically valuable characters. For the duration of the phases of development of the samples are divided into five groups of ripeness. In the conditions of drought 2012 year allocated samples with high technological qualities. Proposed designs, suitable for use as a parental forms in the taiga zone of Western Siberia.

Key words: oats, raw material, vegetation period, the yield and weight of 1000 grains, filminess, the parent form.

Введение

Овес – ценная зернофуражная культура Сибири. Возделываемые сорта должны обладать оптимальной продолжительностью вегетационного периода, а его сокращение связано с уменьшением фазы выметывание - созревание (Лоскутов, 2006). Селекция овса на скороспелость связана со значительной трудностью сочетания этого признака с высокой продуктивностью (Неттевич и др., 1970). Проблема повышения урожайности тесно связана с устойчивостью к полеганию и часто зависит от высоты стебля. В качестве генетических источников устойчивости к полеганию можно использовать низкостебельные сорта, хотя многие из них несут отрицательные признаки (Лоскутов, 2006). В селекции на устойчивость к полеганию, учитывая кормовую ценность овсяной соломы, следует идти не по пути сильного укорачивания ее, а уделять больше внимания повышенной упругости и прочности стебля (Митрофанов, Митрофанова, 1972). При выделении источников и доноров высокого качества зерна имеют преимущество формы с низкопленчатым зерном. Масса 1000 зерен является важнейшим качественным показателем сорта, отражающим особенности сорта и условия возделывания. Повышение крупности зерна – актуальная проблема в связи с распространением овсюга, а также повышением технологичности и качества сорта (Баталова, 2000; Колчанов,

1987). Сочетание в одном сорте большего количества хозяйственно-ценных признаков является целью современной селекции.

Использование разнообразных по видовому составу и географически отдаленных коллекционных образцов позволяет достичь значительных успехов в селекции овса

Цель исследования – изучить образцы коллекции ВИР, выделить сорта, пригодные к использованию в селекционной работе.

Материалы и методы

Селекционные посевы овса размещались в селекционном севообороте по озимой ржи (2011 г.) и картофелю (2012 г.). Почвы опытных участков дерново-подзолистые кислые (pH 4,0…4,5) с повышенным содержанием подвижного алюминия, супесчаные по механическому составу. Они слабо обеспечены азотом, в средней степени фосфором и обменным калием, содержат менее 2% гумуса. Обработка почвы состояла из 2-кратной культивации зяби после внесения удобрений $N_{16}P_{16}K_{16}$ по 1 ц/га. Посев и уборка делянок проводились вручную, сноповой материал обмолочен на комбайне HEGE-125. Учетная площадь делянок 0,75 м^2. Изучение исходного материала проводили согласно Методическим указаниям ВИР (Лоскутов и др., 2012). В лабораторных условиях проводили оценку технологических качеств. Погодные условия позволили оценить коллекционные образцы на устойчивость к стрессовым факторам среды (рис. 1, 2).

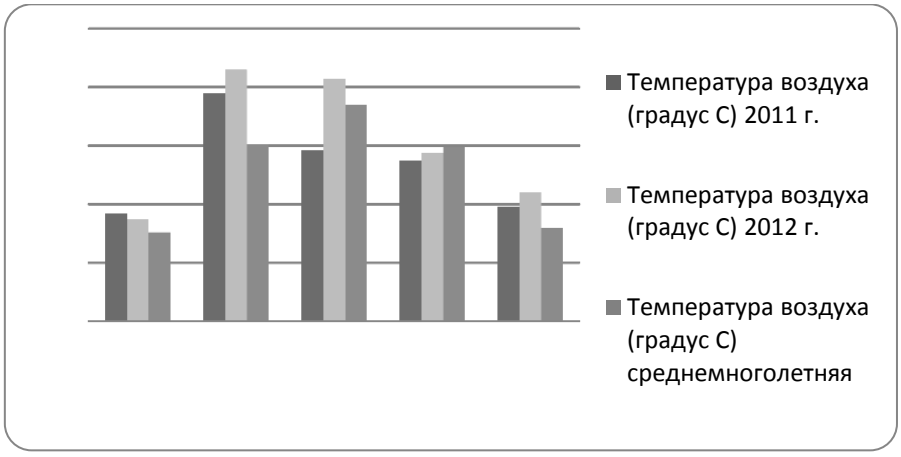


Рис. 1. Температура воздуха вегетационного периода 2011-2012 гг. (По данным Колпашевской Гидрометобсерватории)

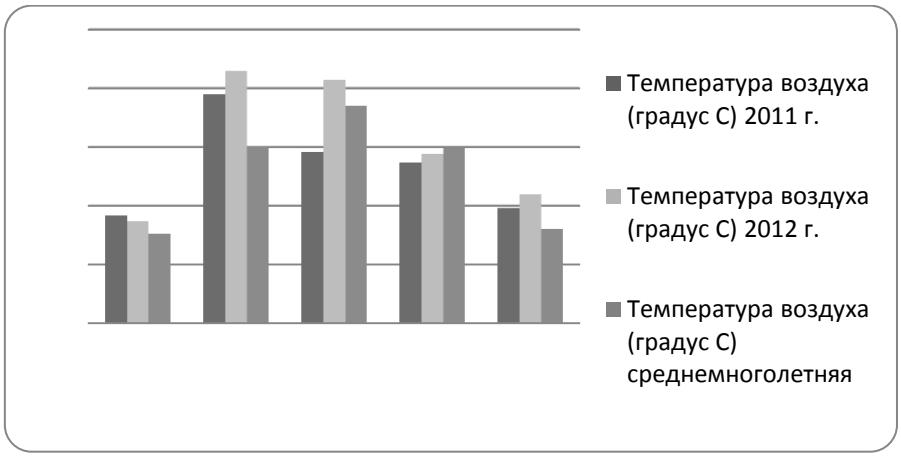


Рис. 2. Количество осадков за вегетационный период 2011-2012 гг. (По данным Колпашевской Гидрометобсерватории)

Результаты и обсуждение

По результатам исследования продолжительности вегетационного периода 2011-2012 гг. все изученные образцы разделили на 5 групп спелости, взяв за основу стандартный среднеспелый сорт Нарымский 943.

В 2011 г. в группу раннеспелых, созревших на 5-6 дней раньше стандарта Нарымский 943 (78 дней), выделились номера зарубежной селекции Texas 65-C 306, Tifton 7245 (США) и Zwarte President (Нидерланды). К среднеранним отнесено 9, к среднеспелым – 17, среднепоздним – 11 и к позднеспелым, созревших на 6-8 дней позже Нарымского 943, – 7 сортов: Аргумент, Сибирский голозерный, Иртыш 22, Florida 657 (США), Plym (Швеция), Pg 17 (Канада), Местный (Кения). В каждой группе спелости продолжительность межфазных периодов и их соотношение было различным (табл. 1).

У большинства раннеспелых и среднеранних сортов фаза всходы - выметывание была короче фазы выметывание - восковая спелость. У среднепоздних и позднеспелых сортов наоборот, фаза всходы - выметывание была более продолжительной, чем выметывание - восковая спелость. В группе среднеспелых у 9 сортов фазы были практически равными, оставшиеся сорта поделились поровну.

В 2012 г. увеличилось количество раннеспелых и среднеранних сортов, значительно уменьшилась группа среднепоздних и позднеспелых сортов, изменилось и соотношение сортов овса по продолжительности межфазных периодов. У большинства номеров продолжительность фазы всходы - выметывание преобладала над фазой выметывание - созревание, у 2 номеров из среднеранней группы она была короче и 4 практически равны (табл. 1).

Таблица 1.Соотношение межфазных периодов образцов коллекционного питомника в 2011-2012 гг.

Группа спелости	Общее количество номеров		Первая фаза вегетации короче второй		Первая фаза вегетации длиннее второй		Первая и вторая фазы вегетации одинаковы	
	2011г	2012г	2011г	2012г	2011г	2012г	2011г	2012г
раннеспелые	3	10	2	-	1	8	-	2
среднеранние	9	23	5	2	3	19	1	2
среднеспелые	17	11	4	-	4	11	9	-
среднепоздние	11	2	3	-	7	2	1	-
позднеспелые	7	1	2	-	3	1	2	-

В 2011 году большинство образцов имело высокую устойчивость к полеганию. Стандарт Нарымский 943 в среднем имел высоту 87 см и устойчивость к полеганию 5 баллов. Неудовлетворительную оценку устойчивости к полеганию имели образцы: раннеспелый Zwarte Prisident (Нидерланды), среднеспелый Ventura (Польша), позднеспелый Florida 657 (США), среднепоздние Местный (Кения), Maatiaiskaura NR 29871(Финляндия), Portuguesa (Бразилия), имеющий наряду с турецким сортом С.I. 9101 (Турция) самые короткие стебли (51-63см). Высоту более 100 см имели сорта Sirius II, Plym (Швеция), Стригунок, Maatiaiskaura NR 29871(Финляндия), Сибирский голозерный. Из них только Sirius II и Сибирский голозерный устойчивы к полеганию (7 баллов). По урожайности зерна в 2011 г. преимущество над стандартным сортом Нарымский 943, урожайность которого составила 346 г/м^2, имели образцы Plym (Швеция), Efesos (Австрия), Flamingsprofi, Jvory (Германия), Rygja (Норвегия), FF 64-74 (Канада), Гунтер, большинство из которых входили в группу среднеспелых сортов.

В 2012 году невысокую устойчивость (5 баллов) имели лишь Нарымский 943 и сорта иностранного происхождения Zwarte Prisident (Нидерланды),Ventura (Польша), Maatiaiskaura NR 29871(Финляндия). В условиях засухи образцы Kuromi (Япония), Texas 65-C 306 (США), Qualer 604 (Бразилия), Кемеровский 90, Левша, С.I. 9101 (Турция), I Llinois (Бразилия), MF

9224-164 (США) снизили высоту соломины на 2…4 см, в то время как Sirius II (Швеция), Stendes Darta (Латвия), Сибирский голозерный, Plym (Швеция) стали короче на 33…37 см. Высота стебля сорта Нарымский 943 была равна 82 см, самыми низкорослыми с высотой 55…60 см были образцы NC Hulles (США), C.I. 9101 (Турция) , Flamingsprofi (Германия), Гибрид (К-15022, Ленинград).

Урожайность выше стандарта Нарымский 943 (278 г/м^2) отмечена у сортов Stendes Darta (Латвия), Kuromi (Япония), Pc 95 (Канада), Гунтер, Кемеровский 90, Аргумент из группы среднеранних и среднеспелых сортов. Все высокопродуктивные сорта, за исключением Kuromi (Япония), резко снизили урожайность в 2012 году. На уровне прошлого года осталась урожайность сортов Zwarte Prisident (Нидерланды), Pc 95 (Канада), C.I. 9101, PI 177862 (Турция), Maatiaiskaura NR 29871(Финляндия), Ventura (Польша), MF 9521-281, MF 9715-28 (США), Вятский, Левша, Иртыш 22, относящихся к мало - и среднепродуктивным.

Технологическая оценка образцов в 2012 г., показала, что массу 1000 зерен на уровне стандартного сорта Нарымский 943 (35,5 г) и выше имели только 7 номеров – раннеспелые сорта Texas 65-C 306, Tifton 7245 (США), C.I. 9101 (Турция), среднеранние Jvory (Германия), Qualer 604 (Бразилия), среднепоздний Аргумент и позднеспелый Pg 17 (Канада). Низкая пленчатость (24-27%) отмечена у образцов Qualer 604 (Бразилия), Florida 657 (США), PI 177862 (Турция). 14 сортов имели пленчатость 27…30%. Высокую пленчатость (более 30%) имели 16 номеров, в том числе Нарымский 943 (34,0%).

В таблице 2 приведены средние данные сортов, имеющих два и более ценных признака, пригодных к использованию в селекционной работе. Среди голозерных сортов только Левша имеет 3 признака: высокую урожайность, довольно крупное зерно, практически отличную устойчивость к полеганию при высоком стеблестое. Немного ниже устойчивость к полеганию и продуктивность сорта Сибирский голозерный. Остальные образцы имеют по два ценных признака, среди них крупнозерный сорт из США MF 9521-362 (масса 1000 зерен 32,3 г).

Количество пленчатых сортов, которые можно использовать в качестве родительских форм, значительно больше.

Таблица 2. Хозяйственно-ценные признаки овса коллекционного питомника (средние данные 2011-2012 гг.)

Каталог ВИРа	Название сорта	Вегетационный период, дней	Устойчивость к полеганию, балл	Высота, см	Урожайность г/м^2	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %
Голозерные сорта							
15014	Левша	64	**8***	89	**193**	**26,9**	
15095	MF 9521-281	66	**9**	67	170	**26,5**	
15096	MF 9521-362	66	**9**	76	163	**32,3**	
15098	MF 9715-28	67	**8**	80	**186**	24,4	
15093	MF 9424-62	68	**9**	79	**189**	21,5	
15063	Сибирский голозерный	71	7	88	**186**	**25,7**	
Пленчатые сорта							
11122	Нарымский 943,стандарт	68	5	85	**312**	**35,5**	34,0
14973	Texas 65-C 306	63	7	70	241	**36,2**	**28,4**
14978	Tifton 7245	63	**8**	57	177	**38,7**	**30,2**

Окончание таблицы 2

Каталог ВИРа	Название сорта	Вегетационный период, дней	Устойчивость к полеганию, балл	Высота, см	Урожайность г/м^2	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %
15027	C.I. 9101	63	7	53	73	**42,5**	**27,9**
12325	FF 64-74	64	**9**	78	**326**	28,5	31,6
15054	Sirius II	64	**8**	86	290	28,8	**28,6**
15082	Jvory	66	**8**	73	**326**	**41,3**	**28,4**
14957	Гуитер	67	7	79	**380**	31,2	35,9
15016	PC 95	67	7	80	290	**33,4**	**28,2**
15070	Нептун	67	**8**	75	236	**35,6**	32,0
15080	Expo	67	**8**	73	210	31,8	**28,8**
15006	Стригунок	68	6	96	286	**34,0**	**27,8**
15075	Flaming-sprofi	69	**9**	76	306	**34,2**	30,4
15052	Rygja	69	**8**	82	**339**	31,3	30,0
14959	Кемеров. 90	69	7	77	**320**	29,9	30,3
15061	75 Q 216	70	6	66	173	**35,8**	**29,5**
15018	Pg 17	73	**9**	70	199	**36,9**	**29,5**

Примечание: * - выделены значения ценных признаков

Сорта Tifton 7245 (США), PC-95, P-17 (Канада) имеют по три ценных признака, а Jvory (Германия) – четыре: высокую урожайность, устойчивость к полеганию, крупнозерность и низкопленчатость. Все образцы, за исключением сортов Нарымский 943, Стригунок и Florida 657 (США) устойчивы к полеганию. Включая в гибридизацию высокопродуктивные сорта Гунтер, Jvory (Германия), Rygja (Норвегия), Кемеровский 90, Kuromi (Япония), особенно в качестве отцовской формы, можно получить высокоурожайное потомство.

Сорта, имеющие иммунитет к наиболее распространенным заболеваниям, при скрещивании лучше использовать в качестве материнской формы. Устойчивость к поражению пыльной головней имеют Ventura (Польша), Стригунок, C.I. 9101, PI 177862 (Турция), Portuguesa (Бразилия), Criolla saltena (Аргентина). Два последних образца наряду с Левшой, Pg 17(Канада), Гибридами К-15020, К-15022 (Ленинградской обл.), NC Hulless, MF 9424-62, MF 9521-362 (США) устойчивы к корончатой ржавчине.

Заключение

Для селекционной работы в таежной зоне предпочтительнее использовать раннеспелые и среднеранние сорта. Однако, в качестве источника каких-либо ценных признаков, допустимо привлечение среднеспелых и среднепоздних образцов.

Для улучшения технологических признаков будущего сорта целесообразно использовать сорта Texas 65-C 306, Tifton 7245 (США), C.I. 9101(Турция), Pc 95 (Канада), Jvory (Германия), Стригунок, 75 Q 216 (Австралия), Pg 17 (Канада), имеющих низкопленчатое крупное зерно. Как источник низкой пленчатости в качестве материнских форм можно использовать сорта Sirius II (Швеция), Expo (Австрия), Criolla saltena (Аргентина), Florida 657 (США). Для увеличения массы 1000 зерен – Нептун (Украина), Аргумент, Нарымский 943.

Наиболее ценными для селекции являются образцы, обладающие тремя и более хозяйственно-полезными признаками – Tifton 7245 (США), Pc-95, P-17 (Канада), Jvory (Германия). При выборе материнской формы следует обращать внимание на иммунные качества сорта.

Литература

Лоскутов И. Г. Овес *(AVENA* L.*)* Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб., 2006. 336 с.

Неттевич Э. Д., Сергеев А. В., Лызлов Е. В. Селекция яровой пшеницы, ячменя и овса. М., 1970. 191с.

Митрофанов А. С, Митрофанова К. С. Овес. М., 1972. 268 с.

Баталова Г. А. Овес. Технология возделывания и селекция. Киров, 2000. 206 с.

Колчанов В. В. Биологические особенности и селекционное значение скороспелых сортов овса в условиях Канской лесостепи Красноярского края / Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Ленинград, 1987. 17 с.

Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб., 2012. 63 с.

УДК 633. 16: 631. 526. 32

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОВСА В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

В. А. Борадулина, Н. В. Дейнес, И. В. Голованова

Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, Барнаул, Россия, e-mail: aniizis@ab.ru

Резюме

Представлены результаты трехлетнего изучения образцов овса из коллекции ВИР в условиях Алтайского края. Выделены источники продуктивности, крупности зерна, устойчивости к пыльной головне для дальнейшего использования в селекции. Лучшими по комплексу признаков были образцы AC Rebel (к-14915), AC Pinnacle (к-14917), Альтаир (к–15185), Gerald (к-14665), Brawn (к-14840), Toodyay (к-14847).

Ключевые слова: овес, коллекция, продуктивность, масса 1000 зерен, пыльная головня, устойчивость, селекция.

STUDYING OF OAT ACCESSIONS UNDER CONDITIONS OF ALTAI TERRITORY

V. A. Boradulina, N. V. Deynes, I. V. Golovanova

Altai Research Institute of Agriculture RAAS, Barnaul, Russia, e-mail: aniizis@ab.ru

Summary

The results of 3-year studying of oat accessions from the VIR collection in conditions of Altai territory are presented. Sources of productivity, grain largeness, loose smut resistance have been identified for the inclusion into breeding programs. The best results on the complex agronomic traits have been shown by accessions AC Rebel (k-14915), AC Pinnacle (k-14917), Altair (k-15185), Gerald (k-14665), Brawn (k-14840), Toodyay (k-14847).

Key words: oat, collection, productivity, 1000 kernel weight, loose smut, resistance, breeding.

Введение

Овес – важная зернофуражная культура Западной Сибири. Зерно овса служит одним

из основных источников концентрированного корма для домашних животных и птиц. Сбалансированность зерна по аминокислотному составу заметно отличает его от главной продовольственной культуры пшеницы, обеспечивая высокую эффективность в кормлении. Овес широко используется для получения зерносенажа, силоса, а также на пищевые цели для производства крупы.

Площадь под овсом в Алтайском крае за последние годы заметно выросла и достигла в 2012 году 444,4 тыс. га. Спектр возделываемых сортов небогат, основные площади занимают 4 сорта, это зернофуражные Корифей (АНИИСХ), Ровесник (СибНИИРС, КемНИИСХ), Памяти Богачкова (СибНИИСХ), зерноукосный Аргумент (АНИИСХ). Наличие разнообразных природно-климатических зон в Алтайском крае, от засушливой Кулундинской степи до влагообеспеченного Предгорья, указывает на необходимость широкого сортового разнообразия по этой культуре. На сегодняшний день имеется дефицит зерна овса. Проблема может быть решена расширением посевных площадей под районированными сортами и путем внедрения новых высокопродуктивных сортов.

Работа по выведению и внедрению новых сортов является важной задачей для науки и производственной сферы, так как способствует повышению валовых сборов зерна и другой ценной продукции.

В селекции овса имеются значительные успехи. В 1999 году районирован сорт зернофуражного использования Корифей, который долгие годы является основным сортом овса в Алтайском крае. В 2012 году он занимал 234 тыс. га – 53%. В 2005 году производству предложен сорт зерноукосного использования Аргумент, который на сегодняшний день возделывается на 65 тыс. га. С 2009 года районирован новый сорт овса зернофуражного использования Пегас, который также успешно завоевывает позиции на алтайских полях, в 2012 году он высевался на площади 6 тыс. га. В 2011 году в систему ГСИ передан новый зернофуражный сорт Орфей.

Целью наших исследований в настоящее время является создание сорта овса с высокой потенциальной урожайностью, крупнозерного, устойчивого к полеганию, головневым болезням. Для выполнения этой цели ставятся задачи: ежегодно оценивать по ряду хозяйственно полезных признаков 50–80 коллекционных образцов, проводить гибридизацию по 30-35 комбинациям, привлекая в скрещивания выделившиеся за ряд лет коллекционные и селекционные образцы, оценивать в селекционных питомниках 4,5–5,0 тысяч номеров.

Селекция зерновых культур, в том числе овса, направлена прежде всего на повышение экологической устойчивости сортов к абиотическим и биотическим стрессовым факторам. В решении данной проблемы большое значение имеет изучение исходного материала и выделение из него генетических источников по продуктивности, скороспелости, засухоустойчивости, устойчивости к болезням и вредителям.

Материалы и методы

В коллекционном питомнике лаборатории селекции зернофуражных культур Алтайского НИИСХ ежегодно изучается 70-100 образцов овса различного эколого-географического происхождения: из США, Канады, стран Латинской Америки, Западной Европы, Австралии, Китая, Белоруссии, Украины, различных регионов России.

Из коллекции ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова ежегодно присылают 15-20 образцов. После предварительного размножения они высеваются в однократной повторности на делянках площадью 10 м², в оптимальные для года сроки. Все образцы коллекционного питомника оцениваются по устойчивости к пыльной головне. Искусственное заражение проводится с помощью смесительной установки «Воронеж-4» местной популяцией пыльной головни. В качестве основного стандарта используется сорт Корифей, который располагается через 9 номеров.

В статье проанализированы три признака: продуктивность, устойчивость к пыльной

головне и масса 1000 зерен. Эти показатели имеют особую значимость для коммерческих сортов, так как поля Западной Сибири засорены овсюгом, и от крупности зерна овса зависит качество семян и товарной продукции. Существенный ущерб урожаю овса в условиях Алтайского края наносит пыльная головня. Устойчивость к пыльной головне в последние годы приобретает актуальность, начиная с 2008 года сорта, ранее устойчивые (Корифей, Аргумент, Пегас), стали поражаться этим патогеном.

Результаты и обсуждение

На протяжении 3 лет изучения образцов коллекционного питомника (2010-2012 гг.) иммунными к пыльной головне были AC Rebel (к-14915, Канада), Brawn (к-14840, США), Toodyay (к-14847, Австралия), Wandering (к-14842, Австралия), Чародей (Алтайский край). В качестве практически устойчивых идентифицированы следующие образцы: Lemont (к-14748, США), Vista (к-14801, США), Альтаир (к–15185, Россия), Каприоль (к–15179, Россия), Фотей (к–14905, Ленинградская область), Y9 (к-14925, Китай), Y6 (к-14923, Китай), Gerald (к-14665), AC Pinnacle (к-14917, Канада). Поражение стандарта Корифей составило 45,6% (табл.).

Характеристика образцов овса коллекционного питомника (среднее 2010-2012 гг.)

Образец	Номер каталога ВИР	Происхождение	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Восприимчивость к пыльной головне*, %
Корифей	15113	Алтайский край	36,4	40,5	45,6
Креол	15338	Кемеровская область	37,0	38,6	7,5
Каприоль	15179	Ульяновская область	38,3	38,6	**2,3**
Фотей	14905	Ленинградская область	32,0	43,6	**1,5**
AC Rebel	14915	Канада	**36,6**	**40,8**	**0,0**
AC Pinnacle	14917	Канада	**35,4**	**41,5**	**0,5**
Y6	14923	Китай	31,5	**39,7**	**2,6**
Y9	14925	Китай	33,4	38,2	**5,1**
Dagny	14926	Чехия	**43,6**	**39,8**	15,0
Neklan	14936	Чехия	**39,6**	**40,4**	23,5
Фауст	14781	Кировская область	**36,6**	35,8	25,6
Борец	14788	Московская область	**36,2**	**39,2**	26,2
Альтаир	15185	Кемеровская область	**36,2**	**41,4**	**3,8**
Lemont	14748	США	33,7	36,2	**0,9**
Gerald	14665	Великобритания	**34,4**	**43,8**	**0,8**

Окончание таблицы

Образец	Номер каталога ВИР	Происхождение	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Восприимчивость к пыльной головне*, %
Vista	14801	США	25,9	**40,4**	**3,7**
CDC Baler	14804	Канада	30,2	**44,8**	17,9
Brawn	14840	США	**35,3**	**46,3**	**0,0**
Wandering	14842	Австралия	30,5	**40,3**	**0,0**
Toodyay	14847	Австралия	**37,4**	**42,8**	**0,0**
Elgit	12296	Канада	32,9	**43,2**	8,7
Slawko	14518	Польша	32,4	**42,4**	22,9
Kalgan	14173	Австралия	33,9	**46,3**	36,3
Chihuahua	12233	Мексика	33,8	38,1	20,8
Donald	13941	Канада	35,9	**39,0**	11,9
CDC Boyer	14609	Канада	33,7	**44,0**	6,8
Тубинский	15008	Красноярский край	27,9	**43,6**	13,6
Чародей	14416	Алтайский край	31,4	38,7	**0,0**
Галоп	14271	Ульяновская область	33,3	38,0	18,0

Примечание: * - максимальное поражение пыльной головней, %

По массе 1000 зёрен сорт Корифей относится к крупнозёрным (40,5 г). По этому показателю к нему приблизились AC Rebel (к-14915, Канада), AC Pinnacle (к-14917, Канада), Y6 (к-14923, Китай), Daghy (к-14626, Чехия), Neklan (к-14936, Чехия), Борец (14788, Россия), Альтаир (15185, Кемеровская обл.), Vista (к-14801, США), Wandering (к-14842, Австралия), Donald (к-13941,Канада). Высокая масса 1000 зёрен ежегодно отмечалась у образцов Gerald (к-14665), CDC Baler (к-14804, Канада), Kalgan (к-14173, Австралия), Brawn (к-14840, США), CDC Boyer (к-14609, Канада), Elgit (к-12296, Канада), Slawko (к-14518, Польша), Тубинский (к-15008, Красноярский край), Toodyay (к-14847, Австралия).

Оптимальное сочетание урожайности, устойчивости к пыльной головне, крупности зерна проявилось у следующих генотипов: AC Rebel (к-14915, Канада), AC Pinnacle (к-14917, Канада), Альтаир (15185, Кемеровская обл.), Gerald (к-14665), Brawn (к-14840, США), Toodyay (к-14847, Австралия).

Образцы, выделившиеся по отдельным хозяйственно ценным признакам и их комплексу, включаются в селекционные программы лаборатории.

УДК 631.524.01/633.1/631.527

ГЕНРЕСУРСЫ И СЕЛЕКЦИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

И.Г. Цыганков[1], В.И. Цыганков[1-2], Б.С. Сариев[3], Т.С. Шанинов[1], М.Ю. Цыганкова[1-2]
[1]ТОО «Актюбинская сельскохозяйственная опытная станция» АО «КазАгроИнновация»,
[2]Актюбинский опорный пункт ВНИИР им. Н.И. Вавилова,
Актобе, Республика Казахстан, e-mail: zigan60@mail.ru;
[3]ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства», АО КазАгроИнновация»,
Алмалыбак, Алматинской обл., Республика Казахстан, kazniizr@mail.ru

Резюме

В различных гидротермических условиях Западного Казахстана изучена реакция сортообразцов ярового ячменя из состава мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова по продолжительности вегетационного периода и ряду хозяйственных признаков, формирующих итоговую продуктивность растений. На фоне селекционного процесса ряд новых перспективных сортов ячменя прошли оценку на жаростойкость и мощность развития корневой системы. С использованием потенциала мирового генофонда в Актюбинской СХОС совместно с Казахским НИИЗиР созданы 6 новых сортов ячменя кормового и продовольственного направлений использования, 2 из них допущены к использованию по регионам РК.

Ключевые слова: яровой ячмень, генетические ресурсы, рабочие коллекции, селекционный процесс, адаптивность, засухоустойчивость, жаростойкость, корневая система, новые районированные сорта.

GENE RESOURCES AND SPRING BARLEY BREEDING IN THE DRY STEPPE ZONE OF WESTERN KAZAKHSTAN

I.G Tsygankov.[1], V. I. Tsygankov[1-2], B. S. Sariev [3], T. S. Shaninov [1], M.Yu. Tsygankova.[1-2]
[1]Aktobe Agriculture Experimental Station, Aktobe, Kazachstan, e-mail: zigan60@mail.ru
[3]Kazach Institute of Agriculture and Plant growing,
Almaaty, Kazachstan, kazniizr@mail.ru
[2]Aktobe field VIR station, Aktobe, Kazachstan

Summary

The duration of vegetation period and some of economical traits of the set VIR collection accessions were studied at West Kazakhstan. Promising barley varieties were evaluated for heat resistance and capacity of root system. Using of VIR collection, 6 new varieties were created by Aktobe AES in collaboration with Kazach IAPg. 2 of them are released in various zones of Kazachstan.

Key words: spring barley, genetic resources, working collections, breeding, adaptability, drought resistance, heat resistance, root system , new cultivars.

Введение

Казахстан среди стран Центральной Азии и Закавказья является основным производителем зерна ячменя. К началу 1990-х годов в Казахстане посевная площадь ячменя составляла около 7 млн. га. Однако уже в 2001 году посевные площади под этой культурой не превышали 1,0-1,2 млн. га. В конце первого десятилетия XXI века в связи с развитием племенного и товарного животноводства, диверсификацией растениеводческой отрасли РК посевы ячменя в стране возросли до 2 млн. га [13].

Ячмень в Казахстане используется как концентрированный корм для всех видов сельскохозяйственных животных. В продовольственном плане зерно ячменя используется как крупяная культура для получения перловой и ячневой крупы, а также является незаменимым сырьем для пивоварения. Разностороннее использование, высокая и устойчивая урожайность, скороспелость - все эти положительные качества определяют особую ценность ячменя. В настоящее время в РК весьма актуальной является проблема создания новых высокопродуктивных, высокотехнологичных и конкурентоспособных сортов ячменя отечественной селекции по направлениям их использования и внедрение их по регионам РК, что является необходимым условием при осуществлении эффективной диверсификации зернового производства [4, 14, 15, 17, 20].

При этом своевременное получение и использование информации о комплексе агрономических и биологических признаков изучаемого сортимента ячменя и овса и его устойчивости к абио и биотическим факторам среды Западного Казахстана на ранних стадиях селекционного процесса позволяет выделять из мирового разнообразия наиболее ценные и устойчивые генотипы, что повышает эффективность селекции.

В Западном Казахстане факторами, резко лимитирующими рост и развитие зерновых культур, являются недостаток влаги, экстремальные температуры, воздействие засухи и суховеев, возврат холодов, засоление и обедненность гумусового слоя местных почв.

Актуальность проблемы использования генетических ресурсов в селекционных программах НИУ Казахстана неуклонно растет в связи с постоянной необходимостью их пополнения [1-2, 6, 18, 21, 22]. Работа по генофонду в Актюбинской СХОС, а с 2011 года – в Актюбинском опорном пункте ВИР осуществляется одновременно по нескольким взаимосвязанным направлениям: формирование (сбор), каталогизация, сохранение гермоплазмы и комплексное изучение с выделением источников и доноров ценных хозяйственных признаков и передачей их в дальнейший селекционный процесс.

Материал и методы

Объектами исследований на фоне селекционного процесса служили сортообразцы ярового ячменя мировой коллекции ВНИИР, сортолинейный и гибридный материал АСХОС и других НИУ РК и стран СНГ, а также сорта, допущенные к использованию по регионам РК [3].

Агротехника на селекционных посевах ячменя – принятая для сухостепной зоны Актюбинской области. Во все годы наблюдений посевы размещались в селекционно-семеноводческом севообороте; предшественник – чистый пар, обработанный по технологии Актюбинской СХОС.

В зависимости от питомника посев осуществлялся вручную, ручной сеялкой СР-1М или механизировано – Т-16МГ + ССФК-5-7 с рекомендуемой нормой высева 2,5-2,6 млн. всх. зерен/га. Расположение стандартного сорта Илек 9 (КазНИИЗиР, АСХОС) - через 9 номеров.

В течение всей вегетации питомники поддерживались в чистом от сорняков состоянии.

Перед уборкой проводилась обязательная двукратная сортовидовая прополка всех питомников. Уборка осуществлялась в фазу восковой – полной спелости вручную и механизировано - селекционными комбайнами «Wintersteiger classic», «Sampo 130».

Обмолот снопов ячменя проводился на молотилке МПСУ-500; очистка валового сбора семян средних и старших питомников - на веялке ВВР-1 и семяочистительных машинах СВР+2Т-0,5 и СМУ-0,15.

Для оценки биологических, хозяйственных, качественных показателей применялась методика государственного сортоиспытания РК [10], ВНИИР [8-9], оценка линий на устойчивость к видам ржавчины, пыльной головне, корневым гнилям – по: [7, 16]. В течение вегетации и после уборки проводились следующие наблюдения и учеты: фенологические, 5-балльная глазомерная оценка засухоустойчивости, оценка устойчивости к полеганию, осы-

панию и пониканию колоса при перестое, густота стояния растений, анализ структуры урожая, масса 1000 зерен.

При оценке сортимента ячменя с помощью морфофизиологических и фотосинтетических тестов использовались методики ученых НИИСХ Юго-Востока [11-12], а также собственные оригинальные методики [5, 19].

Результаты и обсуждение

За годы наблюдений (2009, 2011-2012) гидротермические условия вегетационных периодов ярового ячменя в условиях Западного Казахстана складывались очень напряженно. Так, в 2009 году различные по скороспелости формы ячменя получили 31-36,5 мм осадков при средней температуре воздуха за этот же период около 22^0С и ГТК = 0,04-0,14 мм/град.; в 2011 году аналогичные метеохарактеристики составили: 54-63 мм, 23,5-24,0^0С и 0,31-0,36 мм/град., соответственно; в 2012 году - 53,9 мм, 24,8-25,6^0С и 0,27-0,30 мм/град., соответственно.

В 2009, 2011-2012 гг. в состав рабочей коллекции ярового ячменя Актюбинской СХОС входили от 93 до 200 сортообразцов из 26 стран мира 5 континентов. Большинство из них происхождением из стран СНГ, Европы, Центральной Азии. Так, в 2012 г. количество изучаемых сортообразцов из России составило 83, Казахстана – 17, Кыргызстана – 7, Украины – 22, Чехии – 12, Германии – 9, Франции – 6, Мексики – 10 и т.д. (табл. 1).

Исследования Актюбинской СХОС показали, что в условиях сухой степи Западного Казахстана для создания новых адаптивных сортов ячменя необходимо привлекать, в основном, двурядные формы, которые в местных условиях обладают большим числом положительных признаков по сравнению с многорядными формами. Так, урожай с единицы площади у ячменя во многом определяется числом растений на единице площади, продуктивной кустистостью, крупностью сформированного зерна. Именно эти признаки имеют повышенные показатели у двурядных ячменей.

Таблица 1. Состав коллекционного питомника ярового ячменя по географическому происхождению (Актюбинская СХОС, 2009, 2011-2012 гг.)

Происхождение (страна, регион)	2009 г.		2011 г.		2012 г.	
	количество образцов, шт.	% от общего объема питомника	количество образцов, шт.	% от общего объема питомника	количество образцов, шт.	% от общего объема питомника
Всего образцов ячменя	93	100,0	144	100,0	200	100,0
Распределение образцов ячменя по странам и регионам						
Казахстан	6	6,5	11	7,6	17	8,5
Россия, всего в т.ч. по регионам*:*	70	75,3	69	47,7	83	41,5
Северо-Запад *РФ*	-	-	-	-	1	0,5
Нечерноземная зона	1	1,0	14	9,5	13	6,5
Центр.-черноземная зона	3	3,2	2	1,4	2	1,0
Южный ФО	7	7,5	11	7,6	13	6,5
Северный Кавказ	-	-	-	-	1	0,5
Поволжье	10	10,8	13	9,0	16	8,0

Окончание таблицы. 1

Происхождение (страна, регион)	2009 г.		2011 г.		2012 г.	
	количество образцов, шт.	% от общего объема питомника	количество образцов, шт.	% от общего объема питомника	количество образцов, шт.	% от общего объема питомника
Урал	7	7,5	6	4,2	8	4,0
Татарстан	34	36,9	12	8,3	12	6,0
Западная Сибирь	3	3,2	5	3,5	7	3,5
Восточная Сибирь	2	2,1	2	1,4	4	2,0
Алтайский край	2	2,1	2	1,4	4	2,0
Приморье	1	1,0	2	1,4	2	1,0
Австралия	2	2,1	1	0,7	1	0,5
Австрия	-	-	1	0,7	1	0,5
Афганистан	-	-	-	-	1	0,5
Болгария	-	-	1	0,7	1	0,5
Боливия	-	-	-	-	1	0,5
Германия	3	3,2	7	4,9	9	4,5
Иран	-	-	-	-	1	0,5
Италия	-	-	-	-	1	0,5
Канада	1	1,0	5	3,5	5	2,5
Кыргызстан	-	-	-	-	7	3,5
Латвия	1	1,0	1	0,7	1	0,5
Мексика	-	-	2	1,4	10	5,0
Пакистан	-	-	-	-	1	0,5
Польша	-	-	2	1,4	2	1,0
США	2	2,1	4	2,8	4	2,0
Турция	-	-	4	2,8	4	2,0
Узбекистан	-	-	-	-	1	0,5
Украина	7	7,8	16	11,1	22	11,0
Франция	1	1,0	4	2,8	6	3,0
Чехия	-	-	8	5,6	12	6,0
Швеция	-	-	3	2,1	4	2,0
Эстония	-	-	3	2,1	2	1,0
Эфиопия	-	-	-	-	1	0,5
Югославия	-	-	2	1,4	2	1,0

За 3 года сортимент коллекционного питомника АСХОС был оценен по ряду основных хозяйственно-ценных признаков в различных гидротермических градиентах региона.

Продолжительность вегетационного периода у наиболее скороспелых образцов ярового ячменя составила 66-75 суток: к-30797 Ергеникский 2, субмед., Волгоградская обл. РФ; к-30882 Стимул, нут., Краснодарский край РФ; к-30969 Одесский 22, нут., Украина; к-30977 Омский 96, нут., Омская обл. РФ; к-30163 Dominique, nut., Франция; к-30242 Скиф (Кинельский), субмед., Самарская обл., РФ; к-30257 Edgar, nut., Польша; К-30308 Вынахид, мед., Харьковская обл., Украина; к-30409 Colter, ricotense, Idaho, USA; к-30827 Сокол, нут., Ростовская обл. РФ; к-30830, Партнёр, нут., Тюменская обл. РФ; к-30840 Сувенир, нут., Харьковская обл., Украина; к-30841, Сюрприз, мед., Харьковская обл. Украина; к-30904, Веслец, палл., Болгария; к-30948 Cecilia, nut., Швеция и другие.

Средняя высота растений по сортименту питомника ячменя в условиях засушливых лет колебалась в небольших пределах: от 47,7 см до 52,2 см при среднем значении коэффициенте вариации признака C_v=8,8-14,1%.

Продуктивная кустистость по сортименту ячменя колебалась в широких пределах: от 0,8-1,5 стеблей на 1 растение (к-30166 CDC Guardian, nut., Канада; к-30169 Duke, pall., Канада; К-30295 Larissa, nut., Германия; к-30363 Эдем, нут., Одесская обл., Украина; к-30407 Seco, pall., Arizona, USA; к-30948 Cecilia, nut., Швеция; к-30904, Веслец, палл., Болгария; Лин. 1693-5т, ТатНИИСХ, РФ; к-31040 Оскар, нуд., Красноярский край, РФ) до 2,5-4,0 стебл./раст. (к-30950 Челябинец 2, нут.; Челябинская обл. РФ; к-30957 Натали, нут., Оренбургская обл. РФ; к-30962 Медикум 336, мед., Самарская обл. РФ; к-30971 Беркут, мед., Самарская обл. РФ; к-30969 Одесский 22, нут., Украина; к-30242 Скиф (Кинельский), субмед., Самарская обл. РФ; к-30257 Edgar, nut., Польша; к-30405 Trebon, nut., Эстония; к-30827 Сокол, нут., Ростовская обл. РФ; к-30840 Сувенир, нут., Харьковская обл. Украина; к-30851, Пэрэможник, нут., Одесская обл. Украина; к-30955 Jelen, nut., Югославия; Медикум 85, мед., Костанайская обл., РК и другие при M=2,34-2,53 стебл./раст. и C_v=13,8-32,3%.

Длина колоса у сортообразцов ячменя изменялась в пределах от 5-7 см (к-30409 Calter, ricotense, США; к-30287 Arapiles, nut., Австралия; к-30314 Суздалец, нут., Московская обл., РФ; к-30319 Anadolu 86, nut., Турция; к-30320 Obruk 86, nut., Турция; к-30369 QB-60.1, pall., Канада; к-30402 Polygena, nut., Эстония; к-30950 Челябинец, нут., РФ; к-30858, Мрия, нут., Харьковская обл., Украина; к-30891, Бархатный, рикот., Тюменская обл. РФ; к-30932 Olbran, nut., Чехия; к-30939 Sabel, nut., Чехия; Duke, pall., Canada; Целинный 5, мед., Акмолинская обл., РК; к-30983 Вакула, pall., Ставропольский край РФ; к-30891 Бархатный, рикотенезе, Тюменская обл. РФ) до 9-10,6 см (к-30120 Омский 88, мед.; Омская обл. РФ; к-30958 Тонус, нут., Ростовская обл. РФ; к-30965 Гетьман, нут., Украина; к-30967 Messina, nut., Германия; к-30973 Xanactu, nut., Германия; к-30977 Омский 96, Омская обл. РФ; к-30982 Велес, нут., Белгородская обл. РФ; к-30840 Сувенир, нут., Харьковская обл., Украина; к-30929, Tolar, nut., Чехия; к-30946 Pongo, nut., Швеция; к-30828 Ратник, нут., Ростовская обл. РФ; к-30257 Edgar, nut., Польша; к-30296 Korinna, nut. Германия; к-30980 Илек 1, нут., Казахстан; к-30959 Заветный, Ростовская обл. РФ; к-30942 Heris, Чехия; к-6772 Turkey; Медикум 85, мед., Костанайская обл. РК; Тогузак, Костанайская обл. РК; к-30953 Ansis, Латвия; к-30120 Омский 88, Омская обл. РФ и другие при M=7,75-8,63 см и C_v=11,7-16,6%.

Масса 1000 зерен из-за жестких гидротермических условий вегетации (и, особенно, условий налива зерна) оказалась у большинства образцов ячменя невысокой. Так, среди образцов ячменя минимальными значениями этого признака (25-33 г) отличались: к-30150 Тарский 1, рикотензе; Омская обл. РФ; к-30891, Бархатный, рикотензе, Тюменская обл. РФ; к-30926, Казьминский, рикотензе, Приморский край РФ; к-30932 Olbran, nut., Чехия; r-30301 Виконт, нут., Краснодарский край НА; r-30165 Scarlet, nut., Франция; к-30166 CDC Guardian, nut., Канада; к-30369 QB-60.1, pall., Канада; к-30407 Seco, pall., Arizona, США; К-30927 Pejas, nut., Чехия; Duke, pall., Канада; Биос, ТатНИИСХ, РФ; Бахус, ТатНИИСХ, РФ; лин. L-10, мед., ИББР, Казахстан; к-30409 Calter, ricotense, США; к-30891 Бархатный, ricotense, Тюменская обл. РФ и другие.

Наиболее крупнозерными (масса 1000 зерен 36-47 г) оказались образцы ячменя: к-30977 Омский 96, Омская обл. РФ; к-30357 CJ 11079, coeleste; США; к-30958 Тонус, нут., Ростовская обл. РФ; к-30959 Заветный, мед.; Ростовская обл. РФ; к-30960 Медикум 110, мед.; Самарская обл. РФ; к-30965 Гетьман, нут., Украина; к-30163 Dominique, nut., Франция; к-30257 Edgar, nut., Польша; к-30319 Anadolu 86, nut., Турция; к-30320 Obruk 86, nut., Турция; к-30828 Ратник, нут., Ростовская обл. РФ; к-30851, Пэрэможник, нут., Одесская обл., Украина; к-30954 Рек, nut., Югославия; к-30841, Сюрприз, мед., Харьковская обл., Украина; Поволжский 65, Самарская обл. РФ; Целинный 5, мед., Акмолинская обл., РК; к-355, Mexico; Рось, ТатНИИСХ, РФ; к-30960 Медикум 110, мед., Самарская обл. РФ; Медикум 34/95, мед., Украина; к-30986 Ястреб, Самарская обл. РФ и другие при M=33,8-38,3 г и C_v=8,3-11,9%.

Повышенную озерненность колоса (20-28 шт.) показали образцы двурядного ячменя: к-30120 Омский 88, мед.; Омская обл. РФ; к-30265 Symko, nut., Канада; К-30958 Тонус, нут., Ростовская обл. РФ; к-30965 Гетьман, нут., Украина; к-30967 Metssina, nut., Германия; К-30968 Муссон, нут., Приморский край РФ; К-30982 Велес, нут., Белгородская обл. РФ; К-30973 Xan-

actu, nut., Германия; к-30846, Сигнал, нут., Алтайский край РФ; к-30929, Tolar, nut., Чехия; к-30946 Pongo, nut., Швеция; к-30980 Илек 1, нут., РК при М=18,5-20,0 шт. и C_v=12,6-31,2%.

Продуктивность. Результаты структурного анализа растений коллекционного питомника ячменя показали, что урожайность зерна, как интегральный показатель, в наибольшей степени подвержен изменчивости (C_v=32-43%). При урожайности стандартного сорта в 80-130 г/м^2 ряд коллекционных образцов превысили этот показатель на 50-70% (150-230 г/м^2) Наиболее урожайными за 3 засушливых года оказались следующие образцы: к-30882 Стимул, нут.; Краснодарский край РФ; к-30116 Медикум 893, мед.; Одесская обл. Украина; к-30957 Натали, нут., Оренбургская обл. РФ; к-30961 Нутанс 302, нут., Самарская обл. РФ; К-30983 Вакула, палл., Ставропольский край РФ; к-30828 Ратник, нут., Ростовская обл. РФ; к-30837, Носовский 21, нут., Черниговская .обл., Украина; к-30938 Ditta, nut., Чехия; к-30955 Jelen, nut., Югославия; к-30954 Рек, nut., Югославия; Поволжский 65, Самарская обл., РФ; Целинный 5, Акмолинская обл., мед., РК; Лин. 116-93, ТатНИИСХ, РФ; к-30596 Оренбургский 17, мед., РФ; к-30409 Calter, ricotense, USA; к-30962 Медикум 336, Самара, РФ; к-30965 Гетьман, Украина; к-30971 Беркут, Самарская обл., РФ; к-30972 Безенчукский 2, Самара, РФ; к-30858 Мрия, Харьковская обл., Украина и другие.

Превышение по урожайности над стандартными сортами в коллекционных питомниках ячменя достигалось за счет лучшей сохранности растений к уборке, формированию повышенного продуктивного стеблестоя и, в меньшей степени, за счет озерненности колоса и крупности зерна.

В сухостепной и степной зонах Республики Казахстан у многих сортов ярового ячменя проявляется полегание растений, что приводит к значительному недобору урожая. При этом зерно получается щуплым, низкого качества: снижается масса 1000 зерен, натура, повышается пленчатость, уменьшается содержание крахмала. Для условий Западного Казахстана необходимы сорта ячменя неполегающие, с оптимальной высотой соломины, со слабо поникающим колосом, но не обламывающимся при перестое на корню.

На западе РК ячмень подвержен поражению болезнями: пыльной головней, ржавчиной, гельминтоспориозом, корневыми гнилями, что предопределяет большие потери урожая. Для создания исходного материала, устойчивого к болезням в гибридизацию вовлекаются образцы происхождением из различных регионов: Центральная Азия, Средиземноморье, Россия, Украина.

При использовании ячменя на корм предпочтение отдается высокобелковым сортам. Наибольший интерес представляют кормовые сорта с гладкими остями и безостые, которые не травмируют животных при кормлении. Исходным материалом для создания высокоурожайных таких сортов могут служить формы ячменя из скандинавских стран, сорта северных регионов России. Продовольственная промышленность использует ячмень с высоким выходом крупы. Спросом пользуются голозерные сорта.

В условиях Западного Казахстана ячмень подвержен поражению рядом болезней: пыльной головней, ржавчиной, гельминтоспориозом, корневыми гнилями, что предопределяет большие потери урожая. Для создания исходного материала, устойчивого к болезням в гибридизацию вовлекаются образцы происхождением из различных регионов: Центральная Азия, Средиземноморье, Россия, Украина.

В селекционном процессе Актюбинской СХОС метод массового отбора используется при работе с местным и инорайонным сортиментом. Метод индивидуально-семейного отбора является основным при работе с гибридными популяциями по классической схеме селекции: СП-1 года - СП-2 года – контрольный питомник – предварительное сортоиспытание – конкурсное сортоиспытание – питомник размножения - производственное сортоиспытание.Общий объем селекционных питомников АСХОС по годам составлял от 3000 до 6500 образцов, линий, сортов, гибридов.

При оценке сортов и линий отбираются формы без череззерницы, с хорошей технологической оценкой зерна на первых этапах селекции, устойчивые к засухе, средней продолжительностью вегетационного периода, с прочным стеблем – не полегающие, без поникания колоса. Удаление линий, не соответствующих требованиям производства, позволяет сосредоточить внимание селекционера на изучении лучших форм.

В условиях засухи 2009 и 2011 гг. более 30 сортов, образцов и линий ярового ячменя из различных селекционных питомников (коллекционный, скрещивания, демонстрационный) были оценены с помощью нетрадиционных тестов. Так, в течение вегетационного периода проводились измерения площади верхних ярусов листьев (флаговый, предфлаговый – $S_{флаг.}$, $S_{пр.\ флаг}$). По площади предфлаговый лист у всех образцов ячменя был крупнее флагового. Более крупными размерами предфлагового листа при разных сроках посева отличаются образцы интенсивного типа к-30163 Dominigue, nut. Франция (12-17 см^2); к-29215 Добрый, pall. Россия (12-13 см^2). По срокам сева хорошей стабильностью при формировании средней по площади фотосинтезирующей поверхности отличается образец к-29917 Сябра, nut., Беларусь (флаговый лист – 3,0 см^2, предфлаговый – 7,0-7,4 см^2) – табл. 2.

Таблица 2. Оценка сортимента ярового ячменя по некоторым морфофизиологическим показателям в зависимости от срока посева

Сорт, образец	Срок посева	Площадь листьев главного побега, см^2		Тургоромер	
		флаговый	пред-флаговый	разность показаний прибора T_1-T_2, мкм	коэфф. стабиль-ности признака $K = T_1/T_2$
Илек 9, nut. (КазНИИЗиР, АСХОС)	1	3,6	8,5	47	0,684
	2	5,5	13,6	53	0,635
Илек 16, nut. (АСХОС, КазНИИЗиР)	1	4,6	10,8	46	0,695
	2	5,5	12,2	55	0,638
К-29215 Добрый, pall. Россия	1	5,5	12,0	54	0,630
	2	4,7	12,8	63	0,567
К-29917 Сябра, nut., Беларусь	1	3,0	7,0	58	0,606
	2	3,0	7,4	69	0,546
К-30163 Dominigue, nut. Франция	1	5,8	12,5	64	0,533
	2	7,8	16,9	76	0,474
$НСР_{05}$	1	1,6	2,2	-	0,052
	2	1,9	3,0	-	0,065

Приемлемым методом диагностики степени жаростойкости различных сортов и линий зерновых культур в условиях Западного Казахстана является экспресс-метод, с использованием прибора "Тургоромер-1". С его помощью о жаростойкости генотипа судят по толщине листовой пластинки до и после воздействия стрессового фактора (полуденной жары).

Измерения тургоромером проводили на сортименте ячменя в фазу колошения в средней части 5-6 флаговых листьев в 10-12-кратной повторности. Толщину листа (в мкм) определяли в утренние часы в период наибольшего тургора (T_1) и во второй половине дня в наиболее жаркое время (T_2), при наступлении плазмолиза клеток листа. При этом, чем больше разница T_1-T_2, тем меньшей жаростойкостью обладает конкретный генотип, поскольку у него ниже водоудерживающая способность листьев.

Как показали наблюдения, стабильной толщиной листовой пластинки отличаются сорта ячменя отечественной селекции Илек 9, Илек 16: разница T_1-T_2 у них не превышает 45-55 мкм. Сортам инорайонного происхождения свойственен значительный размах этого показателя по срокам посева (55-75 мкм). Коэффициент стабильности признака ($K = T_1 / T_2$), характеризующий степень жаростойкости генотипа, значительно выше у сортов местной селекции (К=0,64-0,70), в сравнении сортами инорайонной селекции (К=0,47-0,60).

Сложившиеся гидротермические условия вегетации 2009 года позволили на ряде сортов ячменя (Илек 9, Илек 16, Карабалыкский 150, Донецкий 8) проследить динамику развития уз-

ловой корневой системы при ее прямой оценке. Точкой отсчета для проведения динамических наблюдений послужили осадки (22 мм), выпавшие 1-2 июля. К этой дате весь сортимент ячменя развивался только за счет зародышевой корневой системы, поскольку весь июнь растения находились под воздействием сильной атмосферной, а затем – и почвенной засухи, затронувшей верхний почвенный горизонт. Узловая корневая система растений ячменя все это время находилась в зачаточном состоянии в виде бугорков. Сразу после выпадения в начале июля осадков начался активный рост узловой корневой системы, который можно было проследить и оценить в динамике путем отбора растений в поле и отмывки корневой системы. Отборы растительных проб проводились через 6, 9, 14 и 20 дней.

Как показали результаты наблюдений, при равных «стартовых возможностях» (полное отсутствие узловых корешков) уже на 6-е – 9-е сутки стало заметно преимущество по ряду показателей новых сортов местной селекции – Илек 9 (допуск с 2007 г.), Илек 16 (допуск с 2011 г.). Так, на 9-е сутки число узловых корней на одном растении у них составило 17-18 шт., тогда как у районированных сортов - Карабалыкский 150 (допуск с 1996 г.), Донецкий 8 (допуск с 1979 г.) этот показатель не превышал 10-14 шт. (табл. 3). Через 20 суток эти показатели составили 19-21 и 13-18 шт., соответственно.

Таблица 3. Результаты наблюдений за динамикой развития вторичной корневой системы у сортов ярового ячменя прямым методом

Показатели	Наблюдения в динамике, через:	Сорта			
		Илек 9, nutans (АСХОС, КазНИИЗиР)	Илек 16, nutans (АСХОС, КазНИИЗиР)	Карабалыкский 150, medicum	Донецкий 8, medicum
Число вторичных корней на 1 растении, шт.	6 суток	15,8	16,4	10,8	9,6
	9 суток	17,4	18,0	14,4	10,4
	14 суток	18,2	19,4	17,0	12,0
	20 суток	19,0	21,0	18,4	13,6
Минимальная длина вторичных корней, см	6 суток	3,64	4,12	2,12	2,04
	9 суток	4,44	5,40	3,18	3,42
	14 суток	6,92	7,88	4,76	4,94
	20 суток	7,30	8,62	5,90	5,6
Максимальная длина вторичных корней, см	6 суток	6,96	8,02	5,46	4,64
	9 суток	8,68	12,34	8,48	6,82
	14 суток	16,04	16,85	9,60	9,12
	20 суток	20,20	23,12	14,88	12,82

Аналогичная тенденция прослеживается и по другим показателям – минимальной и максимальной длине вторичных корней на растении. Так, на исходе 20-х суток у местных сортов максимальная длина корней достигла 20-23 см, а у районированных – 13-15 см. Это указывает на более высокую адаптивность сортов местных экотипов к комплексу стрессовых факторов.

Всего за годы селекционной работы с культурой ячменя (2001-2012) в Актюбинской СХОС совместно с Казахским НИИ земледелия и растениеводство были созданы и переданы в Госсортоиспытание по регионам РК 6 сортов кормового и продовольственного направлений использования. Сорт ярового ячменя Илек 9 с 2007 года допущен к использованию по Актюбинской и Западно-Казахстанской областям; сорт Илек 16 с 2011 года допущен к использованию по Восточно-Казахстанской области. Первичное и элитное семеноводство по этим сортам организовано в Актюбинской СХОС, Уральской СХОС, Казахском НИИЗиР и Восточно-Казахстанском НИИСХ. В настоящее время в госсортоиспытании по Республике Казахстан находится сорт совместной селекции АСХОС и КазНИИЗиР Илек 20.

Заключение

Целенаправленная работа с генетическими ресурсами культуры ячменя, проводимая в Актюбинской СХОС, позволяет в условиях Западного Казахстана объективно оценивать и передавать в дальнейший селекционный процесс выделяющиеся образцы и формы с важными хозяйственно-ценными признаками и свойствами (скороспелость, засухоустойчивость, жаростойкость, устойчивость к болезням, элементы продуктивности колоса и растения и др.). Использование оригинальных методик по оценке жаростойкости и мощности развития корневой системы растений повышает эффективность селекционных отборов в сухостепной зоне. С использованием потенциала мирового генофонда селекционерами АСХОС и КазНИИЗиР создано 6 новых сортов ячменя, 2 из которых включены в Госреестр селекционных достижений РК и допущены к использованию по 3 регионам страны.

Литература

Абугалиева А.И., Сариев Б.С., Савин Т.В., Грандо С., Эль-Хараймен Ф. Содержание β-глюкана и питательная ценность сортов овса и ячменя Казахстана // Вестник с.-х. науки Казахстана, 2011. № 12. С. 6-10.

Абугалиева А.И., Туруспеков Е.К., Абугалиева С.И. и др. Генетические ресурсы культурного и дикого ячменя. – Алматы, «Асыл кітап», 2011. 336 с.

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РК. Сорта растений (официальное издание). Астана, 2012. 200 с.

Грязнов А.А. Ячмень Карабалыкский (корм, крупа, пиво). Кустанай, 1996. 448 с.

Жүндибаев Қ.Қ., Қожабаев Ж.І., Цыганков В.И. Жаздық арпа сорттарын экологиялық сынау нәтижелері // Жаршы. Алматы, 2002. № 6. 31-32 б.

Ибраева А.Т., Слепкова Н.Н. Оценка сортов ячменя на устойчивость к корневой гнили и гельминтоспориозным пятнистостям // Вестник с.-х. науки Казахстана, 2011. № 9. С. 23-25.

Койшибаев М. Болезни зерновых культур. Алматы, 2002. 368 с.

Лоскутов И.Г., Ковалёва О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2011. 46 с.

Лукьянова М.В., Родионова Н.А., Трофимовская А.Я. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л., 1973. 29 с.

Методика госсортоиспытания сельскохозяйственных культур. Алматы, 2002. 378 с.

Методические указания по определению некоторых физиологических показателей растений пшеницы при сортоизучении / Под ред. *В.А. Кумакова.* М.: ВАСХНИЛ, НИИСХ Юго-Востока, 1982. 28 с.

Некоторые приёмы и методы физиологического изучения сортов зерновых культур в полевых условиях / Под ред. *В.А. Кумакова.* Саратов: НИИСХ Ю.-В., 2000. 54 с.

Сариев Б.С. Результаты селекционной и семеноводческой работы по ячменю НИУ Казахстана за 2009-2011 гг. // Сб. мат. 3-го Республиканского семинара «Современное состояние и перспективы развития генетики и селекции зерновых культур». Алматы, 2012. С. 9-11.

Сариев Б.С., Перуанский Ю.В. Теоретические и прикладные аспекты селекции ячменя в Казахстане. Алматы: «Бастау», 2002. 116 с.

Слепкова Н.Н., Жлоба Г.В. Создание нового селекционного материала зернофуражных культур // Вестник с.-х. науки Казахстана, 2011. № 9. 17-20.

Справочник по защите растений. Алматы: РОНД, 2004. 320 с.

Тохетова Л.А. Селекция ячменя на засолённых почвах Приаралья // Автореф. дисс. … д.с.-х.н. Алмалыбак: КНИИЗиР, 2009. 48 с.

Туруспеков Е.К., Сариев Б.С., Тохетова Л.А. и др. Генетическая и фенотипическая изменчивость коллекций ярового ячменя, выращенных в различных регионах Казахстана // Сб. мат. 3-го Республ. семинара «Современное состояние и перспективы развития генетики и селекции зерновых культур». Алматы, 2012. С. 51-54.

Цыганков В.И. Система тестовых морфофизиологических оценок в селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость в Западном Казахстане // Известия ТСХА. 2002. Вып. 2. С. 111-122.

Цыганков В.И., Сариев Б.С., Алимгазинова Б.Ш. и др. Селекция сортов ярового ячменя, адаптированных к условиям Западного Казахстана // Сб. науч. тр., посв. 50-летию Актюбинской СХОС. Актобе: ТОО «Кокжиек», 2008. С. 277-287.

Цыганков В.И., Цыганкова М.Ю., Сариев Б.С. и др. Каталог генетических ресурсов ярового ячменя // Актобе: ТОО «ИПЦ Көкжиек», 2008. 36 с.

Чудинов В.А. Исходный материал для селекции ячменя на Карабалыкской СХОС // Мат. Межд. конф., посв. 75-летию Челяб.НИИСХ. Куртамыш, 2009. С. 322-327.

УДК 631.527 : 633.13

СЕЛЕКЦИЯ ОВСА НА НОСОВСКОЙ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

А. И. Буняк
Носовская селекционно-опытная станция,
Черниговская обл., п. Опытное, Украина, e-mail: Bunuak@gmail.com

Резюме

В результате селекционной работы с овсом на Носовской селекционно-опытной станции выведено 15 сортов, 11 из которых районированы (их родословная и методы селекции представлены в статье). Основными направлениями селекционной работы является создание сортов устойчивых к полеганию и болезням, дающих стабильный урожай и высококачественное зерно.

Ключевые слова: овес, селекция, сорт.

OAT BREEDING AT NOSIVSKAYA PLANT-BREEDING STATION

A. I. Bunyak
Nosovka Breeding Station,
v. Doslidna, Chernigiv Region, Ukraine, e-mail: Bunuak@gmail.com

Summary

The Nosivska plant-breeding station has released lines oat cultivars, lines of which have been introduced into commercial cultivation (for pedigrees and breeding methods – see the paper). The breeding program of the station mainly aims at selecting cultivars with resistance to lodging and diseases and producing stable yields of high-quality grain.

Key words: oat, selection, sort.

Обзор

За последние 20 лет посевы овса в Украине сократились вдвое – с 0,6 млн. до 0,28 млн. гектаров, основные регионы возделывания сосредоточенные на севере Украины – в Черниговской, Сумской, Волынской, Ровенской областях. Именно здесь (Черниговская обл.) в 1911 году основана Носовская опытная станция. За более 100 лет научной деятельности на Носовской опытной станции (селекционная работа с сельскохозяйственными культурами инициирована в 1938 году) создано 72 сорта различных сельськохозяйственных культур, среди которых сорта овса занимают почетное место и основные площади посева в Украине.

Работа с культурой овса на станции началась, когда основные площади в области засевались сортом Лоховский. С 1938 года на Носовской госселекстанции для обеспечения хозяйств в Черниговской и Сумской областях высококачественными семенами элиты ведется семеноводство районированных сортов овса Лоховский, Харьковский 0596 и Советский. В период оккупации – с 1941 по 1943 гг. на станции прервана семеноводческая робота с овсом. В результате изучения сорт Лоховский в почвенно-климатических условиях Черниговской и Сумской областей показал себя более урожайным и продуктивным, поэтому семеноводческая работа с другими сортами с 1944 года была прекращена.

Попытка селекционной работы с овсом на Носовской станции предпринята А.П. Бржезицким с изучения и оценки номеров овса, привезенных им, в связи с его переводом, с Петровской селекционной станции в 1948 году. Эти образцы созданы путем гибридизации сортов Победа на Лейтевицкий, скрещивания были проведены на Петровский госселекстанции в 1940 году. Часть семян, из 20 наиболее перспективных образцов было передано на Но-

совскую станцию для продолжения селекционной работы с ними. Эти образцы были отобраны по хозяйственно-биологическим признакам с учетом почвенно-климатических особенностей Черниговщины. Селекционная работа в этот период сводилась к выделению лучшего номера из материала, полученного с Петровской ГСС. В результате изучения выделен номер Мутика 3-121, который в 1950 году под названием Носовкий 1 передан в Государственную комиссию по сортоиспытанию. До 1955 года селекционная робота с овсом на станции ограничивалась только питомником сортоиспытания, в котором ежегодно изучалось от 4 до 6 образцов. В этом же году сорт Носовский 1 не был внесен в Реестр и станция продолжила семеноводство основного для области сорта – Лоховского.

С 1958 года на станции под руководством А.П. Бржезицкого начинается полноценная селекционная работа с овсом. Основным методом работы была признана межсортовая гибридизация и индивидуальный отбор из гибридных популяций, образцов, сортов. В качестве исходного материала используются районированные и перспективные сорта и коллекционные образцы ВИРа. В процессе семеноводческой работы с районированными сортами, из сорта Лоховский выделена более урожайная линия, которая послужила исходным материалом для создания нового сорта Черниговский, районированного в 1973 году.

В 1972 году районировали сорт Черниговкий 83, полученный путем скрещивания голландского сорта Либертас с Льговским 1026, который до данного времени поддерживается в Реестре сортов растений России. В 1979 году в Грузинской ССР был районирован сорт Черниговский 126. В 80-90-х годах прошлого столетия сорта Черниговский и Черниговский 83 занимали более 100 тыс. га посевов в Украине.

В настоящее время в производстве находятся 11 сортов овса селекции Носовской селекционно-опытной станции (селекционер – А.Ф. Матрос, с 1976 года), которые стали основой сортового потенциала (42,2 %) и занимают 75 % площадей посева в Украине.

Селекция районируемых сортов на урожайность и качество без одновременной работы на иммунитет приводит к поражению сортов патогенами. Создание устойчивых сортов является универсальным методом борьбы с болезнями и вредителями, важным условием повышения стабильности урожая, получения продукции высокого качества. В зоне Полесья и Лесостепи Украины наиболее распространены болезни овса – корончатая и стеблевая ржавчина. Для создания сортов устойчивых к этим болезням было проведено скрещивание устойчивого к ржавчине образца из коллекции ВИР (к-11613 США) с сортом Черниговский 83 и путем индивидуального многоразового отбора получена константная форма, которая была передана на Государственное сортоиспытание под названием Черниговский 27. С 1990 года сорт занесен в Реестр сортов растений России и Украины, и отличается устойчивостью к болезням и хорошей пластичностью. Средняя урожайность сорта на опытных сортоучастках составляла 6,0 т/га.

С целью ускорения селекционного процесса и выведения новых сортов станция проводит обмен селекционным материалом с другими учреждениями. Такое сотрудничество с Всероссийским институтом растениеводства (ВИР), Институтом сельского хозяйства Карпатского региона, Льговской и Верхнячской опытно-селекционними станциями способствовало созданию разнообразного гибридного материала и дало возможность интенсивного отбора элитных растений разного географического происхождения.

Методом индивидуального отбора из гибридной популяции полученной из Льговской опытно-селекционной станции от скрещивания сортов Мирный х ЛОС-3 отобрана линия, которая стала исходным материалом для создания сорта Черниговский 28. Сорт занесен в Реестр сортов растений России с 1994 года, а в Украине – с 1996 года. Ценным признаком сорта является интенсивный рост и накопление большого количества зеленой массы (30-40 т) на начальных фазах развития. Совместные посевы сорта Черниговский 28 с горохом обеспечивают на бедных дерново-подзолистых почвах 42 т/га зеленой массы с высокими кормовыми качествами, а при полном созревании 5,0 т/га крупного зерна (масса 1000 зерен 36-42 г) пленчатость – 23-25 %.

Анализ вновь созданного селекционного материала показывает, что наиболее эффективным методом для создания сортов является межсортовая гибридизация. В процессе выведения новых сортов отбирали гибридный материал, который содержал в себе объединение хозяйственно-ценных признаков географически отдаленных форм. Так из гибридных популяций от скрещивания сортов Астор х ЛОС-3 со следующим многоразовым индивидуальным отбором создан сорт Деснянский, который занесен в Реестр сортов растений Украины с 1998 года, пригодный для выращивания в зоне Полесья и Лесостепи. Учитывая устойчивость сорта к болезням и способность стабильно формировать высокий урожай на уровне 6,0-6,5 т/га его поддерживают в производстве.

Подбор пар для скрещиваний является важной предпосылкой создания ценного исходного материала, поэтому за отцовские растения брали устойчивые к грибным заболеваниям, засухе, полеганию и продуктивные образцы. От скрещивания голландского сорта Астор с коллекционным образцом ВИР (к-12070, ФРГ), который отличался урожайностью и устойчивостью к поражению болезнями, но не был засухоустойчивым, отобран урожайный номер для создания сорта Славутич, который районирован с 2000 года для зоны Полесья. Сорт высокоурожайный, отличается быстрым развитием до выметывания, крупнозерный, устойчивый к полеганию и поражению болезнями, но по засухоустойчивости уступает сорту Деснянский. Урожайность на сортоучастках – 5,5-6,0 т/га.

Для создания ценных сортов проведены многоразовые индивидуальные отборы на пониженную пленчатость зерна из гибридной комбинации Черниговский 83 и коллекционного образца ВИР (к-11613, США). От скрещивания тонкопленчатых, крупнозерных, урожайных растений отобрали исходные семьи сорта Раннеспелый. С 2000 года сорт занесен в Реестр сортов Украины для выращивания в зоне Полесья. Сорт вызревает на 5-6 дней ранее районированых сортов, устойчивый к полеганию и болезням, засухоустойчивый, по качеству зерна отвечает требованиям ценных сортов. Максимальная урожайность на сортоучастках составляла 5,5-6,0 т/га.

В процессе создания сортов одним из направлений работы было повышение физиологической устойчивости растений к неблагоприятным условиям выращивания. Отбор и оценку элитных растений проводили на разных агрофонах. В гибридном питомнике оценка элитных растений проходила с учетом общей продуктивности растений, выравненности стеблей, типа и озерненности метелки, продолжительности вегетационного периода, качества зерна, и др. В результате проведенной работы, константная линия от скрещивания сортов Черниговский 27 х Астор под названием Райдужный занесенная в Реестр сортов Украины с 2001 года для выращивания в зоне Полесья и Лесостепи. Сорт отличается засухоустойчивостью, устойчивый к осыпанию, полеганию и болезням, крупнозерный – масса 1000 зерен 36-42 г, пленчатость – 23-25 %. По качеству зерна отвечает требованиям ценных сортов. Максимальный урожай в Государственном сортоиспытании составил 6,8-7,0 т/га.

Отбирая из сорта Райдужный трансгрессивные формы с низкопленчатым зерном, высокой продуктивностью, засухоустойчивостью, и вовлекая их в скрещивание с высокоурожайными, устойчивыми к болезням сортами, из селекционного материала выделили две линии. Объединенные по хозяйственно-ценным признакам константные линии от скрещивания сортов Райдужный х Деснянский, превосходили по урожайности стандарт (+ 0,6-1,0 т/га). В 2005 году данная популяция была занесена в Реестр сортов растений Украины как сорт Нептун. В Государственном сортоиспытании превышение по урожайности над стандартом составило 18 %. Сорт крупнозерный – масса 1000 зерен 35-38 г, пленчатость – 24-25 %, по качеству зерно отвечает требованиям ценных сортов.

Урожайные, крупнозерные сорта Раннеспелый и Райдужный были привлечены в гибридизацию для создания сорта, который отличался большей продуктивностью. Многоразовые индивидуальные отборы по хорошей устойчивости к полеганию и средней высотой стебля послужили исходным материалом для сорта Зирковый, который занесен в Реестр сор-

тов растений Украины с 2008 года в зоне Полесья. В Государственном сортоиспытании максимальный урожай сорта составил – 7,64 т/га.

Из коллекционного питомника выделен образец ВИР (к-13447, США) – с хорошей озерненостью (80-110 зерен в метелке), но не устойчивый к ржавчине, он был вовлечен в скрещивание с сортом Черниговский 27. Полученные продуктивные позднеспелые элитные растения, взятые в качестве материнской формы в гибридизацию с сортом Раннеспелый послужили созданию сорта Парламентский, который занесен в Реестр сортов растений Украины на 2009 год в Полесской зоне. Максимальная урожайность сорта составила 7,0 т/га.

Продолжением реализации программы для создания сортов комплексного использования стала передача в сеть Государственного сортоиспытания в 2008 году сорта Закат. Он объединяет в себе комплекс хозяйственно-ценных признаков. Характеризуется высокой урожайностью (максимальный урожай на составил 7,0 т/га), крупнозерностью (масса 1000 зерен 36-44 г), пленчатость 24-25 %. Среднеспелый, имеет продолжительную фазу развития от трубкования до выметывания, стебли хорошо облиственные, широкая листовая пластинка. До начала выметывания урожайность зеленой массы составляет 40-80 т/га. Занесенный в Реестр сортов растений Украины в 2010 году.

Наряду с пленчатым овсом все большее значение для сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности приобретает голозерный овес. В Украине районированы 4 голозерные сорта овса зарубежной селекции. Голозерный овес может использоваться на кормовые и пищевые цели без предварительной обработки, которая снижает трудовые затраты и себестоимость продукции. По энергетической ценности он приближается к кукурузе, а по содержанию белка – преобладает все злаковые культуры.

Незначительные объемы выращивания и использования голозерных сортов овса связаны с ограниченными селекционными и агротехническими исследованиями. На Носовской селекционно-опытной станции созданы первые украинские голозерные сорта овса – Скарб Украины, в Реестре сортов с 2011 года, и Визит, который находится в Государственном сортоиспытании. Сорт Скарб Украины создан путем гибридизации пленчатых сортов с высокой урожайностью с голозерным коллекционным образцом 321 (Беларусь) с последующим индивидуальным отбором растений из гибридной популяции. Сорт среднеспелый, созревает в зоне Лесостепи за 90-95 дней. Устойчивый к полеганию и болезням. Масса 1000 зерен – 26-31 г. Максимальная урожайность сорта на сортоучастках составляла 4,9 т/га. Недостатком голозерных сортов является мелкое зерно (масса 1000 зерен 26-30 г), поэтому работа направлена на создание крупнозерных (с массой 1000 зерен 33-36 г), устойчивых к болезням высокопродуктивных сортов.

Заключение

Таким образом, на Носовской селекционно-опытной станции создан ряд высокоэффективных сортов пленчатого и голозерного овса различного направления использования. Указанные сорта в настоящее время занимают основные площади посева в Украине.

УДК 575.113.2:577.112.82

МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ ПИЩЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Е. К. Кирдогло, С. С. Полищук, М. В. Червонис
Селекционно - генетический институт - Национальный центр семеноведения и сортоизучения, Одесса, Украина, e-mail: Chervonis@mail.ru

Резюме

Исследованы современные библиографические источники по анатомии ячменной зерновки и ее биохимического состава. Обсуждаются проблемы методологии селекции голозерного ячменя и пути их решения. Приводятся результаты селекционных и биохимических исследований.

Ключевые слова: ячмень, голозерность, анатомия зерновки, белки, крахмал, в-глюканы, жирные кислоты, витамины, токолы, микроэлементы, селекция, LDL-холестерин, сахарный диабет, пищевое использование.

METHODOLOGY AND RESULTS OF BREEDING BARLEY FOR FOOD END-USE

E. K. Kyrdoglo, S. S. Polyshchuk, M. V. Chervonis
Plant Breeding and Genetics Institute, Odessa, Ukraine, e-mail: Chervonis@mail.ru

Summary

Hulless barley breeding lines anatomy, biochemical, technological and morphological characteristics. Predominant effects of the *wax* and *nud* genes in determination of the barley grain for food end-use were showed. Genetic and breeding criteria for the hulless food end-use barley varieties production were determined.

Key words: barley, anatomy, proteins, starch, в-glucan, fatty acids, vitamins, tocol, trace substances, breeding, LDL-cholesterol, pancreatic diabetes, food end-use.

Введение

Последнее 10-летие в ведущих селекционных и медицинских центрах мира внимание генетиков и селекционеров, медиков и диетологов приковано к проблемам селекции голозерного ячменя пищевого использования. Потому что именно голозерный ячмень, благодаря наличию в-глюканов, растворимых белков, токолов, витаминов, микроэлементов, фитостеролов, липидов и других соединений является непревзойденным профилактическим и лечебным средством здорового функционального питания.

За 10 000-летнюю историю эволюции и селекции ячмень приобрел достаточно широкий интервал изменчивости многих морфологических признаков и признаков качества зерна.

Зерно ячменя, в зависимости от направления использования, характеризуется достаточно четкими показателями фуражной (кормовой), пивоваренной и пищевой ориентации. Фуражный ячмень используется для изготовления комбикормов в животноводстве и птицеводстве, пивоваренный – для изготовления пива, виски, спирта и других напитков, пищевой – для изготовления круп, муки, макарон, хлебобулочных изделий, хлопьев, мюсли и других продуктов.

Современная генетика и селекция базируется на использовании системы молекулярной маркеров, тесно сцепленные с многими локусами хромосом и максимально перекрывают весь геном ячменя. Современная база молекулярных SSR-маркеров, созданная в Великобритании по специальному международному проекту SAGE (Serial Analysis of Gene Expression), позволяет изучать экспрессию у 14500 (!) отдельных генов в клетках тканей ячменя в процессе развития (Рибалка, 2008).

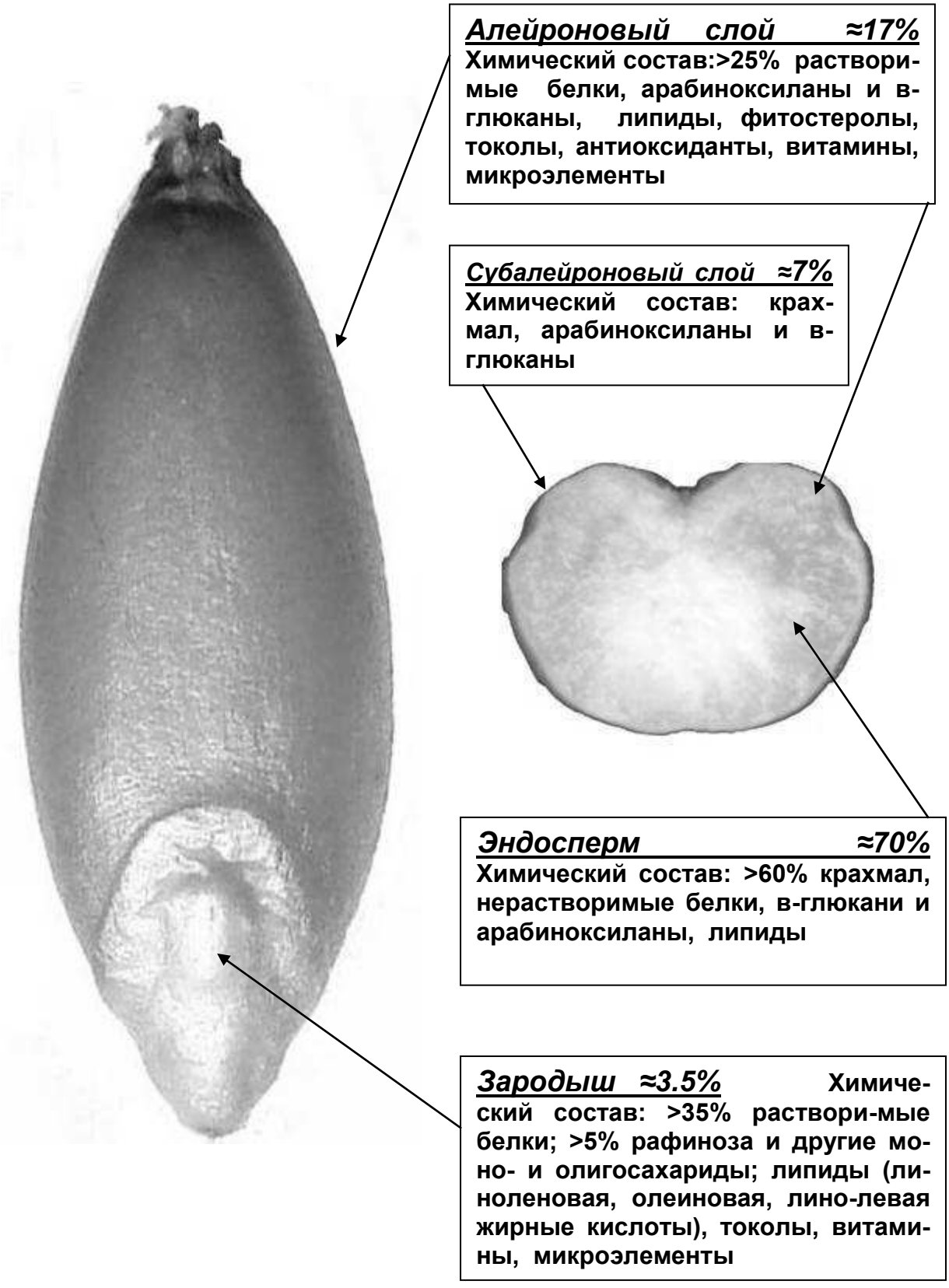


Рис. 1. Анатомия зерновки голозерного ячменя и ее биохимический состав

Генетические исследования признаков качества зерна получили принципиально иную методологическую основу, способны не только контролировать наследование отдельных генов качества зерна, исследовать их функциональную роль, но и целенаправленно влиять на рекомбинационные процессы биосинтеза углеводов, белков, жиров, микроэлементов и других соединений, замещения нежелательных генов, манипулирования генами с целью целенаправленного формирования признаков качества зерна с желаемыми для производителя и потребителя характеристиками.

Зерновка ячменя состоит из нескольких основных, четко определенных анатомических частей: пленка (или ее отсутствие), алейроновый и субалейроновий слои, зародыш и эндосперм. Химический состав этих частей зерновки существенно отличается и отображает их функциональные особенности (рис. 1).

Пленка занимает 6-15% от массы зерновки. Химический состав: высокополимерные нерастворимые углеводы – клетчатка, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, на целлюлозу приходится > 40% от сухой массы пленки, ~ 5% составляет лигнин; 7-16% – нерастворимые белки и другие азотистые соединения; ~ 2,0% – высокомолекулярные насыщенные жирные кислоты (стеариновая и пальмитиновая); кремний, хлор, сера и другие вредные минеральные вещества (Сичкарь, Лукьянова, 1958; Гаркавый, Пыльнева 1980; Кирдогло и др., 1983).

Нашими исследованиями проведенными еще в 1979-1981 годах было доказано, что отсутствие гена *Nud* в голозерного аналога пленчатого сорта Черноморец, во-первых, обеспечивает существенное увеличение синтеза крахмала (на 6,8-20,4%) и белка (на 13,8 -19,0%), в том числе растворимых белков, а это незаменимые аминокислоты – лизин, аргинин, гистидин, пролин, триптофан. Во-вторых, обеспечивает существенное, почти в 10 раз, снижение содержания нерастворимой клетчатки, лигнина в 1,5 раза, ингибитора трипсина на 30%. И как результат, питание месячных белых крыс (линия Вистар) крупкой голозерного ячменя, которое проводили специалисты вивария Одесского национального медицинского университета, обеспечило увеличение прироста массы животных уже через 5 суток почти в 2 раза (96,4%), а через 10 суток – на 38,0% больше, чем у их сородичей, которых кормили крупкой пленчатого Черноморца (Кирдогло и др., 1983).

Для использования зерна ячменя, как пищевого продукта, особенно большое значение имеет химический состав алейронового слоя зародыша и эндосперма.

Алейроновый слой современных сортов занимает 13,0-20,5% от массы зерновки, состоит из 2-5 рядов клеток, толщиной 76-95 мкм. Химический состав:> 25% от массы зерновки приходится на белки, причем львиная доля принадлежит растворимым белкам альбуминовой и глобулиновой фракциям богатых незаменимыми аминокислотами; ненасыщенные жирные кислоты (олеиновая, линолевая и линоленовая); ~ 67% стенок клеток составляют арабиноксиланы (арабиноза и ксилоза) и ~ 26% в-глюканы – не крахмалистые полисахариды; присутствуют токолы, фитостеролы, антиоксиданты, микроэлементы, водорастворимые витамины (Имшенецкий, Сысоев, 1971; Трофимовская и д.р., 1972; Закрыжевская, 1979; Левицкий, Вовчук, 1979; Лукьянова, Трофимовская, 1990; Рибалка, 2011).

Согласно с современными взглядам медиков и диетологов, одной из наиболее ценных в пищевом отношении фракцией зерна ячменя являются вышеупомянутые (1 → 3, 1 → 4)-в-D-глюканы (упрощенно – в-глюканы) и арабиноксиланы, которые называют «общей диетической клетчаткой » (TDF – total dietary fiber).

Следует подчеркнуть, что среди широкого набора зерновых культур только у двух из них, а именно в зерновках ячменя (2-11%) и овса (1 -3,5%), найдено высокое содержание в-глюканов. У овса в-глюканы сконцентрированы в периферийной части зерновки, а у ячменя - в алейроновом слое (~ 20%) и в эндосперме (~ 70). В отличие от целлюлозы, в-глюканы частично растворимы в воде, образуют устойчивые растворы с высокой вязкостью. в-глюканы почти не перевариваются в пищеварительном тракте человеческого организма, но имеют диетическую ценность по другим причинам. Под действием кишечной микрофлоры они образуют ряд диетически важных короткоцепочечных жирных кислот (уксусная, пропионовая, бутиловая).

Многочисленными медицинскими исследованиями, выполненными за последнее 10-летие во многих странах мира, убедительно доказано, что именно в-глюканы голозерного ячменя является мощным лечебным и профилактическим средством против трех смертоносных болезней века: сердечнососудистых заболеваний (благодаря снижению содержания вредного LDL-холестерина в плазме крови) сахарного диабета (способствуют низкому глицемическому и инсулиномическому индексам) язвенным заболеванием желудка и раку кишечника (Trowell, 1975; Bjцrk et al.,1994; Cavallero et al., Cavallero; Conway, 2006; Newman, Newman, 2009).

Впечатляющие результаты исследований недавно получили специалисты кафедры физиологии человека и животных Одесского национального университета им. И.И. Мечникова. Трехмесячных белых крыс кормили крупкой нашего голозерного сорта Ахиллес (линия голозерного Черноморца) и пленчатым сортом Святогор. Пищевой рацион крыс первой группы состоял на 70% из крупки голозерного ячменя, остальное – сбалансированный стандартный рацион вивария, вторая группа – 70% крупки пленчатого сорта Святогор, остальное – стандартный рацион. Контрольную группу животных кормили стандартным рационом. За две недели опыта прирост массы животных в первой группе составил на 106,30% (P> 0,05-0,01) больше, чем у второй группы. Но после 4-6 недель опыта, темпы прироста массы животных стали медленными (23,34-18,60%) относительно исходных данных. Исследовали также количество общего холестерина в крови подопытных животных. Через 6 недель кормления количество общего холестерина достоверно (P> 0,05-0,01) снизилась на 33,4% в первой группе животных против 25,0% у второй группы. Количество альбумина через 6 недель питания достоверно (P> 0,05-0,01) увеличилась в первой группе на 25,5% против 18,1% у второй группы животных (Майкова и д.р., 2011). Голозерний сорт Ахиллес в 2011 году имел 15,5% белка и 6,33% в-глюканов, а пленочный сорт Святогор – 10,2% белка и только 3,60% в-глюканов.

В алейроновом слое зерновки находятся ценные минеральные микроэлементы: железо, цинк, магний, медь и другие. Недостаток в крови человека гемоглобина (железа) приводит к анемии крови, от которой умирает много людей. Цинк играет мощную роль в иммунной системе человеческого организма. Именно в алейроновом слое и в зародыше голозерного ячменя содержится больше: железа – 36,0 - 85,0 мг / кг сухого вещества, цинка – 19,0-35,0 мг / кг, магния – 17,0 - 27,5 мг / кг (Marconi et al., 2000). Кстати, в зерне пшеницы современных сортов железа содержится не более 32 мг / кг.

Витаминный комплекс ячменного зерна, как и «общая диетическая клетчатка», также является предметом повышенного внимания медиков и диетологов здорового питания. Витамины относят к «вспомогательным факторам здорового питания».

Наиболее важными водорастворимыми витаминами являются тиамин (B1), рибофлавин (B2), пиридоксин (B6), кобаломин (12), биотин, холин, миоинозитол, никотиновая (B3), аскорбиновая (C), пантотеновая и фолиевая кислоты.

Список полезных для здоровья человека компонентов зерна голозерного ячменя был бы не полным, если не упомянуть о ряде важных фитонутриентов, обладающих антиоксидантной, протекторной активностью против определенных типов рака, сердечнососудистых заболеваний (артритов). Наиболее исследованными в этом аспекте компонентами ячменного зерна является стеролы, токотриенолы, флавонолы и фитофенолы. Значительная доля приходится на нерастворимые фенолы (ферулевая кислота), которые этерифицированы с арабиноксиланами клеточных стенок алейронового слоя и эндосперма. Фитостеролы, как и многие другие ценные соединения сосредоточены также в алейроновом слое зерновки. Общее содержание фитостеролов в зерне ячменя составляет от 820 до 2349 мг / кг (Рибалка, 2011).

Следует отметить, в современных сортах лесостепной экологии алейроновый слой составляет ~ 13,2% от массы зерновки, а в сортах степной экологии – 17,3 - 20,5% (Лукьянова, Трофимовская, 1990).

Субалейроновий слой формируется из 2-4 рядов клеток толщиной 80 - 100 мкм. Состоит преимущественно из крахмала. При недостатке влаги в почве в период созревания в клетках субалейронового слоя наблюдается полное отсутствие крахмала. Уменьшается масса зерновок, наблюдается «щуплость», «морщинистость» зерна пленчатого ячменя. Установле-

но, что между количеством белка в зерне и в количестве не заполненных крахмалом клеток в субалейроновом слое наблюдается высокая обратная корреляция (-0,71). То есть, в засуху налив зерна нежаростойких пленчатых сортов происходит с существенным недобором крахмала, что в свою очередь, увеличивает количество клетчатки и сырого протеина (Лукьянова, Трофимовская, 1990).

Зародыш занимает 2,8-5,5% от массы зерновки. Химический состав:> 35% – растворимые белки (альбумины и глобулины) ~ 20% липиды – ненасыщенные жирные кислоты (линоленовая, олеиновая, линолевая) 1,4-6,8% – рафиноза и другие моно- и олигосахариды; жирорастворимые витамины (A, D, E, K, F), микроэлементы (Закрыжевская, 1979; Лукьянова, Трофимовская, 1990; Wang et al., 1993).

Многочисленными исследованиями показано, что ячмень является абсолютным чемпионом среди злаков по содержанию токолов – витамина Е (жирорастворимые токоферолы и токотриенолы). Токолы связаны с содержанием липидов преимущественно в зародыше и в алейроновом слое, а их концентрация положительно коррелирует с содержанием масла. Содержание б-токоферолов и б-токотриенолов в масле зерна ячменя соответственно в 24 и 17 раз (!) больше, чем в масле кукурузы. Ячмень по сравнению с другими культурами выгодно отличается высоким содержанием линоленовой кислоты (витамин F), которой современная диетология отводит стратегическую роль в жировом обмене организма человека. Линоленовая кислота почти полностью отсутствует в масле кукурузы, подсолнечника и маслин, в зерне пшеницы и овса, незначительное количество присутствует в масле сои (Лукьянова, Трофимовская, 1990; Bjцrk et al., 1994; Lusk et al., 2001; Рибалка, 2011).

Эндосперм занимает 70-80% от массы зерновки. Химический состав: львиная доля принадлежит крахмалу – 44-65%; запасные нерастворимые белки (гордеины и глобулины) занимают 12-8%; липиды – 2,0-2,8%; целлюлоза и гемицеллюлоза – около 40%; стенки клеток эндосперма состоят из в-глюканов (~ 70%) и арабиноксиланов (~ 20%) (Лукьянова, Трофимовская, 1990; Рибалка, 2011).

Крахмал ячменя, подобно пшеничному, состоит из двух структурно отличных компонентов: амилозы и амилопектина. Амилоза является линейным полимером б-(1,4)-D-глюкозы, она образуется из нескольких цепочек сцепленных по спирали глюкозидными остатками. Молекулярная масса амилозы варьирует от 30 до 1000 кД. Амилопектин имеет разветвленную молекулярную структуру, в которой линейно расположены остатки б-(1,4)-D-глюкозы. Молекулярная масса «ветвистого» амилопектина достигает сотен миллионов дальтон. Амилоза более растворима в воде, чем амилопектин, но растворы ее неустойчивы, быстро образуется кристаллический осадок. Амилопектин образует вязкие, чрезвычайно устойчивые растворы. Амилоза и амилопектин входят в различных пропорциях в состав крахмальных зерен, в результате чего у сортов наблюдается неодинаковая скорость и температура осахаривания и клейстеризации крахмала. Это соотношение меняет устойчивость крахмала к солям и кислотам. Наблюдается отрицательная корреляция между количеством крахмала в зерне и амилозы в крахмале (Лукьянова, Трофимовская, 1990; Рибалка, 2011).

У ячменя значительно раньше, чем у пшеницы, генетиками и селекционерами созданы так называемые сорта вакси (waxy), крахмал которых, в отличие от обычных сортов ячменя содержит почти 100% амилопектина. Признак вакси контролируется геном *wax*, размещенный в хромосоме 1 (7) HS ячменя. Первые сорта ячменя вакси были созданы в Японии (1995), Канаде (1997) и Швеции (2005). Ячмени вакси, в отличие от обычных сортов, имеют повышенное содержание простых сахаров: глюкозы, фруктозы, сахарозы и растворимой клетчатки в форме в-глюканов. Считают, что ячмень вакси имеет повышенное содержание в-глюканов в связи с тем, что у него генетически блокирован процесс трансформации глюкозы в крахмал и метаболизм с участием глюкозы становится частично направлен на биосинтез в-глюканов. Амилопектин почти полностью переваривается в организме человека. Ячмень с геном *wax* содержит на 32-41% больше в-глюканов по сравнению с обычным ячменем. Кроме того, ячмень вакси имеет в среднем на 25% выше содержание липидов, чем зерно обычного ячменя. В некоторых мутантных формах голозерного ячменя, созданных

недавно в Канаде, найдено до 15-16% в-глюканов. Кстати, в-глюканы клеточных стенок эндосперма состоят из достаточно крупных (107 Да) и устойчивых молекул и образуют настоящий барьер для гидролитических ферментов. Существенно снижается скорость осахаривания крахмала, увеличивается время фильтрации сусла и его вязкость, то есть производство качественного пива напрямую зависит от количества (не более 2-3%) в-глюканов (Lusk et al., 2001; Рибалка, 2011).

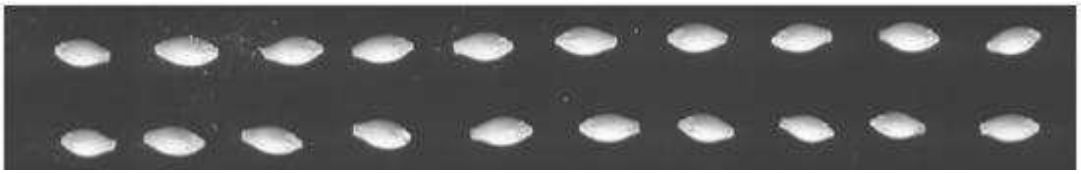
По фракционному составу белков сорта ячменя существенно различаются между собой. Сорта лесостепной экологии в оптимальных условиях выращивания содержат больше альбуминов и глобулинов (и почти не содержат клейковины), чем сорта степной экологии, где преобладают гордеины и глютенины. В условиях засухи, в степи Украины, накапливается больше гордеинов и глютенинов, поэтому растет количество клейковины. Но по физическим свойствам клейковина ячменя существенно уступает клейковине пшеницы, она серого цвета, тугая, не эластичная, быстро рвется (Трофимовская, 1972; Лукьянова, Трофимовская, 1990;).

Материал и методы исследований

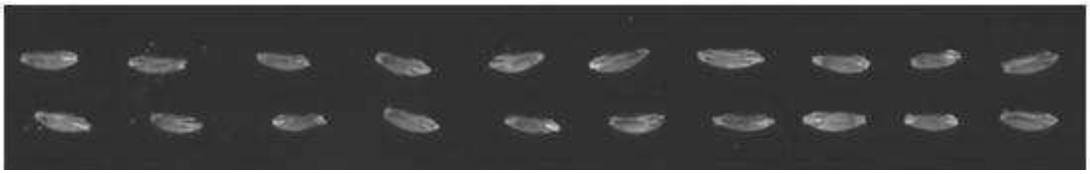
В отделе генетических основ селекции СГИ (руководитель программы доктор биологических наук А.И. Рыбалка) в течение последнего 10-летия развернута широкая программа создания селекционного материала для сортов ярового и озимого голозерного ячменя пищевого назначения. Программа нацелена на создание высокопродуктивных селекционных линий голозерного ячменя с технологическими показателями зерна, пригодного для изготовления широкой гаммы пищевых продуктов. Для изготовления муки, круп, лапши и макарон создаются твердозерные сорта, в том числе сорта вакси желтого, белого и других цветов; для изготовления хлопьев – мягкозерные сорта; для соков – из проростков ячменя; для изготовления питьевого спирта и других напитков – мягкозерные сорта вакси с повышенным содержанием качественного крахмала.

Селекция сортов голозерного ячменя включает в себя все проблемы и сложности селекции пленчатого ячменя: устойчивость к инфекционным болезням и полеганию, холодостойкость, жаростойкость и морозостойкость (озимого ячменя). Но кроме того, значение имеет устойчивость зародыша зерновки при обмолоте, форма, цвет и выполненость зерновки, содержание и качество белка и крахмала, твердозерность и мягкозерность, выход муки и крупы, качество крупы, хлопьев, лапши и макарон, содержание в-глюканов, содержание общей и растворимой клетчатки, содержание масла и его жирно-кислотный состав, содержание микроэлементов, содержание и состав изомеров токоферолов и токотриенолов, выход пищевого спирта при ферментации и дистилляции.

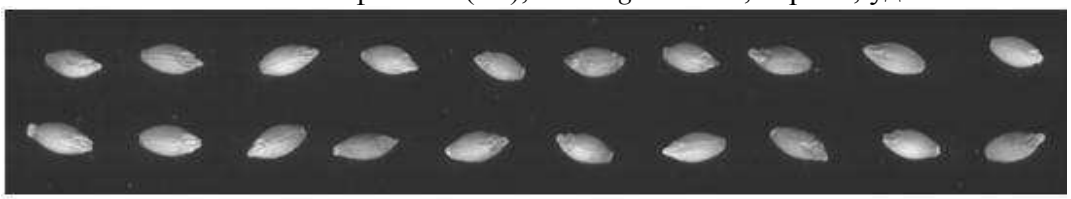
Изучали украинские и зарубежные сорта и селекционные линии ячменя, сортообразцы из коллекции ВИР – доноры ценных по качеству зерна и другим хозяйственным признакам. По анатомии зерновки исследовано около 5000 голозерных коллекционных и селекционных сортообразцов. Найденные почти все разновидности голозерного ячменя по признакам: цвет зерна – белое, серое, желтое, зеленое, голубое, коричневое, черное; форма зерновки – удлиненная, овальная, округлая; основание зерновки – скошенное (зародыш выступает за периметр зерновки), прямое (рис. 2). Источником гена *wax* стали коммерческие голозерные сорта канадской селекции Alamo и Candle, полученные от ведущего селекционера Канады проф. Брайана Росснагеля (Crop Development Centre, University of Saskatchewan, Canada). К гибридизации привлечены ~ 60 сортов и селекционных сортообразцов отечественной и зарубежной селекции: пленчатые и голозерные, двухрядные и шестирядные, остистые, безостые и фуркатные, источники устойчивости к инфекционным болезням, устойчивости к полеганию, холодостойкости ярового и морозостойкости озимого ячменя.



Сорт Омский голозерный 1 (Россия), var. *nudum*, белое, удлиненно-овальные



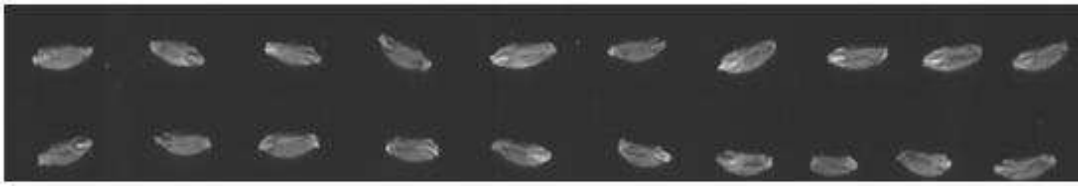
К-18703 Местный из Эфиопии (Jet), var. *nigrinudum*, черное, удлиненное



СЛ 250-21, var. *coeleste*, коричневое, округлое (зародыш выступает)



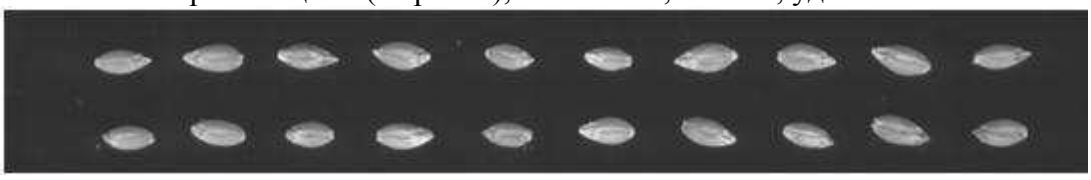
СЛ 1010, var. *viride*, зеленое, овальное



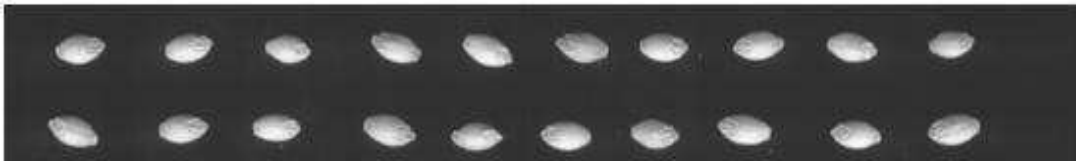
IR-02018 (Arabische) var. *duplinigrum*, черное, удлиненное



Сорт Казацкий (Украина), var. *nudum*, желтое, удлиненное



К-3977, Местный из Монголии, var. *trifurcatum*, желтое, округлое (зародыш выступает)



Сорт Mc Gwire (Канада), var. *nudum*, желтое, округлое (зародыш не выступает)

Рис. 2. Некоторые коллекционные образцы голозерного ячменя по цвету и форме зерновки

Селекция сортов голозерного ячменя включает в себя все проблемы и сложности селекции пленчатого ячменя: устойчивость к инфекционным болезням и полеганию, холодостойкость, жаростойкость и морозостойкость (озимого ячменя). Но кроме того, значение имеет устойчивость зародыша зерновки при обмолоте, форма, цвет и выполненость зерновки, содержание и качество белка и крахмала, твердозерность и мягкозерность, выход муки и крупы, качество крупы, хлопьев, лапши и макарон, содержание в-глюканов, содержание общей и растворимой клетчатки, содержание масла и его жирно-кислотный состав, содержание микроэлементов, содержание и состав изомеров токоферолов и токотриенолов, выход пищевого спирта при ферментации и дистилляции.

Изучали украинские и зарубежные сорта и селекционные линии ячменя, сортообразцы из коллекции ВИР – доноры ценных по качеству зерна и другим хозяйственным признакам. По анатомии зерновки исследовано около 5000 голозерных коллекционных и селекционных сортообразцов. Найденные почти все разновидности голозерного ячменя по признакам: цвет зерна – белое, серое, желтое, зеленое, голубое, коричневое, черное; форма зерновки – удлиненная, овальная, округлая; основание зерновки – скошенное (зародыш выступает за периметр зерновки), прямое (рис. 2). Источником гена *wax* стали коммерческие голозерные сорта канадской селекции Alamo и Candle, полученные от ведущего селекционера Канады проф. Брайана Росснагель (Crop Development Centre, University of Saskatchewan, Canada). К гибридизации привлечены ~ 60 сортов и селекционных сортообразцов отечественной и зарубежной селекции: пленчатые и голозерные, двухрядные и шестирядные, остистые, безостые и фуркатные, источники устойчивости к инфекционным болезням, устойчивости к полеганию, холодостойкости ярового и морозостойкости озимого ячменя.

Полевые опыты проводили по общепринятым методикам. Проводились все необходимые фенологические и фитопатологические наблюдения. Отбор селекционного материала гибридного происхождения выполняли по методу Педигри. Твердозерность определяли стандартным методом на микротвердомере Brabender. Изготовление муки (шрота) осуществляли на лабораторной мельнице «Laboratory 3100». Содержание белка определяли по международному стандарту ISO 659 и на приборе «SpektraAlyzer premium». Определение содержания крахмала выполняли по стандарту ГОСТ 10845-98. Содержание масла определяли по международному стандарту ISO 659. Содержание жирных кислот масла – методом газовой хроматографии в ультра тонкой колонке на хроматографе «Shimadzu 2014» по международному стандарту ISO 5508 и ISO 5509. Процедуру ферментации и дистилляции выполняли с использованием, сконструированного в отделе генетических основ селекции СГИ, лабораторного реактора-ферментатора и лабораторной дистилляционной установки. Концентрацию этанола после ферментации определяли с помощью высокоточных пикнометров и специальных расчетных таблиц. Определение содержания растворимых белков осуществляли в 50% 1-пропаноле (Fu, Sapirstein, 1996). Изготовление ячневой крупы осуществляли на микрокрупорушке КТ-30 по стандарту ГОСТ 5784-60.

Селекционные линии F_8 изучали в контрольном питомнике (n = 84), зачетная площадь делянок – 10 м^2. Через каждые три селекционные линии голозерного ячменя размещали пленчатый сорт Командор – Нац. стандарт Украины (n = 14). Изучались также пленчатые популярные сорта Украина: Гелиос, Гетман, Водограй, Святогор, Воевода.

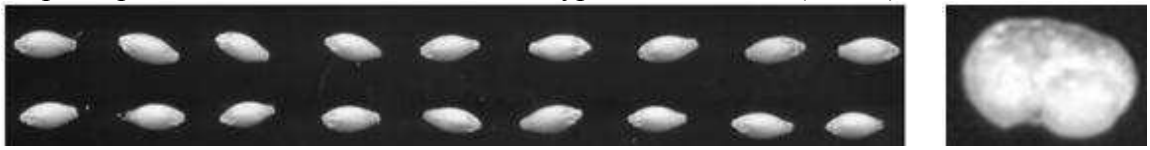
Результаты и обсуждение

Одним из негативных моментов в селекции голозерного ячменя является слабая устойчивость зародыша к механическому воздействию молотильных органов и как следствие, снижение полевой всхожести семян. Для преодоления этого важное значение в селекции имеет контроль по форме зерновки и характером размещения зародыша. Большинство современных сортов пленчатого ячменя имеет удлиненно-овальную форму зерновки. Поэтому в работе с гибридами голозерного ячменя мы тщательно исследуем морфологию зерновки и зародыша. Уже создано достаточно много линий с овальной формой зерновки и даже

округлым зерном, полученных от скрещиваний голозерных канадских сортов Mc Gwire, BRL-6, с пленчатыми сортами Гетман, Вакула, Linus и другими. Созданные перспективные голозерные линии с округлым зерном СЛ-2083 и СЛ-2085, к тому же, отличаются высоким уровнем твердозерности (почти на уровне озимой твердой пшеницы), что имеет существенное значение для изготовления качественной крупы и муки (рис. 3).



СЛ 2019waxy, var. *nudum*, МТЗ – 44, 3 г, белок –17, 65%, в-глюканы– **8, 38**%, твердозерность – 42 сек, масло – **3, 24**%, урожай – 4,35 кг (92,4%)



СЛ 2020waxy, var. *nudum*, МТЗ–39, 6 г, белок –17,24%, в-глюканы– **8, 18**%, твердозерность –95 сек, масло–2, 76%, урожай –3,90 кг (82%)



СЛ 2021waxy, var. *nudum*, МТЗ–43, 2 г, белок –17,14%, в-глюканы–**7, 93**%, твердозерность –136 сек, масло–2, 72%, урожай –4,12 кг (94,8%)



СЛ 2022waxy, var .*nudum*, МТЗ–40, 8 г, белок –**17,96**%, в-глюканы–**7, 99**%, твердозерность –60 сек, масло–**2, 92**%, урожай –4,30 кг (85,7%)



СЛ 2028waxy, var. *nudum*, МТЗ–40, 9 г, белок–17, 75%, в-глюканы–**8, 35**%, твердозерность–286 сек, масло–2, 65%, урожай –3,94 кг (81,9%)



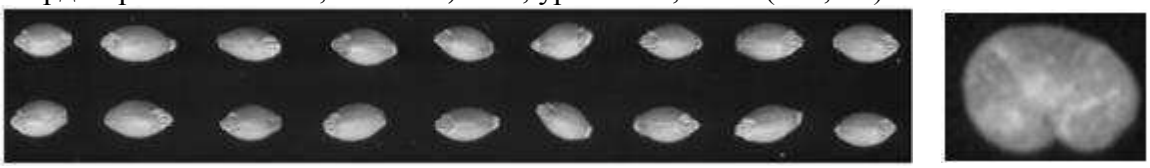
СЛ 2029waxy, var. *nudum*, МТЗ–37.8 г, белок–17, 73%, в-глюканы–**8, 66**%, твердозерность–131 сек, масло–2, 65%, урожай –4,63 кг (96,3%)



СЛ 2030waxy, var. *nudum*, МТЗ–44, 0 г, белок–**17, 82**%, в-глюканы–7, 46%, твердозерность–140 сек, масло–2, 67%, урожай –4,95 кг (102,9)%



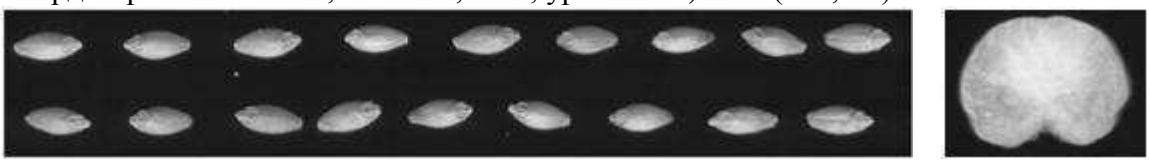
СЛ 2031waxy, var. *nudum*, МТЗ–37, 8г, белок–17, 36%, в-глюканы–7, 76%, твердозерность –69 сек, масло–**2, 92**%, урожай–5, 05 кг (105,0%)



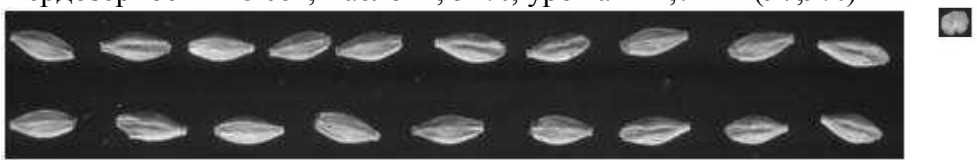
СЛ2083, var. *nudum*, МТЗ–45, 4 г, белок–**18, 32**%, в-глюканы–6, 37%, твердозерность–**23** сек, масло–2, 61%, урожай–**5, 43** кг (112,9%)



СЛ 2085, var. *nudum*, МТЗ–44, 8 г, белок–**18, 79**%, в-глюканы–5, 85%, твердозерность –**20** сек, масло–5, 85%, урожай –**5,38** кг (112,5%)



Сорт Ахиллес, var. *nudum*, МТЗ–45, 2 г белок–**21, 06**%, в-глюканы–6, 57%, твердозерность–**28** сек, масло–2, 52%, урожай –4,71 кг (97,9%)



Сорт Командор–Нац. стандарт Украины, var. *nutans*, МТЗ–42, 4 г, белок–14, 52%, в-глюканы–5, 34%, твердозерность – 60сек, масло–2, 37%, пленчатость –12, 2%, урожай–4, 81 ± 0,32 кг

Рис. 3 Характеристика перспективных селекционных линий голозерного ячменя по показателям формы зерновки, урожайности и пищевой ценности зерна (Контрольный питомник, 10 м^2, СГИ, 2012 г).

Примечание: эталон твердозерности – сорт твердой озимой пшеницы Алый парус (*T.durum L.*) – 17сек; эталон мягкозерности – сорт экстра мягкозерной озимой пшеницы Билява (T.aestivum L.) – 222 сек.

Созданные селекционные линии отличаются многообразием по показателям пищевой ценности зерна. По количеству белка в зерне перспективные голозерные линии значительно превышают пленчатые сорта Украина – 17,14-21,06% против 12,5-14,05% у пленчатых сортов, по количеству в-глюканов – до 8,66% против 4,28 -5,34% в пленчатых сортов, по количеством масла – 2,73-3,24% против 2,37% у сорта Командор. У созданных линий наблюдается высокая вариабельность по признаку твердости зерна – от 17-23 сек. (почти на уровне твердых сортов озимой пшеницы) до 136-286 сек. (табл.).

По содержанию линоленовой кислоты (витамин F), имеющей стратегическое значение в процессах метаболизма жиров в организме человека, голозерный ячмень почти в 20 раз (!) превышает подсолнечное масло. А у нашей лучшей линии СЛ-2031waxy этот показатель составил 5,49% против 4,21% у сорта Командор.

Характеристика перспективных селекционных линий голозерного ячменя по показателям биохимического и технологического качества зерна, ячневой крупы и каши (контрольний питомник, 10 м^2, СГИ, 2012г.)

Перспективные селекционные линии	Зерно								Крупа					Каша	
	Белок, %	в т. ч. раство-римые белки, %	в-глю-каны, %	Мас-ло, %	в т. ч. жирные кислоты, %			Твердо-зер-ность, сек.	Белок, %	в-глю-каны, %	Мас-ло, %	Выход кру-пы, %	Объем 50г кру-пы, см і	Объем каши, см і	Кули-нар-ные каче-ства, баллы
					Олеи-новая	Лино-левая	Линоле-новая								
СЛ-2019waxy	17,65	40,3	**8,38**	**3,24**	18,69	54,50	3,91	42	15,60	**6,92**	2,83	78,4	59	460	7
СЛ-2020waxy	17,24	40,2	**8,18**	2,76	14,77	**55,26**	4,17	95	15,35	7,33	2,65	79,4	60	490	6
СЛ-2021waxy	17,14	41,1	7,93	2,72	14,88	**55,60**	4,39	136	15,03	6,81	2,46	80	59	490	5
СЛ-2022waxy	**17,96**	45,3	7,99	**2,92**	14,95	**55,41**	4,46	60	15,86	7,02	2,67	78,8	61	510	7
СЛ-2023waxy	17,72	**42,0**	**8,33**	2,73	18,51	52,46	4,27	**240**	15,55	7,02	2,69	79,2	59	520	3
СЛ-2024waxy	17,64	41,3	7,85	**2,82**	19,52	52,56	**4,97**	63	15,46	6,45	2,67	80,8	62	**580**	6
СЛ-2028waxy	17,75	**45,9**	**8,35**	2,65	17,49	53,08	3,99	**286**	15,76	6,98	2,62	79,6	60	535	3
СЛ-2029waxy	17,73	43,8	**8,66**	2,65	18,08	52,78	4,32	**131**	15,46	**7,12**	2,54	79,4	60	490	3
СЛ-2030waxy	17,82	40,2	7,46	2,67	17,60	53,97	**4,75**	140	15,31	6,21	2,55	79,4	59	480	3
СЛ-2031waxy	17,36	39,1	7,76	**2,92**	17,42	53,27	**5,49**	69	15,20	6,42	**2,82**	80,8	59	**550**	4
СЛ-2079	16,19	33,4	5,60	2,50	**-**	**-**	**-**	**20**	14,41	4,20	2,37	84,2	60	475	**9**
СЛ-2096	**18,97**	19,6	5,11	2,41	**-**	**-**	**-**	**17**	17,31	4,19	2,28	82,4	61	470	**9**
Ахиллес	**21,06**	42,0	6,57	2,52	18,05	**55,48**	4,60	**28**	19,94	5,72	2,48	81,4	58	480	**8**
Командор–нац. стандарт Украины	14,52	32,1	5,34	2,37	21,11	51,55	4,21	**60**	13,82	4,52	2,18	52,7	56	490	**3**
Крупа "Жменька"	-	29,3	-	-	-	-	-	-	11,02	4,13	1,3	-	77	480	3
Алый парус (оз. тв. пшеница)	12,58		-	-	-	-	-	17	9,51	-	-	84,6	62	400	4
НСР 0,05	0,96	0,92	0,95	0,19	1,76	1,21	0,46	-	1,15	0,88	0,12	1,36	0,91	29,23	-
НСР 0,01	1,33	1,28	1,33	0,27	2,40	1,65	0,63	-	1,60	1,23	0,17	1,89	1,26	40,49	-

Главным критерием пищевой ценности белков зерновых культур является их растворимость, то есть доступность для протеолитического гидролиза и эффективность усвоения в процессе пищеварения. Большинство созданных голозерных селекционных линий по растворимости белков почти в два раза превышают по этому показателю современные сорта озимой пшеницы: 40,3-45,9% у голозерных линий против 21,7% у лучшего сорта озимой пшеницы Селянка.

Ячневую крупу, а не зерно, сорта Ахиллес мы использовали в исследованиях из тех соображений, что именно этот продукт обычно используется для кулинарной обработки и потребления. Результаты этой работы приведены на рис. 4, 5.

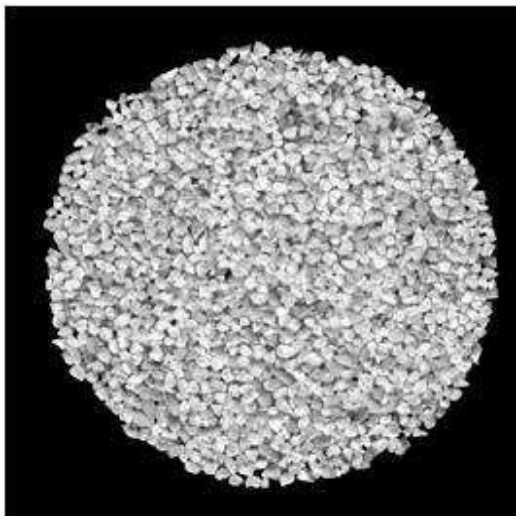


Рис. 4 Ячневая крупа сорта Ахиллес. Химический состав: белки – 19, 94% в т. ч. растворимые белки – 42, 0%; в-глюканы– 5, 51%;масло – 2, 48%. Твердозерность– 28 сек. Выход крупы – 81,4%

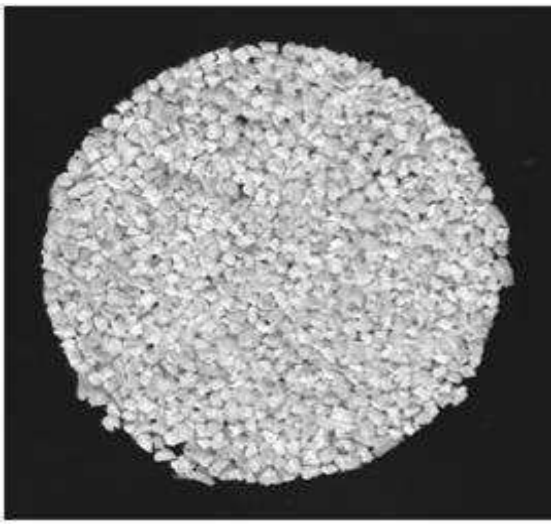


Рис. 5 Образец ячневой коммерческой крупы «Традиційна» ТМ «Жменька», г. Киев. Химический состав: белки–11, 02% в т. ч. растворимые белки – 29,3%;в-глюканы – 4,13%; масло – 1,3%. Твердозерность – 49 сек

Наш первый чистолинейный сорт голозерного ячменя Ахиллес проходит государственное сортоиспытание. Формирует крупное (масса 1000 зерен 45 - 48 г), выровнено, овальной формы зерно золотистого цвета. Сорт среднеспелый, холодостойкий. Устойчив к полеганию (8 баллов). Устойчив к карликовой ржавчины (9 баллов), видам гельминтоспориоза (9 баллов), ринхоспориозу (9 баллов), мучнистой росе (8 баллов). Отличается от пленчатых сортов повышенной засухо- и жаростойкостью. По урожайности почти не уступает наиболее популярным пленчатым сортам Украины, но значительно превосходит их по качеству зерна продовольственного использования.

Работа продолжается. Исследуются возможности увеличения содержания в зерне β-глюканов, растворимых белков, амилопектина, масла и его жирнокислотного состава.

Историческая справка. В начале прошлого века (1901-1913) Российская империя ежегодно экспортировала в Западную Европу 3,5 - 3,7 млн. тонн (!) продовольственного голозерного ячменя (Анфимов, Корелин, 1995). По урожайности голозерный ячмень не уступал пленчатым двухрядным и многорядным сортам (Ротмистров, 1913). В Украине голозерный ячмень выращивался на значительных площадях еще до начала Второй мировой войны, но после войны он вдруг исчез совсем.

Советские ученые того времени утверждали: «Голозерный ячмень – культура низкоурожайная и не засухоустойчивая».

В то же время, еще в 1979-1981 годах нами было доказано, что при отсутствии гена *Nud* в голозерного аналога пленчатого сорта Черноморец урожайность была лишь на 6-8% ниже, чем пленчатый Черноморец. Голозерний Черноморец был более толерантным к засухе. По массе 1000 зерен (38,4 г против 39,2 г) почти не уступал пленчатому Черноморцу, а по натуре зерна (755 г / л против 627 г / л) превышал его (Кирдогло и др., 1983).

Во многих странах мира на продовольственные цели используют только голозерный ячмень, причем посевные площади этой культуры в мире, по данным ФАО, постоянно увеличиваются.

Выводы

1. Исследованы современные библиографические источники по анатомии ячменной зерновки и ее биохимического состава, значение в-глюканов, растворимых белков, токолов, жирных кислот, витаминов, микроэлементов и других ценных питательных веществ голозерного ячменя – культуры продовольственного использования.

2. Определены критерии отбора селекционного материала голозерного ячменя пищевого назначения для создания сортов с технологическими показателями зерна пригодно для изготовления широкой гаммы более качественных пищевых продуктов: муки, круп, лапши, хлопьев.

3. Разработаны лабораторные методы анализа селекционного материала для изготовления и оценки ячневой крупы, хлопьев и каши.

4. Созданные селекционные линии с генами *nud* и *wax,* имеющие овальную и округлую формы зерновки, не уступают по урожайности сортам пленчатого ячменя.

5. Сорт Ахиллес проходит государственное сортоиспытание. По урожайности почти не уступает зарегистрированным в Украине сортам пленчатого ячменя, но по качеству продовольственного зерна является непревзойденным по всем биохимическим и технологическим показателям.

Литература

Рибалка О. І. Якість зерна ячменю: генетична методологія селекції // Збірник наукових праць СГІ–НЦНС.2008. №12(52). С. 76-95.

Сичкарь Н. М., Лукьянова М. В. Изменение химического состава зеленой массы ячменя и овса в зависимости от сортовых особенностей и фаз развития // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т. 33, № 1. С. 295-302.

Г*аркавый П. Ф., Пыльнева П. Н.* Аминокислотный состав зерна обычных и высоколизиновых форм ячменя // Вестник с-х. науки. 1980. №7. С. 71-73.

Кирдогло Е. К., Левицкий А. П. и др. Изогенный анализ голозерности у ячменя в связи с селекцией на повышение кормовых достоинств // Доклады ВАСХНИЛ. 1983. №1. С. 12-14.

Трофимовская А. Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). Л., 1972. 294 с.

Лукьянова М. В., Трофимовская А. Я. и др. Культурная флора СССР. Л., Т. 2. Ячмень. Ч. 2. 1990. 421 с.

Имшенецкий Е. И., Сысоев А. Ф. Исследование белковых фракций зерна пленчатого и голозерного зерна методами хроматографии и электрофореза // Доклады ВАСХНИЛ. 1971. №5. С. 9-11.

Левицкий А. П., Вовчук С. В. и др. Участие протеаз и их ингибиторов в регуляции синтеза белка в семенах растений // Тез. науч. сообщ. Всес. биохимич. съезда. 1979. Т. 1. С. 14.

Закрыжевская Л. Т. Липиды ячменя и их изменения в процессе его созревания. М., 1979. 28 с.

Рибалка О. І. Харчова цінність зерна ячменю як джерела для поліпшення харчової цінності пшениці // В кн.: Якість пшениці та її поліпшення. Київ, 2011. С. 110-118.

Joan Marie Conway Health Benefits of Barley – Effect of barley consumption on glucose, insulin and lipid a effect metabolismbolis. Canada, 2006. 83 p.

Bjцrk I. M., Granfeldt Y., Liljeberg H., Tovar J., Asp N.-G. Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrates // Am. J. Clin. Nutr. 1994. №59 (Suppl.): P. 699-705.

Cavallero, M. Viva, A. Stanca. Improvement of spaghetti and bread with beta-glucan and tocols from naked barley flour // Proc. of the 8th Intl. Barley Genet. Symp. 2000. V.1. P. 282-285.

Trowell H. Coronary heart disease and dietary fiber // Am. Journ. Clin. Nutr. 1975. V. 28. P. 798-800.

Newman R.K., Newman C.W. Barley for food and Health – science technology and products. USA, 2009. 245 p.

Майкова Г. В., Еберле Л. В., Сьомік Л. І., Єршова О. М. Гематологічні та біохімічні показники крові щурів за умов харчування голозерним та плівчастим ячменем // Вісник Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова. 2011. Т. 16, № 18 (25). С. 89-94.

Marconi E., Graziano M., Cubadda R. Composition and utilization of barley pearling by-product for making functional pastas rich in dietary fiber and в-glucans // Cereal Chem. 2000. V. 77. P. 133-139.

Wang L., Xue Q., Newman R., Newman C., Jackson L. Tocotrienol and fatty acid composition of barley oil and their effects on lipid metabolism // Plant Foods Hum. Nutr. 1993. V. 43. P. 9-17.

Lusk L. T., Duncombe G. R., Kay S. B., Navarro A. Ryder Barley-glucan and beer foam stability // Journal of the American Society of Brewing Chemists D. 2001. V. 59. P. 183–186.

Fu B., Sapirstein H. Procedure for isolating monomeric proteins and polymeric glutenin of wheat flour // Cereal Chem. 1996. V. 73, № 1, P. 143-152.

Анфимов А. М., Корелин А. П. Россия 1913 год. Статистико-документальный справочник. М., 1995. 92 с.

Ротмистров Вл. Г. Отчетъ директора Одесскаго опытнаго поля въ 1909 году // Записки императорскаго общества сельскаго хозяйства Южной Россіи. 1913. №3-4. С. 20-53.

УДК 575.113.2:577.112.82

СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ ПИЩЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

С. С. Полищук, Е. К. Кирдогло, М. В. Червонис
Селекционно-генетический институт – Национальный центр
семеноведения и сортоизучения УААН
г. Одесса, Украина, e-mail: sgi-uaan @ ukr.net, e-mail: chervonis@mail.ru

Резюме

Исследованы современные библиографические источники по строению ячменной зерновки и ее биохимического состава. Обсуждаются проблемы методологии селекции голозерного ячменя и пути их решения. Приводятся результаты селекционных и биохимических исследований.

Ключевые слова: ячмень, голозерность, белки, крахмал, βглюканы, жирные кислоты, витамины, токолы, селекция, пищевое использование.

DEVELOPMENT OF INITIAL MATERIAL FOR BREEDING OF CULTIVARS NAKED BARLEY FOR HUMAN CONSUMPTION

S. S. Polyshchuk, E. K. Kyrdoglo, M. V. Chervonis
Plant Breeding and Genetics Institute,
Odessa, Ukraine, e-mail: sgi-uaan @ ukr.net, e-mail: chervonis@mail.ru

Summary

Hulless barley breeding lines structure, biochemical, technological and morphological characteristics. Predominant effects of the *wax* and *nud* genes in determination of the barley grain for food were showed. Genetic and breeding criteria for the hulless food end-use barley varieties production were determined.

Key words: barley, proteins, starch, β-glucan, fatty acids, vitamins, tocol, trace substances, breeding, food end-use.

Введение

История голозерного ячменя – первой продовольственной одомашненной культуры насчитывает более 10 000 лет. Чем же ценен ячмень и почему именно сейчас внимание медиков, диетологов, биохимиков, генетиков и селекционеров приковано к культуре голозерного ячменя? Исчерпывающую информацию на этот вопрос дают современные исследования медиков и диетологов акцентирующие внимание на тех ингредиентах повседневного питания, которые обеспечивают профилактику против таких болезней как сердечнососудистые заболевания, диабет и рак кишечника.

В мае 2006 года весьма уважаемая в мире американская организация – Администрация США по вопросам продуктов питания и лекарственных средств – отнесла ячмень к продуктам питания, которые предотвращают коронарную болезнь сердца.

Зерновка ячменя состоит из нескольких основных четко выраженных анатомических частей: пленка (либо ее отсутствие), алейроновый и субалейроновый слои, зародыш и эндосперм.

Пленка занимает 6-15% от массы зерновки. Химический состав: высокополимерные нерастворимые углеводы – клетчатка, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин. На целлюлозу приходится > 40% от сухой массы пленки, ~ 5% – лигнин; 7-16% – не растворимые белки и другие азотистые соединения; ~ 2,0% – высокомолекулярные насыщенные жирные кислоты (стеариновая и пальмитиновая); кремний, хлор, сера и другие вредные минеральные соединения.

Нашими исследованиями было показано, что отсутствие гена ***Nud*** у голозерного аналога пленчатого сорта Черноморец, во-первых, обеспечило существенное увеличения синтеза крахмала (на 6,8-20,4%) и белка (на13,8-19,0%), при этом существенно увеличилось содержание растворимых белков, а это незаменимые дефицитные аминокислоты – лизин, аргинин, гистидин, пролин, триптофан. Во-вторых, содержание нерастворимой клетчатки снизилось почти в 10 раз, лигнина в 1,5 раза. И, как результат – кормление одномесячных крысят крупкой голозерного ячменя, которое проводили в виварии Одесского медицинского университета, обеспечило прирост массы животных уже через 5 суток в 2 раза больше (на 96,2%), чем у группы животных, в рационе которых была крупка пленчатого Черноморца, а через 10 суток – на 38%.

Для использования зерна ячменя на продовольственные цели особенно большое значение, имеет химический состав алейронового слоя, зародыша и эндосперма.

Алейроновый слой занимает 13,0-20,5% от массы зерновки. Химический состав:> 25% приходится на растворимые белки; липиды – жирные ненасыщенные кислоты (олеиновая, линолевая и линоленовая); ~ 67% стенок клеток составляют арабиноксиланы и ~ 26% β-глюканы – не крахмалистые полисахариды.

Согласно с современными доводами медиков и диетологов, одной из наиболее ценных в пищевом отношении фракцией зерна ячменя являются β-глюканы и арабиноксиланы, которые называют «общей диетической клетчаткой» (TDF – total dietary fiber).

В отличие от целлюлозы, β-глюканы частично растворимы в воде, образуют вязкие устойчивые растворы, которые покрывают внутреннюю поверхность желудка и кишечника и препятствуют быстрому всасыванию в кровь таких мономеров как холестерин и глюкоза.

β-глюканы почти не перевариваются в пищеварительном тракте человека, но обладают диетической ценностью по другим причинам. Под действием кишечной микрофлоры они образуют ряд диетически важных соединений – короткоцепочечных жирных кислот.

Многочисленными медицинскими исследованиями, выполненными за последнее 10-летие в ведущих лабораториях мира, убедительно доказано, что именно β-глюканы голозерного ячменя обладают мощным лекарственным действием против трех смертоносных болезней столетия: сердечнососудистых заболеваний (благодаря пониженному содержанию вредного LDL-холестерина в плазме крови), сахарного диабета (низкий глицемичный и инсулиномичный индексы), язвенных болезней желудка и раковых заболеваний кишечника.

Следует подчеркнуть, среди широкого набора зерновых культур, лишь у двух: в зерновках ячменя (2,0-11,0%) и овса (1,0-3,5%) обнаружено наивысшее содержание β-глюканов.

Подтверждением важности β-глюканов голозерного ячменя являются полученные результаты исследований проведённых нашими коллегами в 2012 году на кафедре физиологии человека и животных Одесского национального университета им. И. И. Мечникова. Трехмесячных белых крыс кормили крупкой голозерного сорта Ахиллес (линия голозерного Черноморца) и пленчатым сортом Святогор. За две недели кормления масса первой группы животных увеличилась более чем в два раза (106,3%) в сравнении с группой крыс, которых кормили крупкой пленчатого ячменя. Через 6 недель кормления содержание общего холестерина в крови у первой группы крыс достоверно ($P > 0.05$-0.01) снизилось на 33,4% относительно исходных данных против 25,0% у второй группы. Голозерный ячмень Ахиллес в 2011 году имел 15,5% белка и 6,33% β-глюканов, а пленчатый сорт Святогор – 10,2% белка и только 3,60% β-глюканов.

В алейроновом слое зерновки находятся ценные микроэлементы: железо, цинк магний, медь. Недостаток в крови человека гемоглобина (железа) приводит к анемии крови, цинк играет важную роль в иммунной системе. Именно в алейроновом слое находится наиболее всего: железа – 36,0-85,0 мг/кг сухого вещества; цинка – 19,0-35,0 мг/кг; магния – 17,0-27,5 мг/кг.

Витаминный комплекс ячменного зерна, как и «общая диетическая клетчатка», также является предметом пристального внимания медиков и диетологов. Наиболее ценными водорастворимыми витаминами являются: тиамин (B_1), рибофлавин (B_2), пиридоксин (B_6), кобаламин (B_{12}), биотин, холин, миоинозитол, а также, пантотеновая, аскорбиновая, никотиновая (B_3) и фолевая кислоты. И весь этот «букет» витаминов содержится именно в алейроновом слое зерновки ячменя.

Общее содержание фитостеролов в зерне ячменя, обладающих антиоксидантной и протекторной функциями, составляет 820–2349 мг/кг.

Зародыш занимает 2,8-5,5% от массы зерновки. Химический состав: > 35% приходится на растворимые белки; ~ 20% липиды – ненасыщенные линоленовая, олеиновая и линолевая жирные кислоты; 1,4-6,8% рафиноза и другие моно- и олигосахариды; уникальные жирорастворимые витамины – A, D, E, K, F ; микроэлементы.

Многочисленными исследованиями показано, что ячмень является абсолютным чемпионом среди злаков по содержанию токолов (витамин Е). Содержание α-токоферолов и

α-токотриенолов в масле зерна ячменя соответственно в 24 и 17 раз больше, нежели в масле кукурузы. Ячмень выгодно отличается от многих культур высоким содержанием линоленовой кислоты (витамин F), которой современная диетология отводит стратегическую роль в жировом обмене организма человека. Линоленовая кислота полностью отсутствует в масле кукурузы, подсолнечника, маслин, в зерне пшеницы и овса.

Эндосперм составляет 70-80% от массы зерновки. Химический состав: львиная доля принадлежит крахмалу – 44-65%; запасные нерастворимые белки (гордеины и глобулины) занимают 12-8%; 2,0-2,8% – липиды; около 40% – целлюлоза и гемицеллюлоза; стенки клеток эндосперма состоят из β-глюканов (~70%) и арабиноксиланов (~20%).

Крахмал ячменя состоит из двух структурно отличных компонентов: амилозы и амилопектина. Амилоза более растворима в воде, чем амилопектин, но растворы её нестойкие, быстро образуется кристаллический осадок. Амилопектин образует вязкие, стойкие растворы.

У ячменя значительно раньше, чем у пшеницы, генетиками и селекционерами созданы сорта вакси (waxy), крахмал которых, в отличие от обыкновенных сортов ячменя состоит почти на 100% из амилопектина. Признак вакси (генетически блокированный синтез амилозы) контролируется рецессивным геном ***wax***, размещённым в хромосоме 7HS ячменя. Первые сорта вакси были созданы в Японии (1995), Канаде(1997) и в Швеции(2005). Сорта вакси в отличие от обыкновенных сортов имеют повышенное содержание простых сахаров: глюкозы, фруктозы, сахарозы и растворимой клетчатки в форме β-глюканов. Амилопектин почти полностью переваривается в организме человека. Кроме того, ячмень вакси имеет в среднем на 25,0% больше липидов, чем зерно обычного ячменя.

В отделе генетических основ селекции СГИ на протяжении последнего 10-летия развёрнута широкая программа создания селекционного материала для сортов ярового и озимого ячменя продовольственного назначения. Программа нацелена на создание высокопродуктивных селекционных линий голозерного ячменя с технологическими показателями зерна, пригодного для изготовления широкой гаммы пищевых продуктов. Для изготовления муки, круп, макаронных изделий создаются твердозёрные сорта, в том числе сорта вакси; для приготовления хлопьев – мягкозёрные сорта; для приготовления пищевого спирта – мягкозёрные сорта вакси с увеличенным содержанием качественного крахмала.

Селекция сортов голозерного ячменя включает все проблемы и трудности селекции плёнчатого ячменя: устойчивость к болезням и полеганию, жаростойкость и морозостойкость (озимого ячменя) и другие. Но кроме этого, значение имеют: устойчивость зародыша при обмолоте, форма, окрас и выполненность зерновки, содержание и качество белка и крахмала, твердозёрность и мягкозёрность, выход муки и крупы при размоле, качество крупы и хлопьев, содержание β-глюканов, содержание масла и его жирно-кислотный состав, содержание микроэлементов, выход спирта.

Изучали украинские и зарубежные сорта и селекционные линии, сортообразцы из коллекции ВИР – доноры ценных по качеству зерна и другим хозяйственным признакам. Источником гена вакси ***(wax)*** послужили коммерческие сорта голозерного ячменя канадской селекции Alamo и Candle, полученные нами от ведущего селекционера Канады проф. Брайана Росснагеля (Crop Development Centre, University of Saskatchewan, Canada).

Проведено изучение более 5 тыс. коллекционных и селекционных голозерных сортообразцов, найдены почти все разновидности по признакам окраски и формы зерновки. За эти годы проведено около 700 комбинаций скрещиваний. В селекционных питомниках в настоящее время изучается более 12 тыс. ярового и озимого ячменя разнообразных селекционных линий.

В 2012 году в контрольном питомнике (n = 84, учётная площадь делянок 10м^2) изучали селекционные линии, полученные по методу Педигри восьмого поколения. Через каждые три селекционные линии размещали национальный стандарт Украины плёнчатый сорт Командор.

Одним из негативных признаков зерна голозерного ячменя является слабая устойчивость зародыша против механического действия молотильных органов, как следствие – снижение полевой всхожести семян. Большинство современных сортов пленчатого ячменя, используемых в скрещиваниях с голозерными образцами, имеют удлинённо-овальную форму зерновки, поэтому в своей работе с гибридами мы тщательно исследуем особенности морфологию зерновки и характер размещения зародыша. Уже создано более 300 линий с овальным и даже округлым зерном, полученных от скрещиваний голозерных канадских сортов Mc Gwire и BRL6 с плёнчатыми сортами Гетьман и Linus. Перспективные голозерные линии с округлым зерном СЛ-2083 и СЛ-2085 отличаются наибольшей степенью твердости зерна.

Созданные перспективные селекционные линии отличаются большим разнообразием показателей пищевой ценности зерна: по содержанию белка значительно превосходят плёнчатые сорта Украины – 17,14-21,06% против 12,50-14,05% у плёнчатых сортов; по содержанию β-глюканов – до 8,66% против 4,28-5,34%; по содержанию масла – 2,73-3,24% против 2,37% у сорта Командор. У выведенных линий наблюдалась высокая вариабельность по признаку твердозёрности – от 17–23 сек. (по твердомеру Brabender, почти на уровне твёрдых сортов пшеницы), до 136–286 сек. (очень мягкозёрных). По урожайности перспективные селекционные линии не уступают национальному стандарту Украины плёнчатому сорту Командор – 96,3-112,9%.

В результате наших исследований обнаружена значительная генетическая вариабельность по содержанию в масле ячменя линоленовой кислоты. У нашей лучшей голозерной линии СЛ-2031waxy этот показатель составил 5,49% против 4,21% сорта Командор.

Основным критерием пищевой ценности белков является их растворимость, то есть доступность для протеолитического гидролиза и эффективность усвоения в процессе пищеварения. Большинство созданных нами селекционных линий голозерного ячменя по содержанию фракции растворимых в 50% 1-пропаноле белков почти в два раза превышают по

этому показателю современные сорта озимой пшеницы (40,3-45,9% против 21,7% у одного из лучших сортов озимой мягкой пшеницы одесской селекции Селянка).

Наш первый сорт голозерного ячменя Ахиллес проходит государственное сортоиспытание. Он формирует крупное (масса 1000 зерен 45-48 г.), выровненное, овальной формы зерно. Сорт среднеспелый, очень холодостойкий. Устойчив к полеганию (8 баллов), устойчив к карликовой ржавчине (9 баллов), полосатому и сетчатому гельминтоспориозу (9 баллов), ринхоспориозу (9 баллов), мучнистой росе (8 баллов). Сорт отличается от пленчатых сортов повышенной засухоустойчивостью.

Передан в государственное сортоиспытание наш первый сорт голозерного озимого (двуручка) ячменя Гладиатор.

Зерно голозерного ячменя в силу отсутствия плёнки, в отличие от плёнчатого ячменя, легко технологически перерабатывается в муку. Однако, в мировой практике для хлебопечения ячменная мука в чистом виде, как правило, не используется. Перспективным направлением для выпечки хлеба и хлебобулочных изделий является использование ячменной муки в смеси с пшеничной. Добавление ячменной муки в пшеничную снижает объем хлеба. В наших исследованиях градуальное (от 3 до 100%) добавление ячменной муки голозерного сорта Ахиллес в муку озимой пшеницы сорта Куяльник снижало показатель седиментации в строгой линейной зависимости ($r = 0,96$).

Нами начаты исследования по изучению трансгенных линий ячменя Golden Promise, трансформированного генами, которые кодируют биосинтез высокомолекулярных глютенинов пшеницы и имеют сильный позитивный эффект на качество муки. Это субединицы *x5* и *y10* генного кластера *Glu-D1 x5+y10*. Трансгенные линии Golden Promise были скрещены с сортом Ахиллес. Уже получены линии голозерного ячменя с генами пшеницы *Glu-D1x5*, *Glu-D1y10* и *Glu-D1x5+y10* и соответствующими клейковинными белками пшеницы.

Ячменную крупу сорта Ахиллес, а не зерно, мы использовали для изучения показателей пищевой ценности исходя из соображений, что этот продукт готов для кулинарного приготовления. Образец ячменной коммерческой крупы «Традиційна» (производства известной украинской фирмы «Жменька») сравнивали с крупой сорта Ахиллес. При этом получили следующие результаты: ячменная крупа «Традиційна» – белок 11,02% (из них растворимых белков 29,3%), β-глюканы 4,13%, жиры 1,30%, твердозёрность 49сек; Ахиллес – белок 19,94% (из них растворимых белков 42,0%), β-глюканы 5,72%, жиры 2,48%, твердозёрность 28сек., выход крупы 92%.

Изучали возможность использования голозерного ячменя для производства пищевого спирта. Голозерный ячмень по выходу 100% этанола – 360-370 литров из тонны зерна – превосходит плёнчатый в среднем на 28 литров, а перспективные голозерные линии вакси – на 49 литров (374-417 л/т).

С целью увеличения генетической вариабельности по изучаемым признакам пищевой ценности в гибридизацию с лучшими голозерными линиями привлекаются зарубежные и отечественные сорта-доноры по качеству зерна, устойчивости к болезням, полеганию, холодостойкости, в том числе двурядные и шестирядные, остистые, безостые и фуркатные, разной окраски и формы зерновки.

УДК 633.16.001.002.6

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА КАРАБАЛЫКСКОЙ СХОС

В. Чудинов[1], А. Абугалиева[2], И. Звейнек[3], М. Бердагулов[1]
[1]Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция, Казахстан, e-mail ch.den@mail.ru
[2]Казахский институт земледелия и растениеводства, Казахстан
[3]Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия
[1]Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция, Казахстан

Резюме

Изучены образцы ярового ячменя коллекции ВИР в почвенно-климатических условиях Северного Казахстана. Проведена оценка сортообразцов по продуктивности, засухоустойчивости, устойчивости к полеганию и болезням. По всем перечисленным параметрам выделены образцы для дальнейшего использования в скрещиваниях.

Ключевые слова: ячмень, источники, селекция.

RESULTS OF THE SPRING BARLEY COLLECTION STUDING ON KARABALYK STATION

B. Chudinov[1], A. Abugalieva[2], I. Zveynek[3], M. Berdagulov[1]
[1]Karabalykskaya Agricultural Experiment Station, Kazakhstan, e-mail ch.den @ mail.ru
[2]Kazahsky Institute of Agriculture and crop production, Kazakhstan
[3]N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS
[1]Karabalykskaya Agricultural Experiment Station, Kazakhstan

Summary

Conducted a study on the samples of spring barley in wide collection of soil and climatic conditions of Northern Kazakhstan. An assessment of accessions in terms of productivity, drought tolerance, resistance to lodging and disease. For all these parameters identified samples for use in crosses.

Key words: barley, sources, breeding.

Введение

Яровой ячмень важная продовольственная, фуражная и кормовая культура. Посевная площадь ярового ячменя в Казахстане составляет 1,6 – 2,1 млн. га. Средняя урожайность зерна ячменя по республике равняется 0,9 – 1,4 т/га.

Повышение урожайности возможно за счет создания новых высокопродуктивных сортов ячменя. Климатические условия Казахстана отличаются контрастностью, поэтому необходимо создание сортов обладающих высокой адаптивной способностью.

Как известно одним из основных факторов успешного создания новых сортов является всесторонне изученный исходный материал.

Материалы и методы

Объектом исследований служила коллекция ВИР в количестве 49 образцов. Исследования проводились в период 2010 – 2012гг. на опытном поле лаборатории селекции ячменя Карабалыкской опытной станции (53º52′ северной широты и 62º07′ восточной долготы). Почва опытного участка чернозем обыкновенный, среднегумусный тяжелосуглинистый, содержание гумуса 4-6%. В состав коллекции входили образцы из разных стран ближнего и дальнего зарубежья (Россия, Украина, Западная Европа, Турция и др.), (табл. 1).

Таблица 1. Количество коллекционных образцов ярового ячменя проходивших изучение на Карабалыкской СХОС в 2010-2012гг.

Происхождение	Количество образцов	Происхождение	Количество образцов
Россия	13	Узбекистан	3
Украина	9	Туркменистан	1
Турция	18	Кыргызстан	1
Испания	1	Иран	1
Чехия	2		

Исследования включали полевые опыты по методике ВИР (1987), фенологические наблюдения по фазам развития растений, оценку на устойчивость к полеганию, болезням, засухоустойчивость в фазе от колошения до созревания, структурный анализ растений в фазе полной спелости по количественным признакам.

Климатические условия в районе селекцентра в годы исследований были довольно различны по годам. Так 2010 год отличался засушливыми условиями первой половины вегетации растений, что позволило выделить образцы устойчивые к данному фактору среды. За период вегетации растений ячменя выпало 159,9 мм осадков.

Погодные условия 2011 года характеризовались избыточным увлажнением в течении всего периода вегетации растений (229,3 мм), что оказало существенное влияние на зерновую продуктивность сортов изучаемых культур и способствовало выделению из их числа доноров устойчивости к стрессовым факторам среды.

Год 2012 отличался острозасушливыми условиями, за весь период вегетации выпало всего 84,6 мм осадков.

Продуктивность сортов сельскохозяйственных культур является основным и наиболее важным критерием, характеризующую их селекционную ценность и хозяйственное использование. За годы изучения коллекции ярового ячменя по признаку урожайности выделись сортообразцы: кк- 20336, 22795, 22796, 27744 из Турции, к- 30932 (Чехия), к- 4790 (Украина), к-30972 (Самарская обл.). Стоит отметить, что все представленные сорта имели продолжительность вегетационного периода соответствующей среднеспелому типу развития (рис. 1).

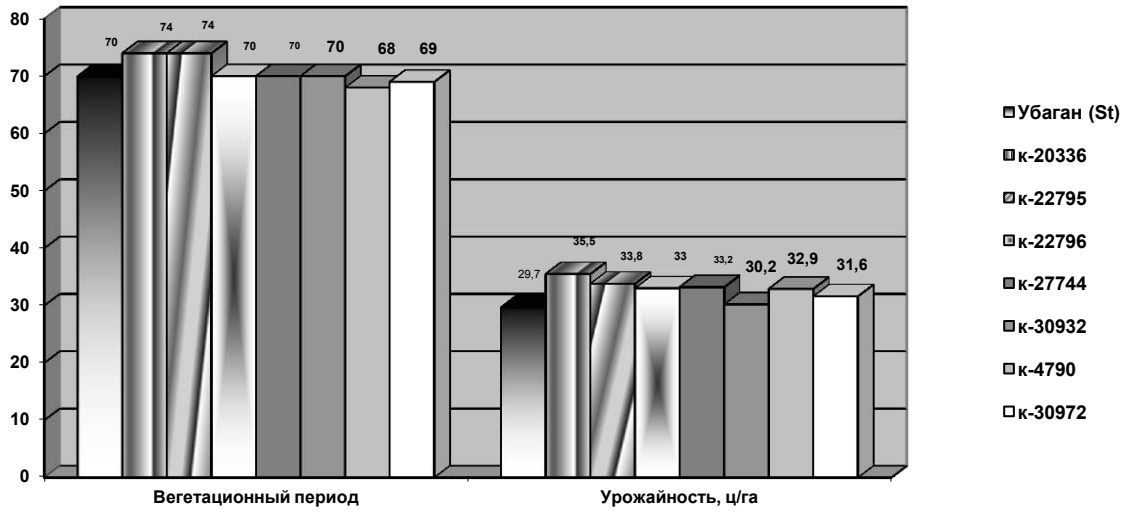


Рис. 1. Образцы коллекции ярового ячменя выделившиеся по урожайности в условиях Карабалыкской СХОС 2010 – 2012гг.

Основным лимитирующим фактором урожайности в условиях Северного Казахстана является недостаток влаги, поэтому засухоустоичивость относится к числу приоритетных хозяйственно-ценных признаков.

Засухоустойчивость сортообразцов определяли глазомерно по 5-ти бальной шкале: 1- полная гибель; 2- слабая (растения сильно угнетены, увядают все листья, включая последние верхние); 3- средняя (растения угнетены, только верхние два листа зеленые, нижние и средние пожелтели или засохли); 4 – высокая (очень слабое повреждение растений – нижний ярус листьев засох, в среднем ярусе листья зеленые); 5 – очень высокая, засуха почти не оказала влияния на развитие растений (А. Грязнов, 1996).

Таблица 2. Наиболее засухоустойчивые сорта ярового ячменя коллекции ВИР в условиях Карабалыкской СХОС 2012 год.

№ каталога ВИР, название сорта	Происхождение	Масса 1000 зерен, гр	Длина верхнего междоузлия, см	Урожайность, ц/га.
Убаган	Стандарт	38,1	15,0	11,2
к-19947	Турция	42,8	9,5	14,9
к-22796	Турция	36,2	15,5	15,4
к-26270	Турция	37,9	12,0	14,2
к-27880	Оренбургская обл.	38,2	18,5	15,2
к-29140	Саратовская обл.	43,2	11,0	14,3
к-27508	Саратовская обл.	44,0	11,0	14,4
к-29830	Оренбургская обл.	39,6	12,0	13,7
к-4790	Украина	31,8	10,5	13,2
Коэф. корреляции		0,50	0,13	

В таблице 2 представлены данные 2012 года, так как именно в этом году засуха проявилась в полной мере.

Устойчивость к полеганию - одна из важнейших проблем в селекции сортов. В Северном Казахстане кроме стеблевого и прикорневого полегания имеет место и смешанный тип полегания. Чему способствует слабое развитие корневой системы при засухе, частые и сильные ветра и имеющее широкое распространение здесь растрескивание почвы. Ширина трещин нередко достигает 3-5 см, а глубина 60-70 см и более. Это приводит к разрыву корневой системы растений.

Устойчивость к полеганию определяли по 5-ти бальной шкале: 1 балл – очень сильное полегание с фазы налива зерна, к уборке угол наклона стеблей по отношению к почве близок к 0° , т.е. стебли лежат на земле «пластом», и машинная уборка с трудом возможна лишь в одном направлении со стеблеподъемниками; 2 балла – сильное полегание, стебли наклонены под углом 30-15°, машинная уборка затруднена; 3 балла – среднее полегание, угол наклона 45-30°, машинная уборка возможна, хотя и затруднена; 4 балла – слабое полегание, угол наклона стеблей примерно 70-45°; 5 баллов – стебель не полегает или слегка наклонен (А. Грязнов, 1996).

В большой степени устойчивость к полеганию зависит от высоты стебля растений, высокой устойчивостью к полеганию, как правило, обладают короткостебельные сорта на рисунке 2 показаны сорта ячменя устойчивые к данному фактору среды.

Устойчивость сортообразцов к полеганию определялась в 2011 году на фоне избыточного увлажнения, как показано на рисунке высокую устойчивость показали 4 сортообразца, остальные подверглись полеганию в той или иной степени.

Для того чтобы получать высокие урожаи зерновых культур, требуется снизить отрицательное влияние вредных организмов, среди которых возбудители болезней, и в частности, пыльной и твердой головни занимают ведущее место.

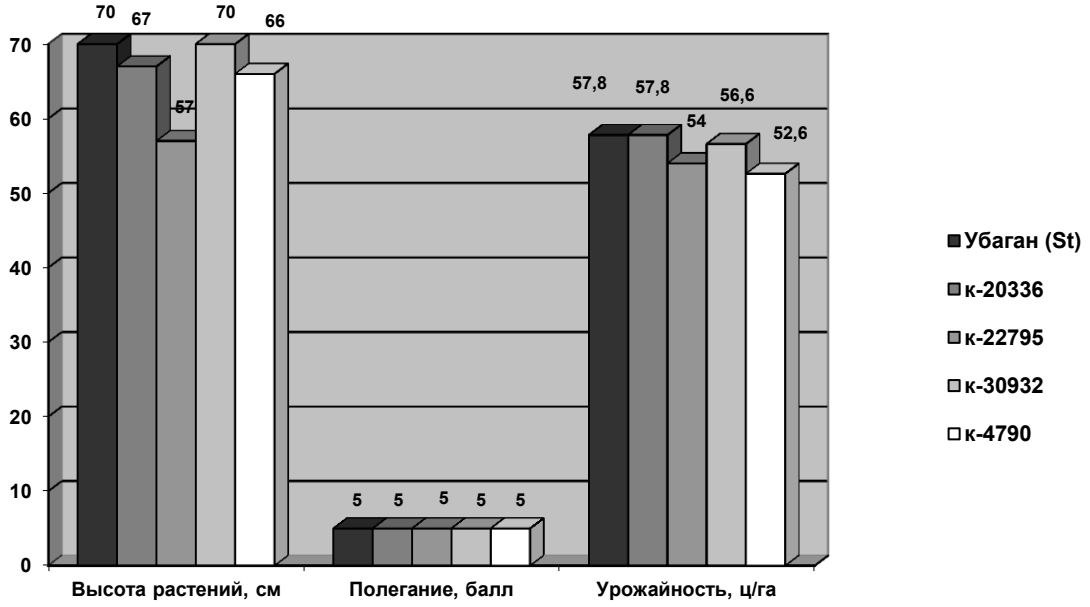


Рис. 2. Коллекционные сорта ярового ячменя, сочетающие устойчивость к полеганию с высокой зерновой продуктивностью

Селекция наиболее оправданный метод борьбы с болезнями, так как создает самовоспроизводящуюся систему защиты растений. К сожалению, высокоустойчивые сорта достаточно большая редкость. В этой связи значительную ценность представляют толерантные сорта. Однако для создания болезнеустойчивых сортов необходим соответствующий исходный материал.

В процессе изучения коллекционного материала на устойчивость к головневым болезням выделился ряд образцов устойчивых к данному патогену (таб. 3).

Таблица 3. Образцы ярового ячменя устойчивые к видам головни в условиях Карабалыкская СХОС в 2010 - 2012гг.

№ каталога ВИР, сорт	Происхождение	% пораж. ТВ. головней	% пораж. ПЛ. головней
к-19946	Турция	0,0	0,0
к-22797	Турция	0,0	0,0
к-26271	Турция	0,0	0,0
к-30932	Чехия	0,0	0,0

В результате проведенных исследований из числа сортообразцов коллекции, комплексом хозяйственно-ценных признаков, обладают образцы к-к 20336, 22795, 22796 из Турции, к-к-30932, 30972 из Чехии и 4790 (Украина).

УДК 633.13:631.527

СЕЛЕКЦИЯ ОВСА В КАЗАХСТАНЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА

Б.С.Сариев, К.К.Жундибаев, А.И.Абугалиева
Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства,
п.Алмалыбак, Казахстан, e-mail: kiz_abugalieva@mail.ru

Резюме

Приведены направления, результаты и перспективы в селекции овса в Казахстане. Создано и районировано в Республике Казахстан 7 сортов овса. Из них 5 сортов (Аламан, Байге, Жорга, Кулагер, Казахстанский 70) ТОО «КазНИИЗиР» и 3 сорта (Арман, Битик, Никола) ТОО «НПЦЗХ им.А.И.Бараева». Урожайность новых сортов в условиях орошения достигают 7-8 тонн с гектара, а в условиях обеспеченной богары − 3,5-4,0 тонны с гектара, а в условиях неполивных земель Северного Казахстана − 2,5-3,5 т/га. Сорта Арман, Жорга выделены как перспективные по качеству крахмала для переработки; а сорта Битик, Никола, Скакун и Аламан − как наиболее ценные по перевариваемости для диетического использования.

Ключевые слова: овес, сорта, продуктивность, качество.

OATS BREEDING ON PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY IN KAZAKHSTAN

B.S.Sariev, K.K.Zhundibaev, A.I.Abugalieva
Kazakh Research Institute of Agriculture and plant growing
v.Almalybak, Kazakhstan, e-mail: kiz_abugalieva@mail.ru

Summary

The results and perspectives in Kazakhstan oats breeding are directed. Created and registered the 7 varieties of oats in Kazakhstan. Of these, five varieties (Alaman, Baige, Zhorga, Kulager, Kazakhstan 70) LLP "KazRIAPG" and 3 varieties (Arman, Bitik, Nicola) LLP, "RPCGF by A.I.Baraeva." Yield of new varieties under irrigation reaches up to 7-8 tons per hectare, and in conditions of rainfed - 3.5-4.0 tons per hectare, while in non-irrigated lands of northern Kazakhstan - 2.5-3.5 t / ha . Arman, Zhorga varieties identified as perspective for the starch quality for processing, the Bitik, Nicola, Skakun and Alaman varieties - as the most valuable on the digestibility of dietary use.

Keywords: oats, varieties, productivity and quality.

Овес – один из основных источников зернового протеина в кормовом балансе. По сравнению с другими зернофуражными культурами, зерно овса характеризуется многими ценными свойствами: повышенным содержанием белка, ряда незаменимых аминокислот, особенно лизина, богатым составом витаминов, минеральных веществ и жира.

В настоящее время в Казахстане с развитием животноводства с каждым годом повышается спрос на зерно овса. Она широко применяется кормовой, пищевой и фармакологической промышленности. В этой связи создание новых сортов овса с высокой продуктивностью и качеством зерна является актуальной проблемой для Казахстана.

В Казахстане научно-исследовательскую работу по селекции овса проводит ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» в условиях Алматинской области и ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им.А.И.Бараева» в условиях Акмолинской области.

В результате проведенных исследований вышеуказанными НИУ создано и районировано в Республике Казахстан 7 сортов овса. Из них 5 сортов (Аламан, Байге, Жорга, Кулагер, Казахстанский 70) ТОО «КазНИИЗиР» и 3 сорта (Арман, Битик, Никола) ТОО «НПЦЗХ

им.А.И.Бараева». Посевные площади этих сортов ежегодно увеличиваются. Урожайность новых сортов в условиях орошения достигают 7-8 тонн с гектара, в условиях обеспеченной богары – 3,5-4,0 тонн с гектара, а в условиях неполивных земель Северного Казахстана – 2,5-3,5 т/га.

В селекционной проработке у НИУ Казахстана насчитываются около 10 тыс. линии и номеров овса, среди которых имеются большое количество перспективных линий и номеров, которые в будущем будут переданы в Государственную комиссию по сортоиспытанию МСХ РК в качестве новых сортов, отвечающих требованиям производства и перерабатывающей промышленности республики по продуктивности и качеству зерна.

Содержание протеина в зерне овса варьировало от 13,2% до 19,1% при среднем уровне 15,2-17,6%. Максимальными значениями отличались образцы: 14/98-4; 50/98-2; 50/98-7; 39/98-6; 39/98-2.

Аналогично общему содержанию, уровень альбумино-глобулиновой фракции характеризуется более высокими значениями 21,5-28,8% для зерна овса в сравнении с зерном ячменя.

Максимальными значениями содержания альбумино-глобулиновой фракции отличались образцы: «голозерный», 50/98-6, 39/98-7 и 13999 в конкурсном сортоиспытании. Относительно высокий уровень отмечен для сортов Жорга и Мирный в аналогичных репродукциях ГСИ.

Проламиновая фракция (спирторастворимая фракция) белка авенина овса характеризуется относительно пониженным содержанием среди других злаков и для блока КСИ варьировала от 7,3 до 9,4% при среднем 8,3%. Максимальное значение отмечено для генотипа №13999 в двух репродукциях 2010 и 2011 гг.

Содержание глютелина (щелочерастворимая фракция) в зерне блока КСИ овса варьировало от 22,9 до 26,2% с максимальным значением для образца 3/95-8, и 5/98-1 в 2-ух репродукциях 2009 и 2011 гг.

По содержанию крахмала выделяются номера 39/98-7, 39/98-6, 39/98-15 (на уровне до 48,6%). Содержание крахмала в зерне овса блока КСИ варьировало от 38,5% до 46,0% при среднем 43,8%. Максимальное значение отмечено для №13425-12, а минимальное для 50/98-6; в урожае 2011 г. содержание крахмала варьировало от 42,1% до 47,2% для генотипа КП-021.

В настоящее время приобретают особое значение технологические исследования злаковых и бобовых культур как сырья для функционального и здорового питания и соответственно, биохимический скрининг для обоснования биотехнологического использования зерна (глубокая переработка: клейковина, крахмал, спирты и т.д., основанного на каких характеристиках).

Содержание амилозы как показатель качества крахмала, в зерне сортов овса Казахстана варьирует от 3 до 12% и от 5 до 33% в зависимости от генотипа и условий выращивания. Сорта Казахстана классифицированы по количеству и качеству крахмала и стабильности их формирования в целях дифференциации генотипов для биотехнологического использования (глубокой переработки) и для диетического питания.

Сорта Арман, Жорга выделены как перспективные по качеству крахмала для переработки; а сорта Битик, Никола, Скакун и Аламан – как наиболее ценные по перевариваемости для диетического использования.

Многие усилия направляются сейчас на четкую дифференциацию соотношения амилоза /амилопектин как в низких, так и в высоких значениях для пищевого и непищевого использования (Naofumi et. al., 2002), в т.ч. методами химического мутагенеза в комбинации с молекулярными.

Как видно из результатов анализа сортового генофонда овса в республике отсутствует сырье для производства высокоглюкановых пищевых продуктов, что вполне объяснимо основным направлением селекционного процесса на кормовые цели (Абугалиева и др., 2011).

Изучение овса по содержанию β-глюкана проведены на образцах КСИ (полив и богара) и КП в урожае 2008-2011 гг. В условиях полива отмечен более повышенный уровень содержания β-глюкана по максимальным значениям 50,5 г/кг против 44,4 г/кг на богаре. В це-

лом, диапазон изменчивости в КСИ на поливе составил 37,7-47,9 г/кг; на богаре 33,9-44,4 г/кг, а в условиях контрольного питомника 36,6-50,5 г/кг.

Основная часть селекционного материала характеризовалась на уровне 40-45 г/кг (от 47 до 72% всех генотипов). Для контрольного питомника у третьей части (32%) образцов овса отмечен довольно высокий уровень содержания β-глюкана на уровне 45-50 г/кг и для 3% генотипов выше 50 г/кг.

Содержание β-глюкана в зерне варьировало в зависимости от года репродукции как в условиях селекционных питомников, так и госиспытания.

Литература

Перуанский Ю.В., Абугалиева А.И., Савин В.Н. Под редакцией Перуанского Ю.В. Методы биохимической оценки коллекционного и селекционного материала. Алматы. 1996. 123 с.

Абугалиева А.И. Содержание крахмала и амилозы в зерне сортов овса Казахстана //Биотехнология. 2011. №2.

Naofumi M., Tomoko M., Megumi M., Makoto Y., Hideho M., Ichiro O. Dough and Baking Properties of High-Amylose and Waxy Wheat Flours //American Association of Cereal Chemists. 2002. Vol.79. No.4. P.491-495.

УДК 633.16:633.13:631.52 (574.2)

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И ОВСА ВИР НА СЕВЕРЕ КАЗАХСТАНА

Г. Н. Иванова
ТОО «Научно производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»,
Шортанды-1, Казахстан, e-mail: tsenter-zerna@mail.ru

Резюме

Представлены результаты изучения коллекционных сортообразцов ярового ячменя и овса Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства имени Н. И. Вавилова на севере Казахстана. По итогам комплексной полевой и лабораторной оценки выявлены формы, являющиеся ценным исходным материалом, который будет использован в качестве источников в селекционных программах.

Ключевые слова: ячмень, овес, коллекция, изучение, источники

THE STUDY OF VIR COLLECTION OF SPRING BARLEY AND OATS IN NORTHERN KAZAKHSTAN

G. N. Ivanova
LLC «Research and Production Center of Grain Farming named after A.I. Barayev "
Shortandy-1, Kazakhstan, e-mail: tsenter-zerna@mail.ru

Summary

The paper presents the results of study of N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Industry collection varieties of spring barley and oats in Northern Kazakhstan. Some forms were determined as a result of the integrated field and laboratory assessment. They are a valuable parent material that will be used as sources in breeding programs.

Key words: barley, oats, collection, research, sources.

Введение

За последние годы, в связи с развитием отрасли животноводства, на севере Казахстана значительно возросла потребность в кормовых культурах, в том числе в зерне ярового ячменя и овса. Это универсальные культуры, как по широте распространения, так и их разностороннему использованию. В связи с этим требования к зернофуражному сорту постоянно возрастают. Основные направления селекционной работы с яровым ячменем и овсом в условиях Северного Казахстана связаны с климатическими особенностями региона. Следует отметить, что природные условия характеризуются резкими колебаниями метеорологических факторов, что требует от сортов зерновых и зернофуражных культур особой пластичности. Высокая продуктивность должна сочетаться с засухоустойчивостью и отзывчивостью на увлажнение в оптимальные годы. Необходима выносливость растений в летний период вегетации, устойчивость к вредителям и болезням, а также важно, чтобы сорта обладали многими другими ценными признаками и свойствами.

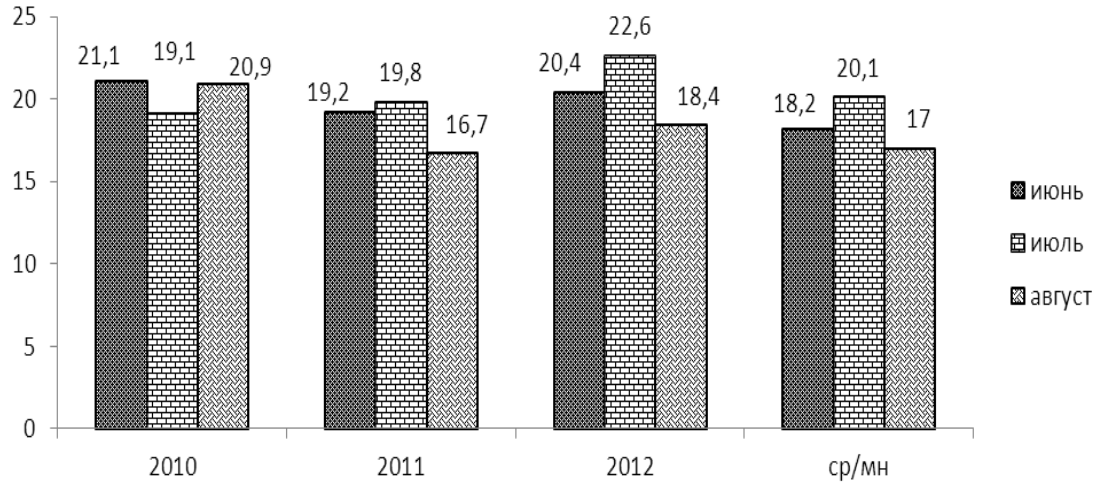
В связи с этим одним из направлений НИР в НПЦЗХ им. А.И. Бараева по селекции ячменя и овса является формирование ценного исходного материала из различных эколого-географических зон. При работе с коллекцией зернофуражных культур особое внимание уделяется комплексному изучению образцов по важным хозяйственно ценным признакам, что позволяет выявлять генотипы, отвечающие разнообразным требованиям селекции.

Материалы и методы

В настоящее время генофонд центра насчитывает более 1000 сортообразцов ярового ячменя и более 300 – овса. В результате обмена с другими научными учреждениями коллекция постоянно пополняется образцами из России, СИММИТ, ИКАРДА, Казахстана и т. д. Ценным источником исходного материала нашего генофонда является мировая коллекция Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова.

В 2010-2012 годах в изучении находились 30 образцов ярового ячменя и 24 образца овса, полученных из ВИР. Изучение сортообразцов проводилось согласно методическим указаниям ВИР по изучению мировой коллекции ячменя и овса [4]. Закладка полевых опытов проводилась в оптимальные для зоны сроки сеялкой ССФК - 7. Площадь делянок 1-2 м^2, норма высева ячменя 350 зерен, овса 300 зерен на 1 м^2. Стандартные сорта ячменя Астана 2000 и овса Скакун высевались через 10 номеров. Структурный анализ проводился по снопам, отобранным с учетных площадок площадью 0,25 м^2; уборка коллекционных питомников вручную путем выдергивания растений с последующим их обмолотом на молотилке МПТУ-500. Изучение сортообразцов на устойчивость к болезням осуществлялось на инфекционных фонах, созданных с учетом каждого конкретного возбудителя. Статистическая обработка данных проводилась по программе «AGROS 2.11» модифицированной С. П. Мартыновым и методике Б. А. Доспехова (1985) [2].

Погодные условия, сложившиеся за годы изучения, отличались между собой как по увлажнению, так и по температурному режиму относительно среднемноголетних показателей. Наиболее засушливыми сложились условия 2010 года, когда ГТК составил всего 0,3. Вегетация растений проходила при резких перепадах температуры в ночные (4°С) и дневные часы (36°С). Засушливым был и 2012 год (ГТК – 0,5), температура воздуха превышала среднемноголетние показатели на протяжении всей вегетации. Однако большую роль для роста и развития растений в этом году оказал «июльский» максимум осадков. Наиболее благоприятными условиями по увлажнению отличался 2011 год (ГТК – 1,0). По температурному режиму год был на уровне среднемноголетних показателей (рис.).



Температура воздуха (°С) за годы изучения сортообразцов ярового ячменя и овса

Результаты исследований

Важной характеристикой каждого сорта является продолжительность вегетационного и межфазных периодов, которые в конечном итоге определяют его продуктивность и качество зерна в конкретной экологической зоне. В процессе изучения сортообразцов ячменя и овса ВИР выявлено их разнообразие по вегетационному периоду. В среднем за три года у сортообразцов ярового ячменя период вегетации варьировал от 74 до 96 дней, у овса от 75 до 96 дней. По продолжительности вегетационного периода выделены наиболее раннеспелые формы:

- ячменя (74-80 дней): Akheld-1, Standzha-1 (Австралия); Sjak (Норвегия); Нутанс 9056, Омский 89 (Россия);

- овса (75-80 дней): Humei, Haruaoba (Япония); Landka x Mindo2 (Боливия).

Среднеспелым типом созревания (81-85 дней) отличались сортообразцы:

- ячменя Зерноградский 492, Зерноградский 584, Оренбургский 17, Лазурит, Камышинский, Азов, Петр (Россия); К-419 (HVS-877/77) (Германия), Мироновский 92 (Украина), Stacey (Канада), Нутанс 62/8 (Киргизия).

- овса: Madone (Франция); Av17/3/10, Enbaku 12, Rigoo (Япония); Соку, Тогурчанин (Россия); Villu (Эстония); I L 2858 (США).

Для условий Северного Казахстана больше соответствуют сорта с несколько растянутым периодом от всходов до колошения. Сорта подобного типа, высеянные в оптимальные сроки, довольно хорошо переносят типичные для региона раннелетние засухи и затем, используя июльский максимум осадков, формируют более высокий урожай, чем сорта иного типа развития (Грязнов, 1996). В наших опытах у стандарта ячменя Астана 2000 данный период в среднем за три года составил 46 дней, при урожайности 295 г/м^2, у овса Скакун 41 день, урожайность – 307,3 г/м^2. У образцов период всходы-колошение варьировал у ячменя – 37-53 дня, урожайность – 71-293 г/м^2; у овса – 32-44 дня, 188,0-483,7 г/м^2, соответственно. Наибольшей урожайностью отличались сортообразцы с более продолжительным периодом всходы-колошение: у ячменя – К-30212 Сталы (293 г/м^2, 51день); К-29938, Украина (270 г/м^2, 50 дней); у овса – К-14860 Малыш, Россия(442 г/м^2, 43 дня), К-14853 Eurabbie, Австралия (372,3 г/м^2, 42 дня).

Наиболее эффективным признаком для отбора высокопродуктивных форм является масса 1000 зерен. Сорта, отличающиеся в засушливых условиях выполненным, крупным зерном имеют повышенную засухоустойчивость. Чем меньше изменяется масса 1000 зерен у сортов, тем выше их экологическая пластичность и приспособленность к местным условиям возделывания [3]. В наших исследованиях из испытанных сортообразцов в качестве источников крупнозерности можно использовать сорта ячменя с массой 1000 зерен более 50г: Ка-

мышинский, Азов (Россия), Мироновский 92 (Украина), Нутанс 62/8, (Киргизия) и сорта овса с массой 1000 зерен более 35 г: Борот, Тигровый (Россия).

Одним из признаков продуктивности зернофуражных культур, который используется при отборе образцов в любой по агрометеорологическим условиям год, является длина колоса (метелки). Влияние данного показателя на продуктивность показал корреляционный анализ у овса. Выявлена положительная связь слабой степени (0,03) в засушливых условиях 2010 года, средней (0,47*) в условиях 2011года и сильной (0,79**) при оптимальных условиях вегетации 2012 года. По данному признаку выделены образцы из России (К-14860 Малыш) с длиной метелки 14,9-18,6 см; Японии (К-14868, Enbaku 12) - 13,7-17,2 см и (К-14885, Rigoo) - 12,9-15,7 см., при уровне стандарта Скакун – 11,0-15,5 см. У ячменя по длине колоса превысили стандарт Астана 2000 образцы: К-29938 Престиж (6,6 -9,2 см), К-29951 Медикум 6768 (7,1-8,1 см), К-30026 Décor (8,0-9,0 см), К-30248 Мироновский 86 (6,8-9,1 см), К-30249 Мироновский 92 (7,1-7,8 см), К-30888 Петр (7,6-8,1 см).

Несмотря на большое влияние условий выращивания на формирование продуктивной кустистости, определяющее значение все же имеет наследственная основа сорта. Поэтому образцы с высокой продуктивной кустистостью представляют большую ценность [5]. В наших опытах амплитуда варьирования данного признака была значительной, у ячменя и овса от 1,0 в засушливых условиях до 3,3 и 3,7 продуктивных стеблей на растение в оптимальных условиях вегетации. Выделен ряд сортообразцов, с продуктивной кустистостью:

- у ячменя 1,5 - 3,1 продуктивных стебля на растение К-30156 Лазурит, Россия, 1,5 -2 К-30606 Нутанс 62/8, Киргизия, при уровне стандарта Астана 2000 - 1,6-2,6 стеблей;

- у овса более 2,0 продуктивных стеблей на растение: К-14873 Hagabusa, Япония (2,1-2,9), К-14899 I L 2858, США – 2,0-3,0, при уровне стандарта Скакун 1,6-2,7 стеблей.

Важными признаками, определяющими высокую продуктивность является число зерен и зерновая продуктивность колоса (метелки). По результатам наших исследований выделены сортообразцы, стабильно превысившие стандарты ячменя Астана 2000 – (17-19 зерен, 0,71-0,93г) и овса Скакун (26-44 зерна, 0,73-1,42г) по этим показателям:

у ячменя - К-29908 Akheld-1, Австралия (23-33 зерна, 0,83-1,81 г), К-30038 Russell, США (27-34 шт, 1,04-1,46 г), К-30049 Sjak, Норвегия (29-35 шт, 0,95-1,16 г), К-30600 Stacey, Канада (28-42 шт, 1,03-1,63 г);

у овса - образцы из России: К-15068 Конкур (31-52 зерна, 0,84-1,79 г), К-14860 Малыш (30-60 шт, 1,0-1,6 г), К-14858 Борот (47-51 шт, 1,66-2,01 г), К-14857 Кречет (43-54 шт, 1,47-1,57 г), К-14859 Тигровый (44-57 шт, 1,51-1,86 г), К-15012, Тогурчанин (32-39 шт, 0,90-1,41 г) из Японии: К-14868, Enbaku 12 (31-36 шт, 0,81-1,15 г), К-14885, Rigoo (33-56 шт, 0,86-1,71 г), Австралии: К-14852, Glider (31-62 шт, 0,87-2,06 г).

Высота растений хотя и не относится к категории признаков, определяющих продуктивность, но от степени ее выраженности зависит устойчивость к полеганию. Учитывая особенности климата Северного Казахстана, когда при сильных ветрах в отдельные годы полегает до половины посевов зерновых и зернофуражных культур для создания форм, устойчивых к полеганию необходимы сорта, обладающие прочной соломиной. За годы исследований высота растений у стандарта ячменя составила 49-69 см, у овса 51-97см. У образцов ячменя длина стебля варьировала от 29 до 61 см в 2010 году, от 58 до 92см в 2011г, от 39 до 66 см в 2012году. Оптимальную высоту 50-78 см имели образцы из России: К-30021 Джин и Омский 89. У образцов овса размах варьирования по высоте составил 21 - 68 см в 2010 году, 42 - 111 см в 2011г и 20 - 68 см в 2012 году. Высоту 50-99 см имели образцы: К-14873 Hagabusa (Япония), К-14852 Glider (Австралия), К-15012 Тогурчанин (Россия). Практически все образцы ячменя отличались устойчивостью к полеганию, кроме образца Sjak (Норвегия). В результате сильной почвенной и атмосферной засухи в первой половине лета 2010 года, практически все образцы овса были подвержены прикорневому полеганию. Наиболее сильным полеганием отличались образцы из Японии: К-14885 Rigoo, К–14868 Enbaku 12.

Для создания сортов с высоким содержанием белка в зерне необходимо наличие источников сравнительно стабильно формирующих этот признак в различных условиях.

Из всего сортимента во все годы исследований 33,3% образцов ячменя и 41,7% овса отличались высоким качеством. Содержание белка (свыше 16%) имели образцы ячменя: К-29903 Зерноградский 492, К-30155 Славянский 93, К-30800 Азов, К-29909 Standzha-1, К-30606 Нутанс 62/8; овса (свыше 15%): К-15013 Аргумент, К-14885, Rigoo, К-14899 I L 2858, К-14852 Glider, К-15012 Тогурчанин.

Из всего набора изучаемого материала устойчивостью к твердой головне ячменя обладали образцы: К-29909 Standzha-1, К-29998 К-420 (HVS-14022), К-30021 Джин, К-30038 Russell, К-30121 Иркут, К-30248 Мироновский 86, К-30800 Азов. Эти образцы могут являться эффективными источниками устойчивости к твердой головне ячменя. У овса не выделены источники устойчивости к пыльной головне, все образцы в той или иной степени были восприимчивы к данному возбудителю.

Особое значение при изучении коллекционных образцов уделялось выявлению источников, сочетающих комплекс признаков. Так наибольшей скороспелостью, продуктивностью колоса отличались образцы ячменя: К-29908 Akheld-1 , К-30049 Sjak; по скороспелости, содержанию белка, устойчивости к твердой головне: Standzha-1; по крупнозерности, продуктивной кустистости, содержанию белка образец - Нутанс 62/8; по продуктивности колоса, устойчивости к твердой головне образец - К-30038 Russell и др.

У овса по длине, продуктивности метелки, высокому содержание белка выделен образец К-14885, Rigoo; по продуктивности метелки, высокому содержанию белка: К-15012 Тогурчанин, К-14852, Glider; по длине, продуктивности метелки: К-14860 Малыш, К-14868, Enbaku 12; по крупнозерности, продуктивности метелки: К-14858 Борот, К-14859 Тигровый; по продуктивной кустистости и высокому содержанию белка: К-14899 I L 2858.

Выводы

Таким образом, изучение коллекционных образцов ярового ячменя и овса ВИР на севере Казахстана, в контрастных по метеоусловиям годах, позволило провести оценку и выявить формы, являющиеся ценным исходным материалом, который будет использоваться в качестве источников в гибридизации для усиления тех или иных признаков.

Литература

Грязнов А. А. Ячмень Карабалыкский (корм, крупа, пиво). Кустанайский печатный двор. 1996. С.54

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Агропроиздат, 1985. 337с.

Кузьмин В. П. Вопросы селекции сельскохозяйственных культур: Избранные труды. - А.: Кайнар, 1978. 431 с.

Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. - Л., 1981. 87с.

Сидоренко В.С., Наумкин Д.В., Молошонок А.А. Изменчивость морфобиологических признаков ярового ячменя // Аграрная наука. 2009. – №6. – С. 13-14

УДК

ОВЁС В БЕЗГЛЮТЕНОВОМ ПИТАНИИ

И.П. Гаврилюк, Н.К. Губарева, И.Н. Перчук, Н.В. Алпатьева ,
Н.М. Мартыненко, И.Г. Лоскутов, В.Н. Красильников
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова РАСХН,
Санкт-Петербург, Россия, e-mail: ipg1011@mail.ru

Резюме

Методом электрофореза исследован состав авенинов 300 образцов овса из коллекции ВИР. Обнаружен высокий уровень полиморфизма авенинов, выявлены сорта с очень малым числом компонентов в авенине, а также редкие сорта, у которых практически отсутствует α-авенин.

Ключевые слова: овес, авенин.

THE OAT FOR GLUTENFREE FOOD

I.P. Gavrilyuk, N.K. Gubareva, I.N. Perchuk, Alpatyeva,
N.M. Martynenko, I.G. Loskutov, V.N. Krasilnikov
N.I.Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS,
Saint-Petersburg, Russia, e-mail: ipg1011@mail.ru

Summary

The avenins of about 300 oat accessions from the Vavilov Institute collection were analyzed by acid-PAGE. Avenin polymorphism was revealed for both wild and cultivated oat. Cultivars with low compound of avenins and avenin free were found.

Key words: oat, avenin.

Безглютеновые продукты – пожизненная диета для пациентов с хроническим наследственным заболеванием –глютеновая энтеропатия или **целиакия,** для которого характерна непереносимость белков пшеницы, ржи и ячменя. Относительно **овса** мнения противоречивы. В одних странах он запрещен в безглютеновых продуктах, в других – разрешен. Включение овса в безглютеновые продукты существенно разнообразит диету и увеличивает ассортимент блюд для больных целиакией.

Из четырех фракций глиадина в авенине есть только две – α- и β-авенины. Нами отобраны 19 сортов овса, различающихся по составу α- и β-авенинов, для определения степени их токсичности при целиакии. Методом ELISA оценивали интенсивность реакции авенинов с иммуноглобулинами (IgA и IgG) 32-х пациентов с диагнозом целиакия и 14-ти здоровых людей. предоставленными сотрудниками Медико-генетического центра Санкт-Петербурга и Санкт.-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. У всех пациентов с диагнозом **целиакия** по ДНК-маркерам методом ПЦР выявлены гены предрасположенности к **целиакии,** у контрольной группы эти гены отсутсвуют**.**

Для 40% пациентов токсичны оказались белки всех исследованных сортов. Для 60% -- найдены нетоксичные сорта. Среди них пленчатые сорта Аргамак и Валдин 765, а среди голозерных – Пушкинский и Рианон. Как правило, авенины, дающие слабую иммуноферментную реакцию, имеют мало компонентов во фракции α-авенинов.

Известно,что слабо реагируют с иммуноглобулинами больных целиакией глиадины линий пшеницы, у которых содержание фракции α-глиадина снижено путем замещения и дополнения хромосом. Это позволяет считать перспективным дальнейший поиск или селекционное создание сортов овса, лишенных α-авенинов. Методом электрофореза исследован

состав авенинов 300 образцов овса из коллекции ВИР. Обнаружен высокий уровень полиморфизма авенинов, выявлены сорта с очень малым числом компонентов в авенине, а также редкие сорта, у которых практически отсутствует α-авенин. Предстоит изучение этих форм на иммунотоксичность.

У пшеницы, ячменя и кукурузы были найдены мутанты, в зерне которых отсутствовали проламины. Недостатком этих форм является низкая жизнеспособность семян. В соответствии с законом гомологических рядов Н.И. Вавилова, могут быть найдены безавениновые формы овса. При этом снижение жизнеспособности может быть минимальным, поскольку у этой культуры в зерне имеется второй запасной белок – глобулин.

УДК 633.13:631.531.02

ВЛИЯНИЕ НОРМЫ ВЫСЕВА И СРОКОВ УБОРКИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СЕМЯН ГОЛОЗЁРНОГО ОВСА

Е.Н. Вологжанина, Г.А. Баталова
Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого Россельхозакадемии,
Киров, Россия, e-mail: g.batalova@mail.ru

Резюме

Изучено влияние норм высева и сроков уборки на формирование высоких посевных качеств и долговечность семян голозерных сортов овса Вятский и Тюменский голозерный при хранении. Наблюдали изменение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян урожая 2007 г. в течение 6 лет. Отмечено, что для формирования страховых фондов голозерного овса необходимо использовать семена, убранные в оптимальные сроки с нормой высева 5 6 млн. всхожих семян/га.

Ключевые слова: голозерный овес, норма высева, сроки уборки, хранение.

INFLUENCE OF SEEDING RATE AND HARVEST DATES ON STORADGE LONGEVITY OF SEEDS OF NAKED OAT

E.N. Vologzhanina, G.A. Batalova
North-East Agricultural Research Institute after N.V. Rudnitsky RAAS,
Kirov, Russia, e-mail: g.batalova@mail.ru

Sammary

The influence of seeding rates and harvest dates on sowing quality and storadge longevity of seeds of naked oat Vyatsky and Tjumensky golozerny at storadge has studied. Variation of enerdgy of germination and germinating capacity of seeds yielded in 2007 during the 6 years was observed. For formatting of spare funds of naked oats it is necessary to use seeds harvested at optimal harvest dates and with seeding rates of 4 5 millions viable seeds per hectare.

Key words: naked oat, seeding rate, harvest dates, storadge.

Введение

Первые сведения о способности семян прорастать после длительного хранения относятся к 1846 году. В Ботаническом саду Флоренции в 1831 г. были собраны семена 368 видов растений, принадлежащие к различным семействам. После 15-летнего хранения только семена 17 видов остались жизнеспособными с разной степенью всхожести (Овчаров, Кошелев, 1978). В ВИР установлено, что семена пшеницы, ячменя, овса сохраняют посевные качества в течение 5…10 лет. Посевные качества семян при хранении от одного года до восьми лет не пре-

терпевают существенных изменений. Небольшие различия лабораторной всхожести (1…2%) вызваны не продолжительностью хранения, а условиями выращивания семян.

Одним из главных факторов, влияющих на изменение качества семян при хранении, является уровень технологии их выращивания. Поэтому на семенных участках применяют специальную агротехнику. Например, сеют и убирают только в оптимальные сроки (Захарченко, 1983). Семена овса с разреженных посевов имеют худшие посевные и урожайные качества по сравнению с полученными при оптимальной густоте стеблестоя (Курылёва, 1972). Сильно загущенные посевы со слабым обеспечением каждого растения водой и пищей также дают плохие семена и по физическим показателям и по урожайным свойствам (Еров и др., 2005). При оптимальном стеблестое формируется наивысший урожай с повышенными посевными и другими качествами семян (Ермоленко, 1971).

Важное значение для сохранения максимального биологического урожая и получения семян высокого качества имеет не только начало уборки, но и предельно допустимый срок ее окончания. Уборка полностью созревшего посева позволяет получить стойкие в хранении семена. Обмолот перестоявших 5 6 дней растений, хотя и обеспечивает получение первоклассных свежеубранных семян, однако созданные из них переходящие и страховые фонды резко снижают долговечность, биологические и продуктивные свойства семян. Посевные и урожайные качества ухудшаются уже на первых этапах хранения (Пискунова, Потёмкина, 1989).

Только за счет качества семян можно увеличить урожай зерна на 15 20 % и более (Строна, 1984).

Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян – основной показатель их посевных качеств. Энергия прорастания – это наиболее чувствительный показатель качества семян, свидетельствующий о быстроте и дружности их прорастания (Хорошайлов, 1983). Энергично прорастающие в лаборатории семена лучше используют почвенную влагу при посеве и быстрее всходят в поле (Калошина, 1973).

Материалы и методика

Исследования проведены в 2007 2013 гг. в НИИСХ Северо-Востока с использованием сортов голозёрного овса Вятский (НИИСХ Северо-Востока) и Тюменский голозёрный (НИИСХ Северного Зауралья). В 2007 г. заложено на хранение по 1 кг семян с каждого варианта полевого опыта, с последующей ежегодной проверкой по показателям: энергия прорастания и лабораторная всхожесть.

Схема I полевого опыта включала сорт (фактор А) и срок уборки (фактор В): оптимальный (контроль), через 5, 10, 15, 20 дней; II опыта – сорт (фактор А) и норма высева (фактор В): 4, 5, 6, 7 (контроль), 8 млн. всхожих семян/га. Предшественник – озимая рожь.

Посевные качества семян определяли по ГОСТ 52325-2005. Статистическая обработка данных проведена с использованием компьютерной программы Agros 2.07.

Результаты и обсуждение

Условия вегетационного периода 2007 г. были относительно благоприятными для нормального развития голозерного овса. Недостаточное увлажнение было отмечено в июне (25% нормы), избыточное - в июле месяце (200% нормы). После 2 лет хранения (в 2009 г.) в ряде случаев наблюдали повышение посевных качеств семян голозерного овса урожая 2007 г. Возможно, это связано с тем, что в зерне после отлежки при определённых условиях уменьшается количество водорастворимых веществ, снижается количество небелкового азота, как следствие, повышается всхожесть и энергия прорастания (Трисвятский, 1975). Значительное снижение энергии прорастания голозёрного овса Вятский и Тюменский голозерный произошло в 2010 г. относительно 2008 г. (табл. 1). Наибольшее снижение показателя (на 13%) у овса Вятский наблюдали в варианте с нормой высева 8 млн./га, Тюменский голозёрный (на 14%) в контроле. Снижение лабораторной всхожести на 10% наблюдали у семян сорта Тюменский голозерный, полученных в вариантах с нормами высева 5 и 7 млн./га. В

среднем по сортам максимальное значение энергии прорастания и лабораторной всхожести наблюдали в варианте с нормой высева 6 млн./га.

Существенно снизилось качество семян изучаемых сортов к 2012 г. Минимальные средние показатели энергии прорастания (4%) были получены в вариантах – 7 и 8 млн./га. Лабораторная всхожесть составила от 8 и 7% соответственно. При норме высева 6 млн./га всхожесть была 20%.

В 2013 г. голозерный овес практически утратил свои посевные свойства. Снижение энергии прорастания в среднем по сортам до 1% отмечено при норме высева 4 и 7 млн./га. Максимальный показатель лабораторной всхожести (10%) был отмечен при норме высева 6 млн./га.

Таблица 1. Влияние норм высева на изменение посевных качеств семян голозерных сортов овса урожая 2007 г. в процессе хранения

Сорт	Вариант	Энергия прорастания, %				Лабораторная всхожесть, %			
		2008 г.	2010 г.	2012 г.	2013 г.	2008 г.	2010 г.	2012 г.	2013 г.
Вятский	1	80	78	4	1	82	80	8	2
	2	81	78	4	3	86	80	8	3
	3	84	79	14	1	88	84	22	4
	4 (К)	80	72	2	1	82	78	5	1
	5	79	66	1	1	82	77	6	1
Тюменский голозерный	1	79	76	9	1	82	83	16	5
	2	87	76	12	4	91	81	12	12
	3	89	82	12	4	91	86	17	16
	4 (К)	85	71	7	2	88	78	10	7
	5	83	72	6	1	85	74	8	6
Среднее	1	80	77	6	1	82	82	12	4
	2	84	77	13	4	88	81	10	8
	3	86	81	8	2	90	85	20	10
	4 (К)	82	72	4	2	85	78	8	4
	5	81	69	4	1	84	76	7	4
$НСР_{05}$	A	1,80	0,60	2,81	0,77	3,40	0,40	2,50	2,65
	B	4,65	5,02	4,44	1,22	7,65	5,96	5,01	4,19

Примечания: 1 – норма высева 4 млн. всхожих семян на га; 2 – 5 млн./га; 3 – 6 млн./га; 4 (К) – контроль – 7 млн./га; 5 – 8 млн./га.

Наряду с нормами высева значительное влияние на формирование и сохранность качества семенного материала оказывают сроки уборки. У семян голозерных сортов с посевов, убранных в оптимальный срок, после трех лет хранения энергия прорастания была выше, чем у семян, полученных в последующие сроки уборки. Значительное снижение показателя к 2010 г. в среднем по сортам наблюдали при уборке через 15 и 20 дней после оптимального срока (табл. 2).

Семена, убранные в 2007 г. в первые три срока, в том числе контроль, сохранили к 2010 г. лабораторную всхожесть на уровне 2008 г. В вариантах уборки через 15 и 20 дней показатель снизился относительно контроля на 14 и 12% соответственно, относительно уровня 2008 г. – на 6 и 4%. С 2012 г. наблюдали значительное снижение показателей качества. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть была равна нулю при поздних сроках уборки (через 15 и 20 дней). Максимальный уровень лабораторной всхожести отмечен в контрольном варианте (16%) и через 5 дней от оптимального (12%). Лабораторная всхожесть сорта Вятский в контрольном варианте была на 20% выше, чем у овса Тюменский голозёрный. В 2013 г. семена всех вариантов овса Тюменский голозёрный практически утратили посевные качества, у сорта Вятский лабораторная всхожесть осталась на уровне 10% в контроле.

Таблица 2. Влияние сроков уборки на изменение посевных качеств семян голозерных сортов овса урожая 2007 г. в процессе хранения

Сорт	Вариант	Энергия прорастания, %				Лабораторная всхожесть, %			
		2008 г.	2010 г.	2012 г.	2013 г.	2008 г.	2010 г.	2012 г.	2013 г.
Вятский	1 (К)	80	78	11	3	83	85	26	10
	2	80	75	7	1	84	80	19	1
	3	77	75	5	0	79	78	8	4
	4	74	68	0	0	77	73	0	0
	5	72	60	0	0	78	74	0	0
Тюменский голозерный	1 (К)	78	82	4	1	86	86	6	1
	2	79	78	4	1	83	81	6	2
	3	74	74	4	1	77	77	5	2
	4	77	62	0	0	80	71	0	0
	5	73	68	0	0	79	73	0	0
Среднее	1 (К)	79	80	8	2	84	86	16	5
	2	80	76	6	1	84	81	12	2
	3	76	74	4	1	78	78	6	3
	4	76	66	0	0	78	72	0	0
	5	72	64	0	0	78	74	0	0
$НСР_{05}$	A	0,40	1,80	1,13	0,34	1,00	0,10	1,40	1,02
	B	10,30	5,47	1,78	0,53	5,17	4,57	2,21	1,62

Примечание: 1 (К) – контроль – оптимальный срок уборки, начиная с фазы полной спелости, 2 – уборка через 5 дней, 3 – уборка через 10 дней, 4 – уборка через 15 дней, 5 – уборка через 20 дней.

Заключение

Таким образом, для формирования страховых фондов могут быть использованы семена голозерного овса, полученные при уборке в оптимальные сроки (2/3 части метелки в фазе полной спелости, 1/3 – в восковой) с нормой высева 5…6 млн. всхожих семян/га, которые сохраняют высокие посевные кондиции в течение первых четырёх лет хранения.

Литература

Еров Ю.В., Хадеев Т.Г., Исаев М.Д., Салахиев Д.З. Система семеноводства зерновых культур. Казань, Центр инновационных технологий, 2005. 328 с.

Ермоленко П.Ф. Нормы высева овса сортов Надежный и Советский в условиях Северо-Востока Белоруссии // Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур. М., 1971. С. 137-143.

Захарченко И.В. Послеуборочная обработка семян в Нечерноземной зоне. М., 1983. 263 с.

Калошина З.М. Пути повышения зерновых качеств семян зерновых культур. М.: Знание, 1973. 64 с.

Курылёва С.Г. Нормы высева и урожайные качества семян овса // Уральские нивы. 1972. №12. С. 28-29.

Овчаров К.Е., Кошелев Ю.П. Почему семена «стареют». М., 1978. 64 с.

Пискунова Л.Г., Потемкина Л.М. Стойкость семян озимой пшеницы при хранении в зависимости от спелости, сроков и способов уборки // Селекция и семеноводство. 1989. №67. С. 91-95.

Строна И.Г. Проблемы семеноведения и семеноводства на современном этапе // Селекция и семеноводство. 1984. Вып. 56. С. 38-43.

Трисвятский Л.А. Хранение зерна. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1975. 400 с.

Хорошайлов Н.Г. Ответные реакции разнокачественных семян различных с.-х. культур на условия хранения // Физиолого-биохимические проблемы семеноведения и семеноводства: Тр. Всесоюз. симпозиума (13-18 июля 1972 г., Иркутск). Иркутск. 1973. Ч. 1. С. 93-99.

УДК 631.116.94

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОСМЕСЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОМПОНЕНТОВ И СРОКОВ УБОРКИ НА ЗЕРНОСЕНАЖ

А. В. Никишков
Актюбинская сельскохозяйственная опытная станция,
Актобе, Казахстан, e-mail: Nikischkov_alexw@mail.ru

Резюме

Изучены особенности роста и развития растений ячменя, овса, пшеницы в чистых и смешанных посевах. Установлены сроки уборки зерносмесей. Смесь ячменя с овсом является наиболее продуктивной и позволяет полнее использовать биологический потенциал зернофуражных культур.

Ключевые слова: овес, ячмень, зерносмесь, сроки уборки, зерносенаж.

PRODUCTIVITY GRAIN MIXTURES DEPENDING ON THE COMPONENT AND SCHEDULE FOR CLEANING ZERNOSENAZH

A. V. Nikishkov
Aktobe agricultural experimental station,
Aktobe, Republic Kazakhstan, e-mail: Nikischkov_alexw@mail.ru

Summary

The features of plant growth and development of barley, oats and wheat in pure and mixed crops. Sets deadlines cleaning grain mixtures. A mixture of barley and oats is the most productive and allows better use of the biological potential of forage crops.

Key words: oats, barley, mixed crops, harvesting time, zernosenazh.

Введение

В Актюбинской области Республики Казахстан приоритетным направлением развития АПК принято животноводство. Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных неразрывно связано с улучшением кормовой базы и разнообразием кормов. В области происходит увеличение посевов кормовых и зернофуражных культур для приготовления сена, силоса, сенажа и зерносенажа. По сравнению с сенажом из однолетних трав, зерносенаж лучше сбалансирован по белку, и отвечает зоотехническим нормам по содержанию переваримого протеина на одну кормовую единицу.

Материалы и методы

На Актюбинской сельскохозяйственной опытной станции проведены исследования по подбору зерновых культур и их смесей, обеспечивающих наибольший выход зерносенажной массы с единицы площади для звена зерновых культур в кормовом севообороте. Испытывались одновидовые посевы ячменя, овса, пшеницы и их двойные и тройные смеси. Уборку проводили в три срока, т.е. в молочно-восковую спелость ячменя, овса и пшеницы. Высевались семена ячменя сорта Донецкий 8, овса Марктон, пшеницы Саратовская 55. Все учеты и наблюдения проведены согласно методике ВНИИК им. В.Р. Вильямса. Почва опытного участка темно-каштановая, по механическому составу среднесуглинистая, содержание гумуса 2,4%. Место проведения опытов расположено в сухостепной зоне. Для

сухостепной зоны региона характерной особенностью являются жесткие гидротермические условия периода вегетации сельскохозяйственных культур: гидротермический коэффициент составляет 0,4–0,6, сумма температур за период выше 10ºС равна 2600–2700ºС, среднегодовое количество осадков 297 мм, среднегодовая температура воздуха +3,6ºС. Безморозный период длится 127–142 дня.

Результаты и обсуждение

Фенологические наблюдения показали, что по развитию растения зерновых культур в чистых и смешанных посевах не различались. Период от всходов до молочно-восковой спелости зерна у растений ячменя, овса и пшеницы соответственно составил 64, 69, 75 дней. Сохранность зерновых культур составляла от 78,4 до 81,6%. Перед уборкой на 1 кв. м. насчитывалось от 132 до 149 растений.

Наибольшей энергией кущения обладали растения ячменя. Общая кустистость растений ячменя составляла 1,5, продуктивная – 1,3; меньше побегов кущения образовали растения овса (1,3) и пшеницы (1,2). В посевах пшеницы побеги кущения не сформировали колосьев.

В чистых посевах растения ячменя, овса и пшеницы были выше, чем в смешанных посевах. При уборке в молочно-восковую спелость ячменя наиболее высокий сбор сухого вещества, кормовых единиц обеспечили посевы ячменя и смесь ячменя с овсом (табл.).

Продуктивность зерновых культур в чистых и смешенных посевах при уборке на зерносенаж, ц/га

Вариант	Молочно-восковая спелость ячменя		Молочно-восковая спелость овса		Молочно-восковая спелость пшеницы	
	сухое вещество	кормовые единицы	сухое вещество	кормовые единицы	сухое вещество	кормовые единицы
Ячмень	28,5	25,2	30,2	26,7	30,8	21,2
Овес	29,8	19,7	36,8	25,4	39,6	27,4
Пшеница	24,6	17,2	30,8	21,6	36,4	27,0
Ячмень +овес	30,7	23,8	36,2	28,6	39,0	27,0
в т.ч. ячмень	14,4	12,8	15,0	13,4	15,6	10,8
овес	16,3	11,0	21,2	15,2	23,4	16,2
Ячмень + пшеница	26,9	21,3	30,7	24,3	35,9	25,6
в т.ч. ячмень	13,6	12,0	14,2	12,6	16,3	11,2
пшеница	13,3	9,3	16,5	11,7	19,6	14,4
Овес + пшеница	26,4	18,1	34,3	23,8	36,9	26,6
в т.ч. овес	14,7	9,6	18,6	12,7	19,9	13,6
пшеница	11,7	8,5	15,7	11,1	17,0	13,0
Ячмень +овес + пшеница	27,6	20,4	34,1	26,7	35,9	25,4
в т.ч. ячмень	8,4	7,6	8,7	7,8	8,7	6,0
овес	8,2	5,3	11,2	7,5	11,6	7,9
пшеница	11,0	7,5	14,2	11,4	15,6	11,5
$НСР_{095}$	1,5		1,8		2,0	

В данной зерносмеси на 1 кв.м. сформировано 115 стеблей овса и 82 стеблей ячменя. Однако, за счет того, что в зерносенажной массе из ячменя содержание сухого вещества было выше, чем в зеленой массе овса, сбор сухого вещества образован почти в равной степени за счет обоих компонентов зерносмеси. Влажность зерносенажной массы составляла 55,5% в посевах ячменя и 59,3% в зерносмеси ячменя с овсом и отвечала требованиям для закладки зерносенажа. Масса колосьев и метелок, как наиболее питательной части зерносенажа составила 48,4 в посевах ячменя и 41,3% в зерносмеси.

При уборке в молочно-восковую спелость овса наибольший сбор сухого вещества обеспечивали посевы овса, как в чистом виде (36,8 ц/га), так и в смеси с ячменем (36,2 ц/га) и пшеницей (30,7 ц/га). Прирост сухого вещества в двойной смеси ячменя с овсом получен за счет овса. В двойной и тройной смесях овса с пшеницей и ячменем увеличению сбора сухого вещества способствовали растения овса и пшеницы. Влажность зеленой массы, полученной с посевов овса в чистом виде и его смесях с ячменем и пшеницей, отвечала требованиям для закладки сенажа и находилась в пределах 49,2–53,6%. Содержание колосьев и метелок в зерносенажной массе составляло 38,2–41,0%. В среднем за два года наибольший сбор кормовых единиц (28,6 ц/га) обеспечили совместные посевы ячменя с овсом.

Учет, проведенный в фазу молочно-восковой спелости пшеницы показал, что наибольший сбор сухого вещества получен в чистых посевах овса (39,6 ц/га) и его смесях с ячменем (39,0 ц/га) и пшеницей. Нарастание сбора сухого вещества происходило за счет роста побегов кущения овса. Растения ячменя в этот период находились в полной спелости зерна, а овса – в восковой. Влажность зеленой массы ячменя и его смесей с овсом и пшеницей составляла 30,6–40,6% и не отвечала требованиям для закладки сенажа.

Выводы

Таким образом, возделывание ячменя, овса на зерносенаж позволяет наиболее полно использовать биологический потенциал зернофуражных культур. В фазу молочно-восковой спелости зерновых накапливается максимум запасных питательных веществ. Для условий Актюбинской области наиболее продуктивной зерносмесью зерновых культур при возделывании на зерносенаж является смесь ячменя с овсом. Зерносмесь ячменя с овсом рекомендуется использовать для закладки зерносенажа, начиная с молочно-восковой спелости ячменя и заканчивать в молочно-восковую спелость овса.

УДК 633.13: 631.52

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОВСА В СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ С ЛЮПИНОМ

М. Н. Новиков, А. М. Тысленко, В. Н. Баринов
Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа
г. Владимир, Россия, e-mail: vnion@vtsnet.ru

Резюме

В статье рассматриваются пути оптимизации продукционного процесса и качества кормов в сельскохозяйственном про овес, смешанные посевы, продуктивность, качество кормов изводстве на основе смешанных посевов.

Ключевые слова: овес, смешанные посевы, продуктивность, качество кормов.

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF OAT IN MIXTED FIELDS WITH LUPINS

M. N. Novikov, A. M. Tyslenko, V. N. Barinov
All-Russian Research Institute of Organic Fertilizeres and Peats,
Vladimir, Russia, e-mail: vnion@vtsnet.ru

Summaru

The paper offers the ways of optimization of the productivity and feed quality in admixed sowing.

Key words: oat, admixed sowing, productivity, feed quality.

Одним из эффективных путей оптимизации продукционного процесса и качества кормов в сельскохозяйственном производстве является освоение смешанных посевов. Многолетние исследованиями ВНИИ органических удобрений и торфа, ВНИИ люпина, ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса и других научных учреждений показали, что смешанные посевы в Нечернозёмной зоне могут быть значительным резервом в повышении степени полезного использования растениями тепла, света, осадков, питательных веществ почвы и агротехнических приёмов, что связано с относительно высокой устойчивостью их к стрессовым факторам среды и более полной реализацией биопотенциала компонентов [1,2].

При этом более продуктивными и экономически выгодными являются смешанные посевы фуражных культур (овёс, ячмень) с бобовыми (вика, горох, люпин). В последние годы в Центральном регионе активно внедряются смешанные посевы овса с однолетним люпином [3]. У таких смесей урожайность выше чем у одновидовых посевов так как люпин не полегает, улучшаются условия для фотосинтеза и азотфиксации, снижаются потери во время уборки. В составе смешанных посевов с овсом люпин является не только донором минерального питания растений, но и ведущим звеном, обеспечивающим получение полноценных, сбалансированных по белку кормов. Люпин также значительно снижает негативное воздействие овса на плодородие почвы. За счёт акцепторного растения (овёс) в смешанных посевах с люпином можно формировать высококачественный корм многоцелевого назначения. Протеиновая ценность фуража в таких смесях повышается не только за счёт зерна люпина, но и благодаря увеличению протеина в зерне овса в результате лучшего питания его биологическим азотом, накапливаемым люпином из воздуха. Содержание протеина в зерне овса в таких посевах повышается на 1,0-1,2%.

Важным условием формирования высокопродуктивных смесей является правильный подбор сортов зернофуражных и зернобобовых культур, так чтобы их уборочная спелость наступала одновременно. Более того злаковый и бобовый компоненты в смешанном посеве должны дополнять друг друга. Овёс и люпин соответствуют данным требованиям.

Не меньшую значимость при составлении смесей имеет соотношение компонентов.При этом следует ориентироваться на нормы высева, применяемые в конкретных условиях при возделывании культур в одновидовых посевах. В опытах ВНИИ кормов для получения зернофуража с содержанием сырого протеина не менее 100 г на кормовую ед. и лизина в протеине не менее 4,5% следует высевать смесь овса с люпином при соотношении 70-75% семян овса и 25-30% люпина от полной нормы высева в одновидовых посевах [4]. В опытах Т.Н.Слесаревой (1999) на серой легкосуглинистой почве смеси жёлтого и узколистного люпина при посевном соотношении 1,0 млн. всхожих семян люпина и 1,2 млн. семян овса дали урожайность зелёной массы на 14-25% больше, чем у люпинов и в 2,2-2,4 раза больше, чем у овса в одновидовых посевах, по урожайности сухого вещества превысили одновидовые посевы люпинов на 34-36%, а выход кормовых единиц достиг 5,8-6,1 т/га, что на 48-40% больше одновидовых посевов люпина и на 55-63% больше, чем у овса.

Во Всероссийском НИИ органических удобрений и торфа проведена оценка смешанных посевов овса с люпином. Исследования выполняли на дерново - подзолистой супесчаной почве, которая характеризуется низким содержанием гумуса (1,1 – 1,2%), слабокислой реакцией среды ($pH_{сол.}$5,2-5,8; Hr 0,9-1,3; S 5,4- 8,1), средней обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия (12,8-14,7 мг/100 г почвы).

В почву под опытами фоном вносили фосфоритную муку и хлористый калий из расчёта по 40 кг действующего вещества на 1 гектар. Посев культур проводили перекрёстным способом: сначала сеяли люпин, затем овёс. В опытах использовали сорта: овёс – Астор, Друг, Анастасия (сорт селекции ВНИИОУ), узколистный люпин – Кристалл. Полная норма высева овса составляла 5,0 млн., люпина 1,0 млн. всхожих семян на гектар. Площадь опытных делянок 18 $м^2$, повторность 4-х кратная.

В опытах по определению соотношения компонентов установлено, что наибольшая продуктивность зелёной массы и зерна смешанных посевов достигнута при норме высева овса 50-25%, люпина 100-75% (табл.1). Во влажный год более продуктивной была смесь с нормой высева люпина 100% и овса 75%. В случае недостатка влаги в почве хорошо зарекомендовала себя смесь люпина 75% с овсом 50%.

Таблица 1. Продуктивность смешанных посевов овса с люпином в зависимости от норм высева семян,ц/га

Норма высева, % от оптимальной	Урожай зелёной массы	Урожай сухого вещества	Прибавка от смесей		Урожай зерна	Прибавка от смесей	
			к урожаю люпина	к урожаю овса		к урожаю люпина	к урожаю овса
Люпин 100	402	80	-	-	20,5	-	-
Люпин 75 + овёс 25	392	90	10	13	30,2	9,7	12,2
Люпин 50 + овёс 50	364	84	4	7	28,6	8,1	10,6
Люпин 25 + овёс 75	320	80	0	3	24,8	4,3	6,8
Овёс 100	266	77	-3	-	18,0	-	-
Люпин 100 + овёс 100	436	100	20	23	33,8	13,3	15,8
Люпин 100 + овёс 75	458	105	25	28	34,2	13,7	16,2
Люпин 100 + овёс 50	464	107	27	30	35,6	15,1	17,6
Люпин 100 + овёс 25	448	103	23	26	33,5	13,0	15,5

Наиболее высокая положительная роль смешанных посевов проявляется при выращивании их для получения зерна. Прирост урожая на приоритетных вариантах (люпин 100 и 75% + овёс 50%) составил 15,5 и 17,8 ц/га или 72 и 102% по сравнению с продуктивностью люпина в чистом виде.

В создании гетерогенных посевов большое значение имеют сорта компонентов. По мнению А.А.Жученко (2000): «чем хуже почвенно-климатические и погодные условия, чем ниже уровень техногенной обеспеченности агрофитоценоза, тем шире должен быть диапазон приспособительных и средообразующих возможностей, составляющих смешанные посевы видов и сортов. При конструировании адаптивных агроэкосистем стоит задача повысить роль видовых и внутривидовых взаимодействий с целью расширения диапазона потребляемых (особенно малодоступных) ресурсов окружающей среды».

В областях Центрального региона Нечернозёмной зоны широко распространены районированные сорта овса Астор и Друг, а в отдельных хозяйствах, проходивший в 2005-2006 гг. государственное испытание, сорт укосного типа Анастасия (селекции ВНИИОУ). Нами проведена оценка эффективности этих сортов в смешанных посевах с люпином.

В полевых опытах фенологические наблюдения показали, что смешанные посевы по динамике прохождения фенофаз были идентичны их компонентам в монокультуре. Фаза укосной спелости люпина (блестящий боб) совпадала с фазой молчно-восковой спелости овса; близкими у них были и сроки полного созревания.

В смешанных посевах, особенно на вариантах сочетания люпина с овсом Анастасия, начиная с фазы цветения, отмечался более интенсивный рост растений как овса, так и люпина. Для люпина это в большей степени связано с увеличением густоты стояния растений, а для овса – с улучшением азотного питания, положительный эффект которого, судя по развитию растений овса, начал проявляться с фазы кущения, достиг максимального эффекта в фазу цветения и сохранился до конца вегетации.

Смешанные посевы не оказали отрицательного влияния на всхожесть их компонентов. К уборке в монокультуре гибель растений люпина составила в среднем 8%, овса – 4%. В смесях с нормой высева люпина 75% его убыль к уборке достигла в среднем 35%, а в смесях с люпином 50% убыль составила 24%. На снижение густоты стояния растений овса смеси не оказали существенного влияния. К уборке урожая густота стояния растений люпина по вариантам опыта относительно выравнивалась, в среднем составила 31 растение, у овса, наоборот, чётко прослеживалась контрастность густоты в зависимости от его нормы высева. Несмотря на эти различия показатели веса зелёной массы растений люпина и овса по вариантам опыта в смешанных посевах были довольно близки между собой.

В среднем в смешанных посевах вес биомассы растений люпина на учётной площадке (0,5 $м^2$) составил 1075 г (48%) и овса 1136 г (52%). По сравнению с монокультурой вес зелёной массы 1 растения люпина в смесях снизился почти в 2 раза, а овса – возрос в 2 раза. В целом показатели урожайности зелёной массы в смешанных посевах по вариантам опыта были близки между собой.

В сравнении с монокультурой овса все смеси обеспечили достоверный прирост урожая; по отношению к урожаю люпина смеси не имели преимущества. Более объективным показателем продуктивности растений является уровень урожайности сухого вещества. Ввиду того, что в смесях содержание сухого вещества было выше, чем в монокультуре, они обеспечили до 39% прибавку урожая по отношению к люпину и в 2,3 раза по отношению к овсу. При норме посева люпина 75% преимущество в продуктивности имели смеси с овсом Астор, при норме высева люпина 50% - с овсом Друг и Анастасия.

По отношению к показателям люпина смеси имели более высокий выход кормовых единиц и валовой энергии, но уступали по накоплению белка. По отношению к показателям овса уровень белковой продуктивности смесей был выше. Корма укосного урожая на основе смесей были сбалансированы по содержанию белка.

В структуре урожая зерна смешанных посевов в среднем 37% занимал люпин и 63% овёс. Смешанные посевы обусловили снижение массы 1000 семян люпина в среднем на 23% и увеличение массы 1000 семян овса на 43% (табл.2).

Таблица 2. Элементы структуры зерновой продуктивности смешанных посевов

Варианты опыта	Весовое соотношение в урожае,%		Масса 1000 семян, г	
	люпин	овёс	люпин	овёс
1.Фон 1 - люпин 75%	100	-	230	-
2.Фон 1 + овёс Астор 50%	40	60	183	37
3.Фон 1 + овёс Астор 25%	36	64	162	45
4.Фон 1 + овёс Друг 50%	40	60	177	43
5.Фон 1 + овёс Друг 25%	34	66	207	52
6.Фон 1 + овёс Анастасия 50%	36	64	157	53
7.Фон 1 + овёс Анастасия 25%	40	60	188	56
8.Фон 2 – люпин 50%	100	-	226	-
9.Фон 2 + овёс Астор 50%	37	63	189	38
10.Фон 2 + овёс Астор 25%	38	62	232	42
11.Фон 2 + овёс Друг 50%	36	64	232	42
12.Фон 2 + овёс Друг 25%	36	64	150	50
13.Фон 2 + овёс Анастасия 50%	37	63	165	34
14.Фон 2 + овёс Анастасия 25%	36	64	179	39
15.Овёс Астор	-	100	-	30
16.Овёс Друг	-	100	-	34
17.Овёс Анастасия	-	100	-	30

Судя по показателям структуры урожая его прирост происходил в основном за счёт зерна овса, но формирование которого полностью зависело от наличия люпина в посевах. Прирост смесей по сравнению с монокультурой в большей мере проявился по показателям зерновой продуктивности (табл.3).

Таблица 3. Зерновая продуктивность смешанных посевов

Варианты опыта	Урожай зерна, ц/га	Прибавка от смесей		Выход белка, ц/га	Выход кормовых ед. на 1 га
		к урожаю овса	к урожаю люпина		
1.Фон 1 - люпин 75%	23,8	-	-	7,14	4165
2.Фон 1 + овёс Астор 50%	32,9	19,9	9,1	5,92	4277
3.Фон 1 + овёс Астор 25%	30,3	17,3	6,5	5,21	3757
4.Фон 1 + овёс Друг 50%	31,1	17,7	7,3	5,60	4043
5.Фон 1 + овёс Друг 25%	31,1	18,0	7,1	5,20	3856
6.Фон 1 + овёс Анастасия 50%	38,7	25,3	14,9	6,66	4798
7.Фон 1 + овёс Анастасия 25%	37,9	24,5	14,1	6,82	4927
8.Фон 2 – люпин 50%	21,4	-	-	6,42	3745
9.Фон 2 + овёс Астор 50%	27,7	14,7	6,3	4,82	3434
10.Фон 2 + овёс Астор 25%	28,0	15,0	6,6	4,93	3500
11.Фон 2 + овёс Друг 50%	25,2	11,8	3,8	4,33	3124
12. Фон 2 + овёс Друг 25%	23,6	10,2	2,2	4,06	2926
13.Фон 2 + овёс Анастасия 50%	34,2	20,8	12,8	5,95	4241
14.Фон 2 + овёс Анастасия 25%	27,9	14,5	6,5	4,80	3460
15.Овёс Астор 100%	13,0	-	-	1,30	1300
16.Овёс Друг 100%	13,4	-	-	1,34	1340
17.Овес Анастасия 100%	13,4	-	-	1,34	1340
$НСР_{05}$	4,7				

Прибавка урожая от наличия люпина в смесях по сравнению с урожаем овса составила от 10, 2 до 25,3 ц/га (76-194%), по сравнению с урожаем люпина от 2,2 до 14,9 ц/га (10-84%).

Более продуктивными были смеси люпина 75% с овсом Анастасия. Этот сорт овса хорошо зарекомендовал себя и в смесях с люпином 50%. На этих вариантах возрастали выход белка, кормовых единиц и валовой энергии. Зерносмеси по сравнению с зерном люпина и овса отличаются оптимальной обеспеченностью белком, что позволяет их непосредственно использовать в качестве корма животным.

Таким образом, в сельскохозяйственном производстве освоение смешанных посевов овса с люпином может стать одним из эффективных путей управления количеством и качеством растительной продукции, процессами оптимизации функционирования агроландшафтов.

Литература

Новиков М.Н., Такунов И.П.,Слесарева Т.Н. Смешанные посевы с люпином в земледелии Нечернозёмной зоны.- М.: ООО »Столичная типография», 2008.160 с.

Гришин И., Бочкарёва Л., Копылова Л. Смешанные зернофуражные посевы.- Сельский механизатор,1998, №7, С.10-11.

Новиков М.Н., Баринов В.Н. Усиление доминантной роли культурных растений в агроценозах //Агрохимия и экология: история и современность. Материалы международной научно-практической конференции. Том 3./Нижегородская ГСХА.- Н.Новгород, 2008.- С.278 -281.

УДК 633.13:16

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИСПЫТАНИЕ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ, ОВСА И ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ СОРТОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

И.П. Леонтьев

Филиал федерального государственного бюджетного учреждения
«Государственная комиссия по испытанию и охране селекционных достижений»
по Республике Башкортостан, e-mail: gossortrb@yandex.ru

Резюме

12 сортов ячменя и 9 сортов овса изучены на 10 сортоучастках республики Башкотарстан. Новые сорта Челябинский 99, Белгородский 100, Т-12, Орлан и овса - Стригунок, Конкур, Спринт 2 размножены и внедряются в производство.

Ключевые слова: ячмень, овёс, селекция, сорта.

STATE TESTING OF BARLEY CULTIVARS AND EXPERIENCE OF NEW CULTIVARS APPLICATION TO AGRICULTURE PRODUCTION IN BASHKIRIA

I.P. Leontev

“State Commission for testing and protection of new varieties of plant” in Bashkiria
e-mail: gossortrb@yandex.ru

Summary

12 barley cultivars and 9 oat cultivars have been studied at 10 point of Republic of Bashkiria. New barley cultivars: Chelyabinskiy 99. Belgorodskiy 100, T-12 and oat – Strigunok, Konkur, Sprint 2 were multiplied. They are applying in agriculture industry now.

Key words barley, oat, breeding, cultivars.

В зерновом балансе Республики Башкортостан серые хлеба - ячмень и овес занимают достаточно большое место. У нас эти культуры используются разносторонне. В республике из зерна ячменя и овса готовят различные крупы и иные продукты глубокой переработки: пивной солод и солодовые экстракты, хлопья, муку, толокно, готовые смеси для детского питания. Но более 90% валового сбора зерна этих культур расходуется на кормовые цели, как в чистом виде, так и в переработанном на комбинированный корм. Посевы овса, кроме того, широко используются для получения грубых растительных кормов, сена, сенажа и силоса.

В Республике Башкортостан серым хлебам отводятся значительные площади. Так, в 2012 году площади посевов ячменя и овса составили 370 тыс. га и 124 тыс. га соответственно.

Осознавая важность для республики этих культур, мы стремимся расширить набор сортов, чтобы обеспечить стабильность продуктивности этих культур во всех шести природно-климатических зонах. Для этого испытания сортов этих культур проводятся во всех зонах на десяти сортоиспытательных участках. Осуществляется оно согласно требованиям государственной методики (табл.).

За последние три года государственное испытание проведено по 17 сортам ячменя и овса

Результаты испытаний сортов овса и ячменя по почвенно-климатическим зонам Республики Башкортостан в среднем за 2010-2012 гг.

№ п/п	Сорт	Зоны*				
		I	II	III	IV	V
Овес яровой						
1	Стригунок	19,1	24,6	21,0	21,2	22,3
2	Скакун	17,8	-	21,8	21,1	21,5
3	Спринт 2	17,0	14,4	21,6	19,7	18,5
4	Конкур	20,1	24,8	22,8	21,9	23,1
5	Рысак	20,1	25,2	27,0	20,2	24,1
6	Иртыш 22	19,4	25,0	25,5	16,7	22,4
7	Урман	21,4	13,1	27,3	24,7	21,7
8	Тюменский голозерный	11,2	16,8	13,9	12,7	-
9	Левша	13,9	27,3	15,3	13,7	-
Ячмень яровой						
1	Челябинский 99	21,4	20,2	17,2	17,2	18,2
2	Прерия	19,6	21,0	20,0	20,0	20,3
3	Одесский 100	19,9	22,7	17,9	17,9	19,5
4	Михайловский	16,2	9,9	15,7	15,7	13,8
5	Т-12	19,9	25,4	19,5	19,5	21,4
6	Белгородский 100	26,2	23,5	21,2	21,2	-
7	Орлан	26,6	23,7	22,7	22,7	23,0
8	Саша	22,0	23,3	20,5	20,5	21,4
9	Абалак	27,8	32,1	25,8	25,8	27,9
10	Купито	27,4	27,7	25,7	25,7	26,3
11	Тимерхан	9,6	-	14,3	14,3	14,3
12	Омский голозерный 1	20,0	23,8	16,0	16,0	18,6

Примечание: * Зоны: I – Северная лесостепная, II – Северо-Восточная лесостепная, III – Южная лесостепная, IV – Предуральская степная, V – Зауральская степная.

Урожайность сортов на госсортоучастках республики в зависимости от природно-климатических, почвенных и погодных условий и уровня культуры земледелия варьирует по

ячменю от 9,6 ц/га до 27,9 ц/га с учетом засушливых 2010 и 2012 годов, а по овсу от 11,2 ц/га до 27,3 ц/га.

За последние годы включены в Госреестр сорта ячменя Белгородский 100, Т 12, Орлан. По овсу Иртыш 22, Рысак.

Основные сорта ячменя, возделываемые в сельскохозяйственном производстве Республики Башкортостан: Челябинский 99 (49,9%), Прерия (31,1% посевов), Михайловский (2,8%); овса - Спринт 2 (40,9%), Скакун (37,5%), Стригунок (10%), Конкур (9%). Начиная с 2012 года, активно стали внедрять сорта ячменя Т 12, Белгородский 100, Орлан, овса Конкур, Иртыш 22 и Рысак.

Для получения экономической отдачи нового селекционного достижения, необходимо его ускоренно внедрять в производство.

Для этого мы предусматриваем и осуществляем ряд мер по ускорению этого процесса. К ним относятся пропаганда достоинств новых сортов во время практических семинаров различного уровня, производственное испытание и организация на лицензионной основе оригинального и элитного семеноводства, а также заключение договоров на поставку семян высоких репродукций от оригинаторов и патентообладателей.

Важную роль в ускорении внедрения сорта в производство мы отводим производственному испытанию сортов в элитопроизводящих хозяйствах. Во-первых, оно наглядно демонстрирует агрономам и руководителям преимущества новых сортов и очень часто руководители предприятий, и в первую очередь элитхозов республики, ориентируясь на результаты собственного производственного испытания, принимают решение о сортосмене в своем хозяйстве. Двух летнее производственное испытание позволяет в год включения сорта в Госреестр иметь партию семян достаточную для посева 100 гектаров суперэлиты и элиты нового сорта.

Сортоучастки филиала и их базовые хозяйства имеют в своем распоряжении более 3500 гектаров земли для производства семян высших репродукций. И производят, от 1000 до 2000 тонн оригинальных и элитных семян зерновых и зернобобовых культур, в т.ч. 400-700 тонн ячменя и овса.

Непременным условием такой работы по размножению семян является заключение филиалом и сортоучастками лицензионных договоров (с правом сублицензирования) с обладателями патентов на новые сорта. Таким образом, филиал пытается наладить и налаживает в республике использование сортов в рамках законодательства Российской Федерации. Кроме того, мы, совместно с МСХ РБ, осуществляем координацию в реализации семян новых сортов, произведенных на сортоучастках, хозяйствам республики.

По новым сортам ячменя Челябинский 99, Белгородский 100, Т-12, Орлан, овса Стригунок, Конкур и Спринт 2 заключены лицензионные договора, на стадии подписания по сорту овса Рысак.

УДК 633.16

НОВЫЙ ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

О. Н. Ковалева, Н.Н. Иванова
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова Россельхозакадемии, Санкт-Петербург, Россия, e-mail:o.kovaleva@vir.nw.ru

Резюме

В статье приведены данные изучения новых образцов, поступивших в 2008-2010гг. в коллекцию ячменя, в условиях северо-западного региона России. Выделены источники признаков ценных признаков, которые могут быть использованы в селекционном процессе.

Ключевые слова: ячмень, источники, хозяйственно-ценные признаки.

NEW BARLEY GENETIC RESOURCES FOR BREEDING AT NORTHERN - WEST RUSSIA

O. N. Kovaleva, N. N. Ivanova
N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry RAAS, St. Petersburg, Russia, e-mail: o.kovaleva.vir.nw.ru

Summary

The paper offers the dates of studying new accessions under the northern-west Russia conditions which introduced in VIR collection in 2008-2010y.. New sources of economically important traits that can be used in breeding are presented.

Key words: barley, sources, economically important traits.

Введение

В народном хозяйстве ячмень имеет широкое применение как ценная зерновая культура, являясь главной зернофуражной культурой в Северо – Западном регионе России. Урожайность культуры в России в последние годы находится на недостаточном уровне. В связи с этим одним из главных вопросов современного сельскохозяйственного производства является стабилизация производства зерна по годам вне зависимости от изменения погодных условий (Баталова, 2011).

Для Северо-Западного региона необходимы скороспелые сорта ячменя, устойчивые к пониженным весенним температурам, устойчивые к полеганию и прорастанию на корню из-за избыточного увлажнения в период созревания и уборки урожая, толерантные к основным наиболее вредоносным болезням (пыльная головня, листовые пятнистости, мучнистая роса), гарантирующее ежегодное получение высоких урожаев. Таким образом, создание пластичных, скороспелых сортов, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам является приоритетным направлением в селекции ячменя в Северо-Западном регионе.

Для создания новых сортов сельскохозяйственных растений, обладающих комплексом ценных признаков, высокой урожайностью и высоким качеством продукции в разнообразных условиях среды требуется хорошо изученный исходный материал. Коллекция ячменя ВНИИР им. Н.И. Вавилова, возобновляемая по всхожести и постоянно пополняемая новым генофондом, является основным источником нового исходного материала для обеспечения селекционных программ по созданию новых конкурентоспособных сортов (Шевцов, 2007).

Материал и методы

Проведено изучение нового материал, поступившего в 2008-2010г.г. от селекционеров России, а также в результате взаимообмена с генбанками Украины, Чехии, Франции, Германии и Австралии. На полях Пушкинского филиала ВИР изучено 100 образцов. Оценка проводилась согласно методике ВИР (Методические указания, 1981).

Метеорологические условия различались по годам. Так в 2009 г. наблюдали прохладную погоду в июне и дожди в период налива зерна, что привело к сильному полеганию и удлинению периода вегетации, в 2010 и 2011 - жара в период налива зерна не позволила сформировать качественное зерно . По годам изучения длина вегетационного периода менялась от 96 дней в 2009г. до 70 дней в 2011. В качестве стандартов использованы: среднеранний сорт Белогорский, среднеспелый сорт Московский 121 и скороспелый сорт Potra.

Результаты

Скороспелость является основным признаком селекции на Северо-западе России. По результатам трех летнего изучения образцов, созревающих раньше скороспелого стандарта Potra (60 -75 дней) выделить не удалось. На уровне стандарта созревали сорта к-31121 Вадим (Краснодарский кр.), кк-31150 Sloop SA, -31151 Sloop Vic, - 31152 Maritime , -31154 Yarra, - 31155 Grout из Австралии, которые выделены как источники скороспелости. На уровне средне - раннего стандарта Белогорский отмечено созревание у сортов: Омский 95(к-31043, Омская обл.), Щедрый (к- 31046, Ростовская обл.), Казак (к-31177, Самарская обл.). Остальные образцы отнесены в группу среднеспелых (76 -96 дней).

Одним из лимитирующих факторов повышения урожайности в условиях повышенного увлажнения, длинного светового дня является полегание. Полегание приводит к потере 10—50 % урожая, препятствует механизированной уборке, ухудшает качество зерна и семян (Ковалев, 1990). Погодные условия последний лет вызвали сильное полегание, что позволило выявить источники устойчивости к полеганию. В основном наблюдали прикорневое полегание. В качестве источников (устойчивость 9 - 7 баллов) выделены сорта с укороченной соломиной (55- 85см): Омский 95(к-31043), Щедрый (к- 31046, Ростовская обл.), Казак (к-31177, Самарская обл.), Поспех (к-31122, Беларусь), Toledo(к-30998, Англия), Delphine (к-31000), Patricia(к-31001) – Франция; сорта Чехии: к-31186 Respect, к-31180 Pribina, к-31185 Boyos, и Австралии: к-31153 Mackay, к-31152 Maritime, к-31205 Buloke.

Зерновая продуктивность - наиболее важное свойство сорта, являющееся целью всего сельскохозяйственного производства, и поэтому определяется как главный фактор среди задач селекции. Зерновая продуктивность зависит от многих элементов: продуктивной кустистости, массы зерна с главного колоса, длины колоса, числа колосков в колосе, числа зерен в колосе, массы 1000 зерен.

В результате проведенного нами изучения новых поступлений в коллекцию за последние годы как высоко урожайные, превышающие стандарт более чем на 115% , образцов не выявлено.

По продуктивности в течение 3 лет изучения следует отметить сорта: Toledo (к-30998, Англия), Щедрый (к-31046, Ростовская обл.), Заветный (к-30959, Россия), Арбалет(к-31206, Финляндия), Беатрис(к-31175, Германия), к-31181 Pedant, к-31184 Elson, к-31205 Boyos (Чехия), которые формировали урожай на уровне стандарта.

Крупность зерна, выраженная через массу 1000 зерен, является одним из важнейших элементов структуры урожая. На данный признак оказывают значительное влияние погодные условия, нарушение влагообеспеченности и минерального питания растений в период формирования и налива зерна.

В качестве источников крупнозерности (масса 1000 зерен в засушливые годы больше 45,0 гр) для северо-западного региона выделены сорта – Вадим (к-31121, Краснодарский кр.), к-30986 Ястреб (Ростовская обл.), Задел (к-31176, Алтайский кр.), к-31097 Юкатан (Украина); к-31044 Марни, к-31092 Крузер, к-31175 Беатрис (Германия); к-31179 Radegost, к-31181 Respect, к-31183 Malz (Чехия), Toledo(к- 30998, Англия), к-31151 Sloop VIC, к-31152 Maritime, к-31205 Buloke (Австралия).

Основными факторами, лимитирующими получение высокого урожая качественного зерна, являются вредоносные болезни. Слабым местом современных сортов ячменя является их восприимчивость к возбудителям болезней и вредителям, что не позволяет им реализовывать высокий потенциал продуктивности (Анисимова, 2006). Наиболее вредоносными болезнями являются: мучнистая роса, пятнистости листьев, головневые болезни (из-за отсутствия протравливания семян). В предыдущие годы отмечено сильное проявление вредоносного грибного заболевания в зоне исследований – мучнистой росы. Устойчивость к мучнистой росе обнаружена у сортов Чехии. В последние годы данное заболевания наблюдали в конце июля, когда в основном все образцы уже находились в стадии созревания. Проявление болезни можно было видеть только у позднеспелых образцов, листья которых еще остались зелеными. Среди них устойчивых форм не выявлено.

Сорта Соборный (к-31095 Украина,), к-31150 Sloop SA,; 31151 Sloop Vic, к-31156, Dhon, Австралия; к-30998 Toledo(Англия) проявили устойчивость к каменной головне. Устойчивость к каменной головне определяли в отделе иммунитета на искусственном фоне заражения.

Заключение

В результате проведенного исследования дана характеристика поступившего в коллекцию нового материала и выделены источники ценных хозяйственных признаков. Новый материал передаётся в селекционные учреждения для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Литература

Анисимова А.В. Характеристика генетического разнообразия ячменя по устойчивости к возбудителям пятнистостей листьев и создание исходного материала для селекции.// Автореферат дисс. на соиск. уч. степени канд. с/х наук. С. – Петербург, 2006. С. 8-18.

Баталова Г.А. Состояние и перспективы селекции и возделывания зернофуражных культур в России.// Зерновое хозяйство России - 2011, №3 – С.25 – 30.

Ковалев В.М., Касаева К.А. Полегание посевов зерновых культур и практика применения ретардантов // С.-х. биология - 1990. – №1. – С. 72 – 81.

Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Л:.ВИР, 1981, 32с

Шевцов В.М., Серкин Н.В. Учение Н.И. Вавилова в селекции ячменя на Кубани // Тезисы докладов «Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке». С. – Петербург, 2007. – С. 645-646.

УДК 633. 11

ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОЙ КРУПЯНОЙ КУЛЬТУРЫ - ГОЛОЗЕРНОЙ ПОЛБЫ, СОРТ ГРЕММЭ

Э.Ф. Ионов[1], А.Ф. Мережко[2], С.К. Тимербекова[3], Н.Э. Ионова[4]
[1]Селекционное семеноводческое хозяйство Ионова Э.Ф., г.Чистополь, Россия
[2]ГНУ ГНЦ РФ Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова
[3]ГНУ МОС ВСТИСП, г. Москва, Россия
[4]Казанский (Приволжский) Федеральный университет, г.Казань, Россия

Резюме

Дана характеристика созданного сорта полбы «Грэмме»
Ключевые слова: полба, сорта, селекция

CHARACTERIZATION OF NEW CEREAL CROP – NAKED SPELT, VARIETY «GREMME

E.F. Ionov[1], A.F. Merezhko[2], S.K. Timerbekova[3], N.E Ionova[4][1]
Ionovs breeding farm. Chistipol, Tatarstan
All-Russian Institute of plant breeding, St.Petersburg, Russia
SSI VSTISP OF RAAS, Moscow, Russia
Kazan Federal University, Kazan, Tatarstan

Summary

Characterization of new cereal crop - naked spelt, variety “Gremme” has been presented.
Key words: spelt, varieties, breeding

Первичный ареал возделывания пшеницы полбы (*Triticum dicoccum* Schrank Schuebl.) – Абиссиния. Полба (двузернянка, эммер) является одной из самых древних зерновых культур. Она широко возделывалась в Абиссинии и Египте более чем 4000 лет до нашей эры. Северным, вторичным центром возделывания этой культуры до 30-х годов XX века был Волжско-Камский регион – Татарская АССР, Чувашская АССР и Удмуртская АССР. Вытеснение полбы мягкой пшеницей было обусловлено внедрением комбайновой уборки производственных посевов. Пшеница полба – это пленчатая, плохо обмолачиваемая культура, колос которой при созревании распадается на колоски, что значительно увеличивает потери урожая при машинной уборке. В то же время данная культура обладает рядом ценных, положительных свойств – высокая засухоустойчивость, нетребовательность к почве, высокая питательная ценность и содержание белка в зерне.

Селекционное исследование по созданию новых сортов яровой мягкой пшеницы на бывшей Казанской сельскохозяйственной опытной станции были начаты в 1920 году. Для создания исходного материала широко проводились межвидовые скрещивания с местными полбами с целью планового повышения засухоустойчивости и качественных характеристик мягкой пшеницы. Выщепляющиеся в процессе выращивания гибридных поколений полбоиды, выбраковывались без их дальнейшего использования.

В целях возрождения полбы как новой крупяной культуры нами были проведены межвидовые скрещивания с твердой пшеницей, беккроссы и многократные индивидуальные отборы голозерных полбоидов.

Сорт голозерной полбы Греммэ создан в Чистопольском районе Республики Татарстан методом индивидуально-группового отбора из гибридной популяции, полученной от скрещивания полбы сорта Белка (материнский родитель) с твердой пшеницей сорта Светлана. Трехкратный беккросс полбоид / полба с выбраковкой пленчатых полбоидов – линий морфологиче-

ски (кроме ломкости колоса и пленчатости зерна) идентичных виду *Triticum dicoccum* Schrank Schuebl. способствовал выделению голозерных полбоидов, а затем и сорта Греммэ.

Разновидность сорта – ташкентум. Колос – белый, остистый, призматический. Колосковые чешуи неопушенные. Зерновка: окрашивание фенолом отсутствует и очень светлое. Плотность колоса средняя (на 10 см стержня колоса приходится 31-33 колоска). Колосовая чешуя ланцетная, плечо колосовой чешуи – округлое. Зубец колосковой чешуи прямой, очень длинный.

Сорт среднеспелый, вегетационный период 85-100 дней. Засухоустойчивость и жаростойкость высокая. Бурой листовой ржавчиной и мучнистой росой поражается мало – толерантен. По высоте растений – сорт среднерослый. Согласно трехлетним данным урожайность стандартного сорта твердой яровой пшеницы Безенчукская составила 23.0 ц/га, а сорта голозерной полбы Греммэ – 24.9 ц/га.

Зерно сорта Греммэ отличается повышенным содержанием белка и клейковины. В условиях жесточайшей засухи 2010 года на Чистопольском ГСУ в зерне содержалось 17,9% белка и 46,7% сырой клейковины. Так как сорт Греммэ это двузернянка, эммер - в колоске колоса формируется только два зерна. Коэффициент вариации показателя крупности зерновок колоса не превышает 10-11%, что облегчает сортировку зерна и его последующую обработку на крупоружках.

При этом необходимо подчеркнуть, что при производстве крупы из обычной пленчатой полбы, риса или ячменя при обдирке зерна удаляется зародыш и алейроновый слой клеток, богатый альбуминами, что снижает калорийные и диетические достоинства продукта.

Для данного сорта характерны следующие показатели качества крупы: 1. Цвет каши – ствело-коричневый; 2. Вкус каши (по 5-ти балльной шкале) – 4 балла; 3. Коэффициент развариваемости (по 7-ми балльной шкале) – 4,6-5 балла; 4. Консистенция каши – рассыпчатая.

Таким образом, создание голозерной полбы сорта Греммэ позволит повысить урожайность зерна культуры, снизить затраты на производство высококалорийной, диетической крупы.

УДК: 632.938.1:633.14

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СНЕЖНОЙ ПЛЕСЕНИ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ РЖИ

А.Б. Сайнакова
ГНУ Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии
г. Колпашево, Россия e-mail AnnaSaynakova@vtomske.ru

Резюме

Проведена оценка исходного материала озимой ржи на устойчивость к снежной плесени в условиях таежной зоны Западной Сибири. Приведены минимальные и максимальные значения распространенности заболевания. Прослежена зависимость развития снежной плесени от высоты снегового покрова и продолжительности его залегания. В процессе изучения исходного материала были выделены изоляты устойчивые к заболеванию.

Ключевые слова: озимая рожь, исходный материал, селекционные образцы, снежная плесень, заболевание, устойчивость.

DISTRIBUTION SNOW MOLD ON WINTER RYE

A.B Saynakova
The Siberian scientific Research Institute of Agriculture and peat Russian RAAS
Kolpashevo, Russia e-mail AnnaSaynakova@vtomske.ru

Summary

The estimation of the raw material of winter rye for resistance to snow mold in the taiga zone of Western Siberia. The minimum and maximum values of the prevalence of the disease. The dependence of snow mold on the height of the snow cover and the duration of its occurrence. In examining the starting material were identified isolates resistant to the disease.

Key words: winter rye, raw material, selected samples, snow mold disease resistance.

Введение

Рожь (*Secale cereale L.*) – одна из важнейших зерновых культур, обладающая ценными пищевыми и кормовыми качествами. Благодаря своим биологическим особенностям посевы ржи в нашей стране продвинулись далеко на север (Белугина, Блинова, 2006).

В таежной зоне Западной Сибири озимая рожь является культурой надежной и стародавней. Среди зерновых культур занимает первое место по зимостойкости, тем не менее, проблема гарантированной перезимовки посевов еще существует и требует своего решения (Нурахметова и др., 2001). Основная причина гибели или изреживание посевов ржи на территории Западной Сибири – выпревание, обусловленное поражением растений грибами снежной плесени. Наиболее распространенным и вредоносным возбудителем снежной плесени, является широко специализированный холодостойкий факультативный паразит – гриб *Fusarium nivale Ces* (*Microdochium nivale Fr.*). Но нередко на растениях развиваются и другие грибы рода *Fusarium – F. avenaceum Fr., F. culmorum Sm., F. graminearum Schwabe* наиболее теплолюбивые, которые уже вторично поселяются на больных растениях. Источником инфекции служат семена и почва.

Проявляется заболевание рано весной, в период таяния снега. Наиболее часто обнаруживается в районах с большим снежным покровом в зимний период. На развитие снежной плесени оказывает влияние относительно высокая температура под снегом (около 0 С), высота его покрова и растянутый период таяния при высокой относительной влажности воздуха (90-100%) (Нурахметова и др., 2001).

Поражение посев озимой ржи возбудителем *F. nivale* приводит к отмиранию большего числа наиболее развитых продуктивных растений, к снижению массы 1000 семян, больное зерно становится щуплым, потери урожая могут достигать более 50%, а выпады могут составлять до 20%. В случае сильных эпифитотий, развитие болезни ведет к массовой гибели посевов (Тупеневич, 1966; Тютерев, 2005).

Современные меры борьбы с выпреванием посевов состоят в применение фунгицидов, которые подавляют рост и развитие патогенных грибов. Наиболее надежным и эффективным способом борьбы с заболеванием является возделывание устойчивых сортов.

В селекции следует стремиться к созданию устойчивых сортов или слабо поражающихся грибом *F. nivale,* признак устойчивости имеет большой размах внутрипопуляционной и межсортовой генетической изменчивости (Кобылянский, Шешегова 1997).

Материалы и методы

Исследования проведены в 2002-2013 гг., в Нарымском отделе ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии. Оценен исходный материал в питомнике конкурсного сортоиспыта-

ния. в полевых и лабораторных условиях. За годы исследований было изучено более 20 изолятов озимой ржи.

Учет болезни и ее распространение проводили по методике А.Е. Чумакова и Т.И. Захаровой. Погодные условия в годы исследований значительно различались по температурному режиму и количеству осадков. Таким образом, агроклиматические условия позволили оценить изучаемый исходный материал на устойчивость к снежной плесени (*F. nivale*). Необходимо отметить, что в Западной Сибири погодные условия часто складываются так, что период таяния снега затягивается, и это в свою очередь благотворно влияет на развитие и распространение гриба *F. nivale.*

Результаты и обсуждение

Нашими исследованиями, проведенными в таежной зоне Западной Сибири (Томская область) на культуре озимая рожь, выявлено преимущественное наличие гриба – *F. nivale*. Снежная плесень, вызываемая возбудителем *F. nivale* проявлялась ежегодно. Признаки поражения у растений озимой ржи были отмечены в виде небольших очагов весной сразу после таяния снега. Продолжительное пребывание под слоем снега ослабило растения в результате чего, повышается восприимчивость к патогену. Возбудитель поражал подземные, надземные вегетативные и генеративные органы растений. Наличие признаков поражения снежной плесенью в период всходы-кущение ржи не выявлено. В весенний период в фазу отрастания на листьях проявилось заболевание в виде водянистых пятен на которых формировался розовый паутинистый налет. Постепенно листья склеивались, теряли зеленую окраску, а затем полностью отмирали. В редких случаях можно наблюдать отмирание листовых влагалищ, узла кущения и гибели растений, – проявилось в 2004, 2013 гг. В 2004 г в период выхода в трубку и молочной спелости отмечалась гибель корней, и побурение нижней части стебля.

Устойчивость к болезни оценивали в условиях естественного фона, но необходимо отметить, что погодные условия в зимний период с 2003 на 2004 год и с 2012 на 2013 г. благоприятно складывались для развития болезни, что позволило прировнять их к условиям провокационного фона. В зимний период 2003-2004 гг. и 2012-2013 гг., снег выпадал на незамерзшую почву, и снежный покров сохранялся в течение нескольких месяцев. Весна была ранняя и влажная с частым понижением температуры. Толщина снегового покрова достигала от 51 до 83 см. Период нахождения культуры под снежным покровом составлял от 192 до 221 дней. Наши исследования показали, что на уровень развития снежной плесени существенное влияние оказывает высота снегового покрова ($r=0,79\pm0,19$) и продолжительность периода его залегания ($r=0,68\pm0,16$). Чем выше высота снегового покрова и длиннее период нахождения растений под снегом, тем выше степень поражения озимой ржи снежной плесенью. Глубокий снег лишил растения света и создал изоляцию, при понижении температуры атмосферного воздуха до – 20-25 ^{0}С почва на поверхности не промерзла, и на глубине до 10 см колебания температуры составили в пределах +2-4 ^{0}С. Сильное поражение отметили на ослабленных растениях.

Сезонная динамика развития болезни показала, что поражение изолятов не превысило 34,0%. Степень поражения растений колебалась от 8,3 до 34,0%. За все годы исследований нами выделены изоляты 2/96, 3/91 и 3/89, которые в слабой степени поражаются снежной плесенью и обладают высокой регенерационной способностью после поражения снежной плесенью (табл.). Изучение развития и распространения снежной плесени на озимой ржи позволяет отбирать устойчивые гибриды и доводить их до сортов.

Восприимчивость растений озимой ржи к снежной плесени, 2002-2012 гг.

Наименование сорта, изолята	Среднее поражение растений, %	Максимальное поражение растений, %
Дымка (ст-т)	13,3	17,5
Петровна (ст-т)	11,2	34,0
Изолятор 2/96	11,0	14,5
Изолятор 3/91	9,8	14,0
Изолятор 3/89	8,3	10,0

В результате проведенных исследований можно сказать, что существует возможность создания сортов ржи устойчивых к снежной плесени в условиях Западной Сибири. При этом необходимо отметить, что селекция озимой ржи по устойчивости к данному заболеванию должна вестись на провокационных фонах. Так как при искусственном заражении создается более сильный выровненный фон, что очень важно для достоверной оценки и отбора толерантных биотипов независимо от условий года.

Выводы

1. В результате проведенных исследований установлено, что выпревание озимой ржи в условиях Западной Сибири (Томская область) обусловлено поражением растений патогенным грибом *Fusarium nivale*.
2. Наибольшая вредоносность снежной плесени отмечена в весенний период в фазу отрастания растений, колебалась в пределах от 8,3 до 34,0%.
3. На развитие снежной плесени существенное влияние оказывает высота снегового покрова (r=0,79±0,19) и продолжительность периода его залегания (r=0,68±0,16).
4. В качестве наиболее перспективных для дальнейшей селекции озимой ржи нами выделены изоляторы: 2/96, 3/91 и 3/89. Обладают высокой регенерационной способностью.

Литература

Белугина Н.О. Источники хозяйственно ценных признаков озимой ржи // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. СПб: ВИР, 2006. Т. 162. С. 166-170.

Нурахметова Л.М. Новый исходный материал для селекции озимой ржи на зимостойкость // Сб. науч. тр. Киров, 2001. С. 43-48.

Тупеневич С.М. Выпревание озимых хлебов весной // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института Защиты растений. М.: Колос, 1966. Вып. 28. С. 126-130.

Тютерев С.Л. Протравливание семян зерновых культур // Защита и карантин растений. 2005. № 3. С. 90-99.

Кобылянский В.Д., Шешегова Т.К. Перспективы селекции озимой ржи на устойчивость к выпреванию в Северо-Восточном регионе Нечерноземной зоны России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. СПб., 1997. Т. 151. С. 10-21.

Чумаков А.Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1990. С. 5-88.

Заушинцена А.В., Бражников П.Н., Сайнакова А.Б. Болезни озимой ржи в таежной зоне Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета., 2011. № 2 (76). С. 35-39.

СОДЕРЖАНИЕ

Современные технологии изучения генетического разнообразия ячменя и овса

Афанасенко О.С. Современное состояние исследований генетики устойчивости ячменя к болезням. ……..... 3
Злотина М. М, Киселёва А. А., Ковалева О. Н., Лоскутов И. Г., Потокина Е. К. Аллельное разнообразие генов, определяющих адаптивный потенциал сортов ячменя отечественной селекции. ……... 9
Шимкевич А. М. , Луханина Н. В. Давыденко, О. Г. Идентификация культивируемых в Беларуси сортов ячменя с применением SSR анализа. ……. 15
Луханина Н. В., Шимкевич А. М., Зубкович А. А Давыденко., О. Г. Поиск Sd3/Sd2H аллелей высокотермостабильной β-амилазы у стародавних сортов ячменя... 17
Шабала С., Ву Х., Шабала Л., Зоу М. Функциональная оценка солеустойчивости с использованием МАЙФ-технологии. …….. 20
Алпатьева Н. В. , Жук М. А. , Ковалева О. Н. , Чухина И. Г. , Анисимова И. Н. Молекулярно-генетическое разнообразие стародавних ячменей Алтайского края. ….. 26
Абдуллаев Р. А. , Звейнек И. А. , Алпатьева Н. В. Радченко Е. Е. Мутация e*am8* у образца ячменя к-14891 из Дагестана. ……. 33
Остапенко А. В., Тоболова Г. В. Изучение полиморфизма авенина сортов овса посевного (*Avena sativa* L.) в Тюменской области. ……. 38
Лоскутов И. Г. Блинова, Е. В. Генетические ресурсы овса для перспективных направлений селекции. ……. 42
Радченко Е. Е. , Кузнецова Т. Л. , Абдуллаев Р. А. Чумаков, М. А. Звейнек И. А, Ковалева О. Н. Устойчивость образцов ячменя к обыкновенной злаковой тле. ……. 46
Семенова А. Г., Ковалева О. Н., Орлов С. Ю., Юдин И. О. Мониторинг устойчивости районированных в Российской Федерации сортов ячменя к шведской мухе. …… 51
Тырышкин Л. Г., Гашимов М. Э., Петрова Н. С., Звейнек И. А., Ковалева О. Н., Чернов В. Е. Эффективная устойчивость ячменя к листовым грибным болезням (карликовая ржавчина, мучнистая роса, темно-бурая листовая пятнистость). …… 57
Гаврилова О. П., Гагкаева Т. Ю., Вагин А. В., Каморина И. Н. Зараженность зерна сортов ячменя фузариевыми грибами. …….. 61
Шешегова Т. К., Градобоева Т. П., Баталова Г. А., Щенникова И. Н. Источники устойчивости овса и ячменя к болезням и их использование в селекции в НИИСХ Северо-Востока. ……. 64
Прядун Ю. П. Формирование белка в зерне коллекционных образцов ярового ячменя в условиях северной лесостепи Челябинской области. ……. 69
Абугалиева А. И., Жумаханова А. Ж., Ажгалиев Т. Б. Содержание клетчатки в определении питательной ценности сортов овса. …….. 73
Абугалиева А. И. Твердозерность ячменя и качество генотипов конечного типа использования. …… 77
Савин Т. В., Абугалиева А. И., Чакмак И., Савин Э. В. Характеристика сортовых ресурсов ячменя по содержанию Fe в зерне. …….. 81
Гончарова Э. А., Почепня Н. В., Ситников М. Н. Физиолого-генетическая эффективность использования азота злаковыми культурами при формировании продуктивности растений. …… 86
Кузнецова О. И., Шумлянская Н. В. (Почепня), Щедрина З. А., Гончарова Э. А. Почвенные условия и физиолого-селекционная значимость различных генотипов злаковых в погодно-климатической зоне северо-запада РФ. …… 92
Кошкин В. А., Лоскутов И. Г., Матвиенко И. И., Смирнова Л. О. Фотопериодическая чувствительность образцов овса различного географического происхождения. ……..... 96

Лисицын Е. М. Генотипическое разнообразие реакции фотосинтетического аппарата овса на эдафический стресс. ……. 100
Шихова Л. Н., Лисицын Е. М. Вариабильность адаптивных реакций пигментного комплекса листьев овса и ячменя на воздействие ионов тяжелых металлов. ……. 104
Кротова Н. В., Баталова Г. А. Влияние почвенной кислотности на содержание пигментов и элементы продуктивности ярового овса. …… 109
Косарева И.А., Мельникова С.В., Лоскутов И. Г. Алюмоустойчивость сортов овса отечественной селекции. ……... 114
Яковлева О. В. Методы изучения генетического разнообразия ячменя на алюмоустойчивость. …….. 117
Пендинен Г. И.,Шольц М., Шрадер О., Хабекус А. Использование ячменя луковичного H*ordeum bulbosum* L. для расширения генетического разнообразия H*ordeum vulgare* L. ……. 123
Башабаева Б. М., Исмагул А. Ж., Абугалиева А. И. Метод гомозиготизации материала в культуре изолированных микроспор ячменя. …… 127

Использование генетических ресурсов ячменя и овса в селекции для обеспечения продовольственной безопасности

Баталова Г. А. Зернофуражные культуры России. ……... 131
Новикова Л. Ю. Анализ тенденций изменений хозяйственно ценных признаков стандартных сортов овса и ячменя в 1980 – 2011 гг. ……. 136
Щенникова И. Н. Использование генетических ресурсов коллекции ВИР в селекции ячменя на северо-востоке Европейской части России. …….. 143
Русакова И. И Изучение процента пленчатых зерен у голозерных сортообразцов овса. 146
Иванова Н. В., Радюкевич Т. Н., Анисимова А. В. Источники хозяйственно биологических признаков ячменя для селекционной работы на северо- западе РФ. …… 150
Темирбекова С. К., Куликов И. М., Мотылева С. М., Мертвищева М. Е., Имамкулова З. А. Исходной материал для селекции овса в условиях московской области. 155
Кунилова А. В. Комбинационная способность коллекционных образцов голозерного ячменя. …… 161
Чернов В. Е, Жариков К. А., Апчелимов А. А., Майоров П. Л. Неразрушающие методы контроля качества и структуры зерна ячменя применительно к задачам селекции. 163
Абугалиева С. И., Середа Г. А., Чудинов В. А., Сариев Б. С., Туруспеков Е. К. Анализ хозяйственно ценных признаков мировой коллекции овса, выращенных в трех различных регионах Казахстана. …… 168
Тажибаева Т. Л., Абугалиева А. И. Общая адаптационная способность ячменя. …… 174
Матыс И. С. Изучение коллекций ячменя и овса в Беларуси. ……. 179
Гончаров С. В. Развитие отечественного рынка сортов ярового ячменя. …….. 183
Гончаров С. В., Мордовин А. Н. Развитие отечественного рынка сортов ярового ячменя. 188
Кабашов А. Д., Мамедов Р. З. Новые сорта овса селекции Московского НИИСХ «Немчиновка». …… 193
Батакова О. Б. Новые сорта ячменя ярового для северо-западного региона России. .. 194
Ершова Л. А., Голова Т. Г. Роль генофонда вир в создании сортов для юго-востока ЦЧП. …… 199
Столетова З. К., Захаров В. Г., Мишенькина О. Г. Селекция высокоурожайных, адаптивных сортов овса в Ульяновском НИИСХ. ……. 202
Титаренко А. В., Титаренко Л. П., Коробова Н. А., Козлов А. А. Экологическое сортоиспытание ярового ячменя в условиях приазовской зоны Ростовской области. ... 205
Кузнецова Т. Е., Серкин Н. В., Левштанов С. А., Веретельникова Н. А. Комбинационная селекция озимого ячменя в Краснодарском НИИСХ. …… 208
Кузенко М. В., Гудкова Г. Н. История и успехи селекции зимующего овса в Адыгее. . 214

Комарова Г. Н., Сорокина А. В. Изучение исходного материала овса в таежной зоне Западной Сибири. …….. 218
Борадулина В. А., Дейнес Н. В., Голованова И. В. Изучение коллекционных образцов овса в условиях Алтайского края. ……. 223
Цыганков И. Г., Цыганков В. И., Сариев Б. С., Шанинов Т. С., Цыганкова М. Ю. Генресурсы и селекция ярового ячменя в сухостепной зоне западного Казахстана. ……. 227
Буняк А. И. Селекция овса на Носовской селекционно-опытной станции. …… 236
Кирдогло Е. К. , Полищук С. С. , Червонис М. В. Методология и результаты селекции ячменя пищевого использования. …….. 240
Полищук С. С., Кирдогло Е. К., Червонис М. В. Создание исходного материала для селекции сортов голозерного ячменя пищевого использования. ……... 253
Чудинов В. А., Абугалиева А. И., Звейнек И. А., **Бердагулов М.** Результаты изучения коллекции ярового ячменя в условиях Карабалыкской СХОС. ……. 258
Сариев Б. С., Жундибаев К. К., Абугалиева А. И. Селекция овса в Казахстане на продуктивность и качество зерна. …… 262
Иванова Г. Н. Изучение коллекции ярового ячменя и овса ВИР на севере Казахстана. . 264
Гаврилюк И. П., Губарева Н. К., Перчук И. Н., Алпатьева Н. В., Мартыненко Н. М., Лоскутов И. Г., Красильников В. Н. Овёс в безглютеновом питании. …… 269
Вологжанина Е. Н., Баталова Г. А. Влияние нормы высева и сроков уборки на долговечность семян голозёрного овса. …… 270
Никишков А. В. Продуктивность зерносмесей в зависимости от компонентов и сроков уборки на зерносенаж. …… 274
Новиков М. Н., Тысленко А. М., Баринов В. Н. Продуктивность и качество овса в смешанных посевах с люпином. ……... 277
Леонтьев И. П. Государственное испытание сортов ячменя, овса и опыт внедрения новых сортов в сельскохозяйственное производство республики Башкортостан. ……. 281
Ковалева О. Н., Иванова Н.Н. Новый исходный материал для селекции ячменя на Северо-Западе России. ……... 284
Ионов Э. Ф., Мережко А. Ф., Тимербекова С. К., Ионова Н. Э. Характеристика новой крупяной культуры - голозерной полбы, сорт Греммэ. …….. 287
Сайнакова А. Б. Распространение снежной плесени на посевах озимой ржи. …….. 288

CONTENT

Modern technology in evaluation of genetic diversity of barley and oats

Afanasenko O. S.. Current status of researches on genetics of barley diseases resistance. . 3
Zlotina M. M., Kiseleva A. A., Kovaleva O. N., Loskutov I. G., Potokina E. K. Allelic diversity of genes, determining adaptive potential of barley varieties cultivated in Russia. 9
.
Shymkevich A. M., Lukhanina N. V., Davydenko O.G. The identification of barley varieties grown in Belarus by the SSRr analysis. 15
……..
Lukhanina N. V., Shymkevich A. M., Zoubkovich A. A., Davydenko O. G. Genotyping of sd3/sd2h β -amylase alleles in barley landraces. ……. 17
Shabala S., Wu H., Shabala L., Zhou M. Functional genomics of salinity stress tolerance in barley assessed by the MIFE™ technology…….. 20
Alpatieva N. V., Zhuk M. A., Kovaleva O. N., Chukhina I. G., Anisimova I. N. Molecular-genetic variability of barley landraces in Altay region. …… 26
Abdullaev R. A., , Alpatieva N. A. , Zveinek I. A., Radchenko E. E. Mutation e*am8* in barley accession k-14891 from Dagestan. 33
…….
Ostapenko A. V., Tobolova G. V. Studies of avenin polymorphism of oats varieties (*Avena sativa* l.) under condition of Tyumen region. ……. 38
Loskutov I. G., Blinova E. V. Genetic resources of oats for perspective breeding directions. 42
Radchenko E. E., Kuznetsova T. L., Abdullaev R. A., Chumakov M. A., Zveinek I. A., Kovaleva O. N. Greenbug resistance in barley accessions. …… 46
Semenova A. G., Kovaleva O. N., Orlov S. Yu., Yudin I. O. Monitoring of frit fly resistance in commercial barley varieties of Russian Federation. …… 51
Tyryshkin L. G., Gashimov M. E., Petrova N. S., Zveinek I. A., Kovaleva O. N., Chernov V. E. Effective barley resistance to foliar fungal diseases (leaf rust, powdery mildew, dark-brown leaf spot blotch). ……. 57
Gavrilova O. P., Gagkaeva T. Yu., Vagin A. V., Kamorina I. N. *Fusarim* damaged of kernels of barley cultivars. …… 61
Sheshegova T. K., T. P. Gradoboeva T. K., Batalova G. A., Shennikova I. N. Sources of resistance of oat and barley to diseases and their using in breeding by North-East Institute of Agriculture. …… 64
Pryadun U. P. Formation of protein in grain of collection samples spring barley under northern forest-steppe Chelyabinsk Region. ……. 69
Abugalieva A. I., Zhumahanova A. Zh, Azhgaliev T. B. Content of cellulose in indentification of nutrition value oat cultivars. …….. 73
Abugalieva A. I. Hardyness of grain and quality barley genotypes and type of use. ……. 77
Savin T. V., Abugalieva A. I., Cakmak I., Savin E. V. Barley varieties resources on the Fe content in the grain characterization. …… 81
Goncharova E. A., Pochepnya N. V., Sitnikov M. N. Phisiologo-genetic effectiveness of nitrogen using by cereals for formated grain proiductivity. …….. 86
Kuznetsova O. I., Shumlyanskaya N. V. (Pochepnya), Shedrina Z. A., Goncharova E. A. Soil condition and phisiological importance different genotypes cereals under condition of North West zone of Russia. …… 92
Koshkin V. A., Loskutov I. G., Matvienko I. I, Smirnova, L. O. Photoperiodic sensitivity of oats samples of different geographical origin. …… 96
Lisitsyn E. M. Genotypic diversity of reaction of photosyntetic apparatus of oats on edaphic stress. …… 100

Shikhova L. N., Lisitsyn E. M. Variability of adaptive reactions of pigmentary complex of leaves of oats and barley on action of ions of heavy metals. …… 104
Krotova N. V., Batalova G. A. Influence of soil acidity on pigment content and productivity elements of spring oats. …… 109
Kosareva I. A., Melnikova S. V., Loskutov I. G. Aluminium tolerance in Russian breeding oat varieties. …… 114
Yakovleva O. V. Methods of study on genetic diversity of barley aluminium tolerance. ... 117
Pendinen G. I., Scholz M., Schrader O., Habekuß A. Using of bulbous barley *Hordeum bulbosum* L. for widening of genetic diversity of *Hordeum vulgare* L. ……. 123
Bashabaeva B. M., Ismagul A. Zh., Abugalieva A. I Method of gomozigotized material in tissue culture of barley. ……. 127

The use of genetic resources of barley and oats in breeding for food security

Batalova G. A. Grain-forage crops of Russia. …….. 131
Novikova L. Yu., Loskutov I. G., Kovaleva O. N. Trend analysis of value agronomic traits of standards oat and barley varieties. ……... 136
Schennikova I. N. Use of genetic resources of VIR's collection in barley breeding at north-east European Russia. …….. 143
Rusakova I. I. Percentage of husked grains in naked accessions of oats. …… 146
Ivanova N. V., Radyukevich T. N., Anisimova A. V. Sources of valuable characters of barley for breeding under condition of North West Region of Russia. ……. 150
Temirbekova S. K., Kulikov I. M., Motyleva S. M., Mertvischeva M. E, Imamkulova Z.A. A source material for Avena sativa L. under conditions of Moscow Region. ……. 155
Kunilova A. V. Combining ability of collection specimen of naked barley. ……... 161
Chernov V.T. , Jarinov K.A., Apchelimov A.A., Majorov P.L Investigation quality and structure of barley seeds by infrared spectroscopy and x-ray microtomography, possibility for breeding. …….. 163
Abugalieva S. I. , Sereda G. A. , Chudinov V. A. , Sariev B. S. , Turuspekov Y. K. Agronomic traits variability of world collection of oat grown in three regions of Kazakhstan. .. 168
Tazhibaeva T. L., Abugalieva A. I. General adaptability of barley. …….. 174
Matys I. S., Loskutov I. G. Study of barley and oat collections in Belarus. ……... 179
Goncharov S. V. European seed market of winter barley. ……... 183
Goncharov S. V., Mordovin A.N. Development of national sping barley market. …… 188
Kabashov A. D., Mamedov R. Z. New oat cultivars by Moscow Institute of agriculture «Nemchinovka». …… 193
Batakova O. B. New spring barley varieties to the north-west region of Russia. …….. 194
Ershova L. A., Golova T. G. Role of VIR genofund in creation of cultivars of spring barley for south-east region of Russia. ……... 199
Stoletova Z. K., Zakharov V. G., Mishenkina O. G. Breeding of productive and adaptive cultivars of oat in Ulyanovsk Institute of agriculture. …… 202
Titarenko A. V., Titarenko L. P., Korobova N. A., Kozlov A. A. Ecological evaluation of cultivars of spring barley under condition of near Azov territory of Rostov Region. ….. 205
Kuznetsova T. E., Serkin N. V., Levshtanov S. A., Veretelnikova N. A. Combining ability breeding of winter barley in Krasnodar Institute of agriculture. …… 208
Kuzenko M. V., Gudkova G. N. History and progress of breeding winter oat in Adygeya. 214
Komarova G. N., Sorokina A. W. The study of the source material oats in taiga zone of Western Siberia. …… 218
Boradulina V.A., Deynes N.V., Golovanova I.V. Studying of oat accessions in conditions of Altai territory. ……... 223
Tsygankov I. G., TsygankovV. I., Sariev B. S., Shaninov T. S., Tsygankova M. Yu. Gene resources and spring barley breeding in the dry steppe zone of Western Kazakhstan. 227

Bunyak A.I. Oat breeding at Nosivskaya plant-breeding station. …… 236
Kyrdoglo E. K. , Polyshchuk S. S. , Chervonis M. V. Methodology and results of breeding barley for food end-use. …….. 240
Polyshchuk S. S. , Kyrdoglo E. K. , Chervonis M. V. Development of initial material for breeding of cultivars naked barley for human consumption. ……... 253
Chudinov B., Abugalieva A.,. Zveynek I, Berdagulov M. Results of the spring barley collection studying on Karabalyk station. ……. 258
Sariev B. S., Zhundibaev K. K., Abugalieva A. I. Oats breeding on productivity and grain quality in Kazakhstan. ……. 262
Ivanova G. N. The study of VIR collection of spring barley and oats in northern Kazakhstan. 264
Gavrilyuk I. P., Gubareva N. K., Perchuk I. N., Alpatyeva N. V., Martynenko N. M., Loskutov I. G., Krasilnikov V.N. The oat for gluten-free food. …… 269
Vologzhanina E.N., Batalova G. A. Influence of seeding rate and harvest dates on storade longevity of seeds of naked oat. ……... 270
Nikishkov A. V. Productivity grain mixtures depending on the component and schedule for cleaning zernosenazh. ……. 274
Novikov M. N., Tyslenko A. M., Barinov V. N. Productivity and quality of oat in mixted fields with lupins. …… 277
Leontev I. P. State testing of barley cultivars and experience of new cultivars application to agriculture production in Bashkiria. ……. 281
Kovaleva O. N., Ivanova N. N. New barley genetic resources for breeding at Northern - West Russia. …….. 284
Ionov E. F., Merezhko A. F., Timerbekova S. K., Ionova N. E. Characterization of new cereal crops – naked spelt, variety «GREMME». …… 287
Saynakova A. B Distribution snow mold on winter rye. ……. 288

Научное издание

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 171**

В авторской редакции
Технический редактор *В.Г. Лейтан*
Компьютерная верстка *И.А. Звейнек*

Подписано в печать 17.06.2013 г. Формат бумаги 70×100 $^{1}/_{16}$
Бумага офсетная. Печать офсетная
Печ. л. 18,25 Тираж 400 экз. Зак. 26/13

Сектор редакционно–издательской деятельности ВИР
190000, Санкт–Петербург, Большая Морская ул., 44

ООО «Р-Копи »
Санкт–Петербург, пер. Гривцова, 6^{Б}