

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н. И. ВАВИЛОВА» (ВИР)

На правах рукописи

КУРИНА

Анастасия Борисовна

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ
РЕДИСА И РЕДЬКИ (*RAPHANUS SATIVUS* L.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ
ВЫРАЩИВАНИЯ**

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Научный руководитель:
кандидат сельскохозяйственных наук
А.М. Артемьева

Санкт-Петербург – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	9
1.1. Происхождение культурных форм <i>Raphanus</i>	9
1.2. Внутривидовая классификация <i>R. sativus</i>	10
1.3. Ботанические и биологические особенности редиса и редьки	13
1.4. Биохимические особенности редиса и редьки	15
1.5. История возделывания, народнохозяйственное значение и современное состояние производства	17
1.6. Исходный материал и селекция корнеплодных растений <i>R. sativus</i>	19
1.7. Экологическая селекция: понятие адаптивной способности, экологической пластичности и стабильности	23
1.8. Устойчивость и восприимчивость растений к алюмотоксичности	25
ГЛАВА 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	28
2.1 Место и условия проведения исследований	28
2.2 Материал и методика исследований	31
2.3. Биохимическая оценка	33
2.4. Оценка алюмоустойчивости	34
2.5 Статистический анализ	35
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	40
3.1 Фенологические и морфологические особенности редиса и редьки	40
3.1.1. Вегетативный период <i>R. sativus</i>	40
3.1.2. Фотопериодическая реакция <i>R. sativus</i>	44
3.1.3 Морфологические особенности листового аппарата и корнеплода <i>R. sativus</i>	47
3.1.3.1 Морфологические особенности листового аппарата и корнеплода редиса	47
3.1.3.2. Морфологические особенности листового аппарата и корнеплода редьки	52
3.1.4. Фенотипическая изменчивость количественных признаков <i>R. sativus</i>	57
3.1.4.1 Изменчивость фенологических и морфологических признаков редиса	57
3.1.4.2. Изменчивость фенологических и морфологических признаков редьки	64
3.2. Урожайность и параметры экологической пластичности и адаптивности <i>R. sativus</i>	77
3.2.1 Урожайность и параметры экологической пластичности и адаптивности редиса.....	77
3.2.2 Урожайность и параметры экологической пластичности и адаптивности редьки.....	86
3.3. Комплексная биохимическая характеристика культур <i>R. sativus</i>	92
3.3.1 Содержание сухих веществ в корнеплодах.....	92
3.3.2 Углеводный состав корнеплодов.....	93
3.3.3 Содержание органических кислот в корнеплодах.....	96
3.3.4 Аминокислотный состав корнеплодов.....	99

3.3.5 Содержание фенольных соединений в корнеплодах.....	100
3.3.6 Содержание свободных жирных кислот и алканов в корнеплодах.....	102
3.3.7 Содержание спиртов и фитостеролов в корнеплодах.....	105
3.3.8 Химический состав листьев редиса.....	106
3.3.9 Изменчивость компонентов химического состава корнеплодов редиса в условиях защищенного и открытого грунта.....	108
3.4. Сопряженность количественных признаков <i>R. sativus</i> , взаимосвязь и направленность их изменчивости.....	113
3.4.1 Сопряженность количественных признаков редиса, взаимосвязь и направленность их изменчивости.....	114
3.4.2 Сопряженность количественных признаков редьки, взаимосвязь и направленность их изменчивости.....	120
3.5. Алюмоустойчивость культур <i>R. sativus</i>	128
3.6. Комплексная характеристика сортоформ и источники ценных признаков <i>R. sativus</i> для селекции.....	137
Заключение.....	149
Рекомендации для производства и селекционной практики.....	149
Литература.....	152
Приложения	176

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы и степень ее разработанности. Редис и редька (*Raphanus sativus* L.) – экономически важные корнеплодные культуры, принадлежащие к семейству *Brassicaceae*. Они являются неотъемлемой составляющей рационального питания человека; в пищу используется корнеплод, молодые стручки и проростки, а также листья. Корнеплоды содержат различные химические вещества, такие как фенолы, витамины, минералы и глюкозинолаты, которые важны для здоровья человека (Gutiérrez et al., 2004; Ramirez et al., 2020). Благодаря этим ингредиентам редис и редька используются в качестве средства при лечении диабета, некоторых видов рака, сердечно-сосудистых заболеваний, болезней печени и дыхательных путей (Ghosh et al., 2007; Wang et al., 2008; Wallace, 2011; Yi et al., 2015; Barba et al., 2016; Banihani, 2017; Luo et al., 2018; Manivannan et al., 2019).

На 2021 год в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, включено 268 образцов редиса, из которых сортов 81% и гибридов 19% и 97 образцов редьки (87 и 13% сортов и гибридов, соответственно), из них дайкона – 38 (73,7 и 26,3%), редьки китайской (лоба) – 27 (92,6 и 7,4%), редьки европейской – 32 (96,9 и 3,1%). Основная часть сортов редьки и редиса (около 95%) отечественной селекции, в то время как доля отечественных гибридов – 40,6%. Все разнообразие редиса в Госсортреестре представлено преимущественно красными овально-округлыми (65,7%), розово-красными с белым кончиком овальными (10,2%) и цилиндрическими (9,7%) сортами. Сортовое разнообразие редьки представлено более широко – практически всеми ботаническими разновидностями, но малым количеством сортов каждого сортотипа. В основном все сорта и гибриды редиса и редьки в Государственном реестре селекционных достижений рекомендованы для выращивания на садово-огородных участках (98,6%), для промышленного выращивания в защищенном грунте рекомендовано лишь 5 сортов редиса (1,4%).

Выращиванием редиса и редьки в России в основном занимаются садоводы-любители, небольшие частные хозяйства и в незначительной степени крупные сельскохозяйственные предприятия. Они нуждаются в экономически выгодных отечественных сортах и гибридах: разнообразных по фенологическим, морфологическим, биохимическим, иммунологическим, хозяйственным признакам, высокотоварных, пригодных для современных механизированных технологий, в том числе в защищенном грунте и в искусственных высокотехнологичных условиях выращивания, переработки и хранения. Районированные сорта и гибриды не в полной мере соответствуют этим требованиям, несмотря на достаточно большое число в Госреестре РФ.

Для решения данных задач необходимо планомерное широкое изучение исторического и современного генофонда *R. sativus* и создание нового исходного материала для селекции (Бохан, 2014, 2015; Федорова и др., 2017). Следует также отметить, что вопросы оценки исходного материала и выявления источников хозяйственно-ценных признаков для селекции растений *R. sativus* разработаны недостаточно. Плохо изучена физиологическая реакция образцов различных сортотипов на условия выращивания, биохимические особенности,

пределы изменчивости признаков селекционного интереса, экологическая пластичность, адаптационные возможности, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам.

Материал для таких исследований предоставляет мировая коллекция растений *R. sativus* Российской Федерации, хранящаяся в ВИР. Коллекция редиса и редьки ВИР начала формироваться в 1928 году при непосредственном участии Н.И. Вавилова, пополнением и изучением коллекции занимались Е.Н. Синская, Л.В. Сазонова, В.Т. Красочкин, М.А. Шебалина. В настоящее время коллекция насчитывает 2639 образцов, поступивших из 75 стран мира, из них в постоянном каталоге коллекции ВИР находится 1506 образцов: редиса – 930 образцов, редьки – 576. Ежегодно коллекция пополняется многочисленными образцами новейшей селекции, прежде всего из Китая, Японии, Нидерландов, России, а также образцами, собранными в ходе экспедиционных сборов в Средней Азии и Закавказье. Новые образцы имеют различный статус: местные популяции, селекционные сорта, линии и гибриды F₁.

По данным Европейского поискового каталога генетических ресурсов (EURISCO) на 2021 год коллекция *R. sativus* в европейских генных банках насчитывает 3513 образцов, наиболее крупные коллекции находятся в генном банке Великобритании (WARGRU Warwick) – 1350 образцов, Германии (IPK-Gatersleben) – 661 образец и Нидерландов (CGN-Wageningen) – 308. В генном банке Японии (NARO Genebank) коллекция насчитывает 441 образец, США (U.S. National Plant Germplasm System) – 687, Индии – 300. Самая большая зарубежная коллекция *Raphanus* хранится в Национальном генном банке овощных культур при Институте овощных и цветочных культур в Китае – более 2600 образцов, которая представлена местными формами, сортопопуляциями и гибридами F₁.

Исходя из выше сказанного, изучение и оценка разнообразия растений *R. sativus* крупнейшей мировой коллекции ВИР является актуальными.

Цель исследования: изучить мировое разнообразие редиса и редьки *Raphanus sativus* L. коллекции ВИР и исследовать изменчивость фенологических, морфологических, биохимических, физиологических признаков растений в связи с особенностями их происхождения и условиями среды.

Задачи:

1. Изучить морфологические, фенологические и хозяйственно ценные признаки мировой коллекции редиса и редьки при различных условиях выращивания в открытом и защищенном грунте;
2. Исследовать особенности формирования урожая и параметры экологической пластичности и адаптивности *R. sativus*;
3. Провести комплексный биохимический анализ корнеплодов и листовой массы разнообразия редиса и редьки;
4. Определить закономерности изменчивости и корреляционных связей комплекса количественных признаков редиса и редьки;
5. Провести лабораторную экспресс-диагностику алюмоустойчивости коллекции и установить амплитуду стрессоустойчивости различных групп сортов;

6. Выделить перспективный исходный материал для селекции редиса и редьки по хозяйственно-ценным признакам для различных условий выращивания; создать универсальный ультраскороспелый сорт редиса.

Научная новизна.

Впервые проведено широкое комплексное изучение фенологических, морфологических, биохимических, физиологических и хозяйственно ценных признаков репрезентативного генетического разнообразия культур *Raphanus sativus* коллекции ВИР в различных условиях выращивания Ленинградской области и дано научное обоснование особенностей роста и развития растений редиса и редьки в зависимости от агроклиматических параметров среды.

Впервые определены характеристики (экологической) адаптивности различных по ботанической и агробιологической принадлежности образцов редиса и редьки в условиях данного региона. Установлены относительно стабильные и высоко варьирующие количественные признаки *R. sativus*.

Получены обширные новые данные о химическом составе корнеплодов и листьев сортотипов редиса и редьки, с помощью метаболомного профилирования впервые у культур вида идентифицирован широкий спектр вторичных метаболитов (до 140), важных с точки зрения функционального питания человека.

Разработана модификация метода экспресс-оценки алюмоустойчивости *R. sativus*. Впервые изучены образцы редиса и редьки по признаку алюмотолерантности, идентифицированы контрастные образцы по устойчивости к алюминию.

Теоретическая и практическая значимость.

Определены закономерности фенотипической изменчивости всех разновидностей и большинства сортотипов культур *Raphanus sativus* в контрастных условиях выращивания, установлены пределы варьирования морфологических, фенологических и биохимических признаков селекционного интереса для каждой группы сортов. Среди установленных вторичных метаболитов определены органические кислоты, свободные аминокислоты, свободные жирные кислоты, многоатомные спирты, фенолсодержащие соединения, алканы. Модифицирован метод экспресс-оценки алюмоустойчивости для массового скрининга коллекционного и селекционного материала *R. sativus*, выделены образцы – возможные носители ценных аллелей генов.

Выделены источники ценных признаков культур *R. sativus* для селекции на скороспелость, продуктивность, высокое качество корнеплода и устойчивость к раннему стеблеванию и для непосредственного использования в овощеводстве: образцы редиса для выращивания в открытом грунте, зимней и весенней теплицах Ленинградской области, а также в условиях интенсивной светокультуры; редьки – для выращивания при двух сроках посева, в том числе при весеннем посеве в провоцирующих стеблевание условиях длинного дня. Создан ультраскороспелый сорт редиса Викуся.

Методология и методы исследования. Детальное описание использованного коллекционного материала, оценки фенологических, морфологических и хозяйственно ценных

признаков, методы биохимического и физиологического анализа, статистическая обработка данных приводится в Главе 2 диссертации и автореферата.

Основные положения, выносимые на защиту.

- Комплексная оценка мирового генофонда *R. sativus* различного ботанического, агроэкологического и географического происхождения по фенотипическим, биохимическим признакам и устойчивости к абиотическим стрессорам позволила определить закономерности изменчивости и сопряженности признаков и выделить источники хозяйственно ценных признаков для селекции в различных условиях выращивания Ленинградской области.

- Детальный биохимический, в том числе метаболомный, анализ позволил выделить разновидности, сортоотипы и образцы редиса и редьки для функционального питания человека.

- Модифицированный метод экспресс-диагностики исходного материала редиса и редьки на устойчивость к алюминию.

Апробация результатов работы.

Результаты исследований по диссертации были представлены на:

- Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение развития с.-х. и снижение технологических рисков в продовольственной сфере» (26-28 января, 2017, СПбГАУ, СПб);

- Международной научно-практической конференции «Методология селекции и семеноводства овощных корнеплодных растений» (23-24 августа, 2017, ВНИИССОК, Москва);

- Международной научной конференции, посвященной 85-летию Агрофизического НИИ «Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего» (27-29 сентября, 2017, АФИ, СПб);

- Международной научно-практической конференции «Наука и образование как основа устойчивого развития агропромышленного комплекса» (25-28 января 2018 СПбГАУ, СПб);

- Молодежной конференции «Ломоносов 2018» (9-13 апреля, 2018, Москва, МГУ);

- IV (XII) Международной ботанической конференции молодых учёных (22-28 апреля, 2018, БИН РАН, СПб);

- X Международном Симпозиуме «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты» (14-19 мая 2018 г., Москва, Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева);

- Brassica 2018, 21st Crucifer Genetics Conference (July 1-4, Saint-Malo, France);

- Международной конференции «Состояние и перспективы селекционных исследований культур семейства Brassicaceae в современных условиях» (9-12 сентября 2019 года Санкт-Петербург, ВИР);

- Международной конференции «125 лет прикладной ботаники в России» (Санкт-Петербург, 25–28 ноября 2019 г, ВИР).

Личный вклад автора. Постановка проблемы, целей и задач исследований, экспериментальные работы, обработка, анализ и обобщение полученных результатов на 90% выполнены автором.

Публикации.

По материалам диссертации опубликовано 19 печатных работ, их них 7 – в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 3 каталога ВИР и Патент на сорт редиса Викуся.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 238 страницах компьютерного текста, содержит 42 таблицы и 30 рисунков. Состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов, экспериментальной части, заключения, рекомендаций для производства и селекционной практики, списка использованной литературы и 16 приложений. Список литературы содержит 342 источника, из них – 150 на иностранных языках.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Происхождение культурных форм *Raphanus*

Род редька *Raphanus* L. – относится к семейству Brassicaceae Burnett (Капустные). В пределах рода наблюдается большое разнообразие по признакам вегетативных и генеративных частей растений. Ареал рода приурочен к области древнего Средиземноморья. Западную часть ареала занимают *R. maritimus* Smith, *R. microcarpus* Lange, *R. landra* Moq. ex DC, центральную – *R. pugioniformis* Boiss., *R. rostratus* DC. и крайневосточную – *R. raphanistroides* (Makino) Sinsk. Возделываемые виды культивируются в очагах древнейших цивилизаций: *R. sativus* L. – в Средиземноморье, Китае и Японии, *R. indicus* Sinsk. и *R. caudatus* L. – в Индии и Индонезии (Yamagishi, 2017; Kobayashi et al., 2020). Редька посевная (*R. sativus*) в диком виде не встречается, родина растения неизвестна; предположительно – Азия. Согласно большинству мнений, *R. sativus* произошел от дикой редьки *R. raphanistrum* L. или путем гибридизации между *R. maritimus* и *R. landra* (Lewis-Jones et al., 1982; Kaneko et al., 2007). Е.Н. Синская (1928, 1969) считала, что прямые дикорастущие предки культурных форм этого рода вымерли. По учению Н.И. Вавилова (1926, 1935, 1960, 1965) о центрах происхождения культурных растений, возделываемые формы редьки возникли в четырех центрах: Юго-Западноазиатском, Восточноазиатском, Средиземноморском и Южно-азиатском тропическом, в соответствии с развитием древних земледельческих цивилизаций.

Благодаря кариологическим исследованиям установлено, что род *Raphanus* эволюционировал на диплоидном уровне (Болховских и др., 1969). Виды *Raphanus* претерпели тетраплоидизацию (α и β) подобно *Arabidopsis thaliana*, *Brassica oleracea* и *B. rapa*, а также трипликацию всего генома, как и капуста огородная *B. oleracea* и репа *B. rapa* после их расхождения с *A. thaliana* (Bowers et al., 2003; Moghe et al., 2014). Кроме того, вместе с видами рода *Brassica*, виды *Raphanus* самонесовместимы и аллогамны, что приводит к высокогетерозиготному геному (Nishio, Sakamoto, 2017).

Растениям *R. sativus* свойственно явление дихогамии (протерогиния), что благоприятствовало гибридизации, следовательно – рекомбиногенезу, интрогрессии и панмиксии. В филогенезе вида большое значение имели генетические процессы: рекомбинации, мутации на хромосомном уровне, экспрессия неактивных генов и изменение частот аллелей, контролирующих признаки и обуславливающих фенотип растения, которые происходили при естественном и искусственном отборе в различных эколого-географических условиях (Бунин, Есикава, 1993). Большое внутривидовое разнообразие форм вида *R. sativus* при диплоидном уровне развития объясняется спонтанными генными и наследуемыми соматическими мутациями. Искусственный отбор при улучшенных эдафических условиях закреплял в потомстве более интересные для человека мутантные формы. Естественный отбор под влиянием климатических и географических факторов способствовал возникновению геоэкотипов. Под влиянием генетико-экологических факторов в культуре *Raphanus* возникли растения, ранее неизвестные в дикой природе и адаптированные к различным условиям среды

(Campbell et al., 2009). Первоначально появились культурные формы с длинным корнеплодом, позднее в XVIII-XIX веках были отобраны мутантные формы с коническим, цилиндрическим, эллиптическим и плоскоокруглым корнеплодом.

Для *R. sativus* характерно наличие карликовых мутантных форм – редиса. Искусственный отбор проводился по признаку карликовости растений вегетативного периода онтогенеза, растения репродуктивного периода практически не отличаются по структуре и размерам от редьки. Гены карликовости европейского редиса возникли в Западной Европе, а китайского редиса – в Северном Китае. На южных островах Японии возникли гены гигантизма. Возникновению генов гигантизма способствовали условия муссонных областей субтропического пояса. Процессы мутагенеза у *R. sativus* обусловлены климатическими условиями мест происхождения культурных форм.

1.2 Внутривидовая классификация *R. sativus*

Редис и редька относятся к ботаническому виду *Raphanus sativus* L., семейству Капустные – Brassicaceae Burnett (Cruciferae Juss.) (Синская, 1928; Schulz, 1936, Gómez-Campo et al., 1980).

К. Линней в 1753 впервые описал *R. sativus*, объединив в нем корнеплодную и масличную редьку. Он выделил две разновидности: var. *niger* – черная редька и var. *chinensis annuus oleiferus* – китайская однолетняя масличная редька. P. Miller (1768) разделил вид на четыре: *R. rotundus* Mill., *R. orbicularis* Mill., *R. niger* Mill., *R. chinensis* Mill. С.Н. Persoon (1809) первым употребил определение «*radicula*» для обозначения европейского редиса.

Классификацией вида занимались многие известные европейские исследователи. Первые описания европейских разновидностей сделали P. de Candolle (1824), L. Reichenbach (1831-1832) и F. Alefeld (1866). Японские формы изучались И. Ниясимой (1958) и С. Кумазавой (1965), китайские формы практически не учитывались в ранних классификациях.

Наиболее подробная внутривидовая классификация *R. sativus* была разработана сотрудниками ВИР: Е.Н. Синской (1928, 1931) и Л.В. Сазоновой (1971).

Е.Н. Синская (1928, 1931) подробно и всесторонне изучила происхождение, систематику и филогению вида. На основании ее классификации редис и редька получили различия на уровне подвидов: subsp. *radicula* (Pers.) Sinsk. – однолетние формы (редисы), subsp. *hybernus* (Alef.) Sinsk. – двулетние формы (редьки). По признаку окраски корнеплода она выделяла 12 разновидностей, а по форме и окраске корнеплода – 56 типов.

Мировая коллекция корнеплодных и масличных культур *R. sativus* в ВИР к 60-х гг. XX века представляла большое ботаническое и географическое разнообразие, и требовала усовершенствование классификации Е.Н. Синской. В 1971 г. в результате многолетнего сравнительного изучения коллекции Л.В. Сазонова разработала новую внутривидовую классификацию *R. sativus*, которая включала европейские, китайские и японские формы в ранге подвидов. Данная классификация в дальнейшем была уточнена Л.В. Сазоновой и А.К. Станкевич (1985) и изложена в работе Л.В. Сазоновой и Э.А. Власовой (1990). Этой

классификацией руководствуются при изучении разнообразия представителей *R. sativus* в нашей стране.

Подвид Европейский (subsp. *sativus*)

Объединяет культурные однолетние и двулетние формы, образующие корнеплод, листья лировидно-рассеченные, плоды нечленистые стручки с коротким носиком. Ареал – Европа, многие сорта интродуцированы по всему миру. Биологической особенностью является приспособленность к формированию корнеплодов в условиях длинного дня и относительно низких положительных температур. Выделяются три группы разновидностей: европейский редис, европейская летняя редька, европейская зимняя редька.

Европейский редис (convar. *radicula* (Pers.) Sazon.) представлен четырьмя разновидностями: белой, желтой, розово-красной и пестрой (красный с белым кончиком), в которых выделяют сортотипы с округлой, овальной, цилиндрической и длинной формой корнеплода. Это однолетние растения, вегетативный период 20-30 дней, репродуктивный 100-120 дней. Розетка состоит из 4-6 листьев, высота до 20 см, диаметр до 25 см, масса корнеплода 10-30 г. Корнеплоды нележкие.

Европейская летняя редька (convar. *sativus* Sazon. et Stankev.) представлена двумя разновидностями: белой и розово-красной, в которых выделяют округлые и полудлинные сортотипы. Это однолетние растения, вегетативный период которых составляет 40-60 дней, репродуктивный – 100-120 дней. Розетка состоит из 6-11 листьев, высота до 30 см, диаметр до 40 см, масса корнеплода до 200 г, лежкость 100-150 дней.

Европейская зимняя редька (convar. *hybernus* (Alef.) Sazon.) представлена четырьмя разновидностями: белой, черной, серо-пестрой и фиолетовой, включающих овально-округлые и длинные корнеплоды. Растения двулетние, вегетативный период 90-100 дней, репродуктивный – 100-120 дней. Розетка состоит из 6-11 листьев, высота до 60 см, диаметр до 80 см, масса корнеплода до 600 г. Лежкость составляет более 200 дней. Формируют корнеплоды в условиях длинного дня.

Подвид китайский (subsp. *sinensis* Sazon. et Stankev.)

Объединяет культурные растения, имеющие однолетние и двулетние формы. У масличных форм корень неутолщенный, а у корнеплодных – растения образуют корнеплод. Листья цельные, лировидные, рассеченные, раздельные или лопастные. Плоды – нечленистые или членистые стручки. Ареал – Китай, Индокитай, Дальний Восток, Средняя Азия. Биологической особенностью подвида является наличие форм, приспособленных к длинному дню при весенне-летней культуре и к короткому – при зимне-весенней культуре в муссонных районах субтропического пояса. Выделяются три группы разновидностей: китайский редис, масличная редька и китайская редька (лоба).

Китайский редис (convar. *sinensis* Sazon. et Stankev.) представлен двумя разновидностями: белой и розово-красной. Белая разновидность объединяет два сортотипа с округлой формой корнеплода с цельными или лировидными листовыми пластинками. Для розово-красной разновидности характерны округлые и удлинённые корнеплоды. Растения однолетние, вегетативный период 25-50 дней, репродуктивный – 110-120 дней. Розетка состоит

из 5-10 листьев, высота и диаметр – до 40 см, масса корнеплода – 20-200 г, лежкость – до 60 дней.

Редька масличная (convar. *oleiferus* (L.) Sazon. et Stankev.) – однолетнее травянистое растение, образующее сравнительно короткий стержневой корень и мощный прямостоячий, сильно разветвлённый стебель до 1 м в высоту. Розетка листьев состоит из 5-9 лировидных листьев, лепестки белые или фиолетовые. Это одна из наиболее холодостойких культур, переносящая заморозки до -3...-6°C. Вегетативный период составляет до 20 дней, репродуктивный – 90-100 дней. Разновидности не обособились, сортовое разнообразие невелико (Сазонова и др., 1990).

Китайская редька (лоба) (convar. *lobo* Sazon. et Stankev.) представлена пятью разновидностями: белая, зеленая, пурпурно-сердцевидная, красная и фиолетовая. По форме корнеплоды округлые и удлиненные. Растения преимущественно однолетние, продолжительность вегетативного периода 60-90 дней, репродуктивного – 119-120 дней. Розетка из 10-12 листьев, часто раскидистая. Масса корнеплода 300-500 г, в муссонных районах у некоторых сортов до 10 кг. Корнеплоды нележкие или сохраняющие товарные качества 60-200 дней.

Подвид японский (subsp. *acanthiformis* (Blanch.) (Morel) Stankev.)

Однолетние растения, формирующие корнеплод. Листья узколировидные, рассеченные на 15-20 пар боковых лопастей. Цветки крупные фиолетовые. Стручки более или менее перетянутые, при разламывании распадаются на отдельные членики. Ареал – Япония. Объединяет две группы разновидностей: позднеспелая осенне-зимняя японская редька и весенне-летняя японская редька. В пределах каждой группы разновидностей выделяют отдельные разновидности, объединяющие сортоотипы по комплексу морфологических признаков и сезону выращивания.

Дайкон осенне-зимний (convar. *acanthiformis* Sazon. et Stankev.) приспособлен к осенне-зимней культуре в муссонных районах субтропического климата. Продолжительность вегетативного периода до 200 дней. Розетка состоит из 16-40 листьев. Окраска тканей корнеплода белая. Масса корнеплода от 0,5 до 16 кг. Округлые формы относятся к сортоотипам Сакураджима и Шогоин, длинные – Хорийоо, Сироагари, Миясиге, Моммойма. В условиях длинного дня растения не формируют корнеплодов и переходят в репродуктивный период.

Дайкон весенне-летний (convar. *minovase* (Kitam.) Sazon.) – это скороспелые растения, приспособленные к формированию корнеплодов в весенне-летней культуре на северных островах Японии, сортоотипы Миновасе и Ниненго. В условиях длинного дня формируют корнеплод и рано переходят к стеблеванию. Продолжительность вегетативного периода 40-60 дней, репродуктивного – 100-120 дней. Розетка состоит из 5-20 листьев, масса корнеплода от 20 г до 1 кг и более.

Систематика рода *Raphanus* – одна из наиболее трудных и спорных. Со времен Линнея она многократно пересматривалась, и до сих пор нет общепризнанной в мире классификации этого рода (Жуковский, 1971, Warwick et al., 1997, 2009). Также подвергается ревизии

внутривидовая классификация и номенклатура *R. sativus* (Lü et al., 2008; Wang et al., 2015; Nishio et al., 2017; The Plant List, <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=raphanus>).

1.3 Ботанические и биологические особенности редиса и редьки

Растения *R. sativus* являются двулетними (зимняя редька) и однолетними (редис, летняя редька, китайский редис, лоба, дайкон, масличная редька) монокарпическими травами.

На первом-втором этапе органогенеза образуется листовая розетка и корнеплод, в дальнейшем формируются длинные стебли, соцветия, цветки, плоды и семена.

Корнеплод имеет сложное строение и состоит из эпикотилия, гипокотилия и корня. Окраска поверхности корнеплода различная: белая, желтая, бело-зеленая, зеленая, красная, розово-красная, розово-красная с белым кончиком, фиолетовая, серая или черная. Ксилемная часть корнеплода обычно не пигментирована, но иногда встречается розово-белая окраска у европейских красных сортов редиса, и существуют сорта лобы с пурпурной и фиолетовой пигментацией (Tsuru et al., 2008). Форма корнеплода изменяется от плоскоокруглой до веретеновидной. В зависимости от сортовых особенностей растения имеют различную погруженность корнеплода в почву. Листья лировидные, лировидно-лопастные, лировидно-раздельные и лировидно-рассечённые, реже цельные, край городчатый или пильчатый. Соцветие – кисть. Цветки имеют актиноморфное строение. Окраска белая, карминно-розовая, светло- или темно-фиолетовая. Пыльца фертильная, иногда самостерильная. Плод стручок, членистый или нечленистый с носиком различной длины. Семя гладкое, иногда с мелкосетчатой поверхностью, округлое или плоскоокруглое, светло-коричневые или коричневые. Масса 1000 семян 7-10 г (Белик, 1988; Бунин, 2002; Тараканов и др., 2003; Жарова, 2005; Повзун, 2009).

Редис и редька – растения длинного дня. Световой день более 14 часов ускоряет переход в репродуктивную фазу, при укороченном дне (10-12 часов) развитие растений резко замедляется, что позволяет задержать корнеплод в фазе технической спелости и увеличить его размеры (Бунин, 2002). Европейские разновидности более устойчивы к раннему стеблеванию, чем китайские (Nakamura, 1986; Kawashiro, 1988). Растения очень чувствительны к недостаточной освещенности. При слабом освещении, особенно в начальный период роста, растения сильно вытягиваются, и корнеплоды образуются медленно. Минимальная освещенность для редиса 1300–1500 лк, но при этом вегетативный период увеличивается до 35-45 и более дней. Оптимальный диапазон освещенности для редиса в защищенном грунте – 9-14 тыс. лк (Антипова, 2007). При непрерывном освещении лампами накаливания мощностью 400-500 Вт редис быстро переходит в фазу стеблевания, не образуя корнеплодов (Дроздова и др., 2004). При таком же освещении люминесцентными лампами при световом дне 14 часов редис образует нормальные корнеплоды. Недостаток освещения в теплицах приводит к накоплению нитратов в корнеплодах, снижению содержания сухого вещества и аскорбиновой кислоты (Schreiner et al, 2002; Синявина и др., 2019).

Большое значение при выращивании имеет густота стояния растений. В защищенном грунте посевы обычно менее загущенные, чем в открытом грунте. Оптимальная густота стояния редиса в открытом грунте для округлых форм – 100-120, удлиненных позднеспелых – 50-60 растений на 1 м², для редьки 15-40 растений на 1 м². В теплицах в зависимости от уровня освещенности, а также влажности и воздушного режима густоту стояния снижают на 10-30%.

Редька и редис – холодостойкие растения. Семена прорастают при температуре 3...5°C. Оптимальная температура для роста растений 18...20°C. Всходы переносят заморозки до -2...-3°C, взрослые растения – до -5...-6 °C. Процесс яровизации растений различных сортов проходит при температуре 1...10 °C в течение 15-20 дней. Длительное воздействие пониженных температур в условиях возрастающей длины светового дня приводит к переходу в генеративную фазу, без образования корнеплодов (Сазонова и др., 1990; Тараканов и др., 2003; Кочетов, Синявина, 2019). При повышенных температурах формируются дряблые, горького вкуса и плохо хранящиеся корнеплоды. Среднесуточная температура воздуха оказывает влияние на качество формируемых семян (Иванова, 2014).

На протяжении всего вегетационного периода растения требовательны к влаге. Оптимальная влажность почвы должна составлять 75-80% от полной влагоемкости. При недостатке влаги корнеплоды древеснеют, приобретают горький вкус. Также они не переносят воздушной засухи. При снижении относительной влажности воздуха до 40% рост растений приостанавливается, и качество урожая ухудшается. Чередование засухи и избыточных поливов приводит к раннему стеблеванию и растрескиванию корнеплодов (Федорченко, 2001; Сычев, Сычева, 2010, 2011).

Редис и редька хорошо растут на плодородных, среднесуглинистых почвах с глубоким обрабатываемым слоем, тяжелые, холодные почвы непригодны. Реакция среды почвенного раствора может быть слабокислой или нейтральной (Янишевская и др., 2001). Под редьку нельзя вносить свежий или полуразложившийся навоз, так как применение его хотя и усиливает рост растений, но снижает качество урожая и содержание сахаров, влияющих не только на вкус, но и на сохранность корнеплодов, а также вызывает дуплистость и загнивание сердцевины корнеплода. Редис характеризуется небольшим выносом элементов питания с единицы площади из-за короткого вегетативного периода и может вполне использовать последствие удобрений, внесенных под предшествующую культуру. Растения редьки для нормального формирования урожая корнеплодов нуждаются в достаточном обеспечении их питательными элементами в соотношении N:P:K – 4:6:6 г на 1 м² по действующему веществу. Особенностью минерального питания этих культур является повышенная потребность в калии (Беляева и др., 2002). Чрезмерное содержание в почве азота может привести к накоплению в корнеплодах нитратов (Бобренко, 2001).

Лежкость редиса зависит от температуры воздуха в хранилище, вида упаковки, способа подготовки к хранению, сорта и стадии физиологической зрелости. Молодой редис с подрезанными или полностью обрезанными листьями в пакетах из неперфорированной пленки при температуре 2°C может храниться 9-12 дней. Убыль массы овощей при этом не превышает

1-2% (Сергеев, 2009). Зимняя европейская редька характеризуется лежкостью до 12 месяцев, дайкон хранится 6-9 месяцев (Lima, 1992).

1.4 Биохимические особенности редиса и редьки

Химический состав корнеплодов редиса и редьки значительно различается. В литературе приводятся примеры зависимости концентрации химических веществ от ботанических разновидностей, сортов, условий и мест выращивания, фаз роста растений (Ермаков, 1961; Еременко и др., 1977; Бунин, 1992; Борисов, 2004).

Содержание сухого вещества колеблется у редьки от 5,7 до 13,0%, у редиса – от 4,4 до 5,3%; сырого белка – от 1,6 до 2,5% (редька) и от 0,8 до 1,3% (редис); клетчатки у редьки – 0,8-1,7% и у редиса – 0,5-1,0% (Бабичев, 1954; Ермаков, 1961; Попов и др., 2017; Штайнерт и др., 2017; Синявина и др., 2019).

Углеводы преобладают в сухом веществе корнеплодов. Содержание сахаров достигает 0,8-7,5%, они представлены главным образом моносахарами, в основном глюкозой. Количество сахарозы составляет около 0,5-1,0% у редиса и 1,2-1,4% у редьки. Также в корнеплодах редиса имеется ксилоза, а редьки – мальтоза (Луковникова, 1973; Синявина и др., 2019). Содержание пентозанов у редиса составляет около 0,6%, у редьки – 0,9% (Tsumuraya, 1988). В редисе найдены фитин и β -глицерин фосфорная кислота. Дайкон содержит до 4,0% углеводов, большая часть которых представлена фруктозой при низкой концентрации сахарозы (0,16%).

Редис и редька являются ценными источниками важнейших минеральных элементов. У них щелочеобразующие элементы преобладают над кислотообразующими. В корнеплодах редьки преобладают калий, кальций и сера, а в редисе – калий, натрий, кальций и фосфор. В корнеплодах редиса найдено 0,6 мг/100 г марганца, 0,5 мг/100 г меди, а также установлено наличие алюминия, селена, бария, лития, титана и мышьяка (Khattak, 2011). По содержанию кальция и магния редька занимает первое место среди овощных культур, а по количеству калия уступает только картофелю и брюссельской капусте (Pedrero, 2006).

В корнеплодах редьки идентифицированы гидроксикумарины, эскулетин и скополетин (Stoehr, 1975; Pérez Gutiérrez, 2004).

Азотосодержащие вещества в корнеплодах представлены белковыми и небелковыми соединениями. Содержание азотистых веществ в редьке колеблется от 1,6 до 2,5%, у редиса – 0,8-1,3%. В корнеплодах редиса отмечено высокое содержание аспарагиновой и глютаминовой кислот, аланина, фенилаланина и триптофана. В листьях содержание этих аминокислот ниже, чем в корнеплодах (Pérez Gutiérrez, 2004; Khattak, 2011).

Из ферментов углеводного обмена в корнеплодах редьки выявлены фосфорилаза, фосфатаза, β -амилаза, обнаружены карбоксилазы пировиноградной и щавелевой кислот (Nakamura, 1951). В редисе обнаружена инвертаза и декарбоксилаза глютаминовой кислот. Корнеплоды редиса и редьки содержат активную пероксидазу, каталазу и оксидазу дегидрооксималеиновой кислоты, также характерно наличие сульфатаз.

Общее содержание липидов составляет 1,23% (Shyamala, 1987). Основными жирными кислотами липидов являются линоленовая кислота (52-55%), эруковая кислота (30-33%) и пальмитиновая кислота (20-22%) (Seiichiro, 1984; Khattak, 2011).

В корнеплодах присутствуют четыре основные органические кислоты: щавелевая, яблочная, малоновая и эритроновая кислоты. Глютаминовая кислота содержится в маринованном дайконе (20-100 мг%) (Changdai, 1984). Общее содержание аскорбиновой кислоты в корнеплодах редиса составляет 11,4-35,0 мг/100 г, редьки – 8,3-55,0 мг/100 г. В корнеплодах аскорбиновая кислота находится в свободном состоянии и распределена неравномерно. Количество тиамина составляет 0,4-1,8 мг/кг, рибофлавина – 0,3-0,4 мг/кг, никотиновой кислоты – 1,0-5,3 мг/кг, витамина К – 0,5-3,1 мкг/100 г (Мурри, 1948; Гудвин, 1950; Голубкина и др., 2010; Попов и др., 2017; Штайнерт и др., 2017; Синявина и др., 2019).

Содержание фенольных кислот в корнеплодах меньше, чем в листьях (Gouenecche et al., 2015). В редьке обнаружена кофеиновая, п-кумариновая, феруловая, гидроксикоричная, п-гидроксibenзойная, ванильная, салициловая и гентизиновая кислоты (Stoechr, 1975; Li et al., 2018; Manivannan et al., 2019). У редьки отмечается высокое содержание флавоноидов, таких как кверцетин, кемпферол, мирицетин, апигенин и лютеолин (Lugasi, 2000). Для корнеплодов редиса и редьки характерны следующие антоцианы: цианидин, пеонидин (Matera et al., 2012) и пеларгонидин (Otsuki et al., 2002).

Помимо прочего, обнаружено, что редис и редька содержат уникальные биоактивные соединения, которые, как недавно было признано, обладают потенциальной пользой для здоровья человека. Основными биологически активными соединениями, которые были количественно определены в редьке, являются глюкозинолаты и продукты их распада (изотиоцианаты) (глюкорафанин, 4-гидроксиглюкобрассицин, глюкоэруцин, глюкорафазатин, глюкобрассицин, 4-метиоксиглюкобрассицин и неоглюкобрассицин, индол-3-сульфобрассицинофоропотиоциан и др.) (Ishida et al., 2015; Kim et al., 2015; Baenas et al., 2016; Ramirez et al., 2020). Состав глюкозинолатов и продуктов их распада хорошо установлен в нескольких исследованиях (Blažević et al., 2009; Ishida et al., 2012; Kuang et al., 2013; Yi et al., 2016; Ko et al., 2017; Kang et al., 2020). Важно отметить, что изотиоцианаты являются продуктами распада в результате ферментативного гидролиза глюкозинолатов ферментом мирозиназой, присутствующим в редьке (Baenas et al., 2016; Kim et al., 2015). Содержание глюкозинолатов в корнеплодах европейского подвида редьки и редиса составляет $172,5 \pm 97,5$, лобы – $256,0 \pm 103,0$, дайкона – $347,5 \pm 203,5$ мк.моль/100г сырого вещества (Fahey, 2001).

Содержание эфирных масел у различных сортов редьки колеблется от 8,4 до 50,0 мг/100 г. В состав летучего масла редьки входит аллиловое горчичное масло, метилмеркаптан, синальбин. Количество органически связанной серы в корнеплодах редьки 57-88 мг/100 г, в редисе – 11-22 мг/100 г. По сравнению с европейской редькой лоба содержит меньше горчичных масел, поэтому ее вкус не такой горький и острый. По вкусовым качествам она схожа с редисом. Корнеплоды дайкона меньше накапливают серосодержащих веществ, что позволяет использовать их в сыром, маринованном, соленом, сушеном и вареном виде.

Полезные свойства различных форм редьки сходны, но есть и отличия, обусловленные наличием и количеством горчичных масел, содержащихся в корнеплодах. Редька-лоба и дайкон очень схожи по своему химическому составу и нежному вкусу. Черная редька более плотная и жесткая, обладает более резким, горьковатым вкусом. Концентрация активных веществ в ней выше, чем в других разновидностях, поэтому ее чаще применяют в медицине, чем в кулинарии.

1.5 История возделывания, народнохозяйственное значение и современное состояние производства

Корнеплодные растения *R. sativus* (редис, редька, дайкон, лоба) возделывают во многих странах мира.

Возделывание европейской редьки началось 4-3 тыс. до н. э. Ее выращивали в Древнем Египте и Вавилоне, затем в Древней Греции и Древнем Риме, где она была широко распространена. Позже римляне завезли редьку в Центральную Европу, где ее стали повсеместно возделывать. Одним из очагов формообразования редьки в Европе была Франция, где изначально выращивали только белую конусовидную форму и лишь в XII–XIII вв. появилась черная и красная. Предполагают, что черная форма была привезена в древности из Афганистана, Ирана или Турции, а красная – из Китая (Синская, 1931). В Восточной Азии черная редька никогда не возделывалась. По сведениям J.T. Riolle (1914) фиолетовую и маслянистую редьку привезли из Китая в 1813 г., желтую – из Египта в 1818 г., серую (пеструю) вывели во Франции в 1824 г.

В Китае редька издавна является одной из основных сельскохозяйственных культур. В настоящее время в этой стране возделывают большое разнообразие форм редьки, которое отчетливо дифференцировано на два типа в соответствии с климатическими условиями. В северной части страны выращивают лобу с зелеными и красными корнеплодами, а в южной – преимущественно с белыми цилиндрическими и округлыми корнеплодами. Существует огромное разнообразие сортов, отличающихся по качеству, крупности корнеплодов, их форме и окраске, длительности вегетативного периода, лёжкости, пригодности к переработке, что является результатом многовековой селекции.

В Японии редьку (дайкон) достоверно стали возделывать с 730 г., наибольшее распространение получила южно-китайская разновидность с белым корнеплодом. Сейчас в Японии известно более 400 сортов и гибридов, относящихся к основным семи сортотипам, которые значительно различаются по форме и степени погружения корнеплода в почву (Лебедева, 2011). Дайкон также широко возделывается и в других странах Юго-Восточной Азии – особенно в Китае, Южной Корее и Тайване. В меньшем объеме его выращивают в США, Бразилии и странах Западной Европы.

Редис был введен в культуру намного позднее редьки, его первые формы произошли от редек с продолговатым и сильно вытянутым корнеплодом. Первые сведения о культурном редисе появились в начале XVI в. в Италии. Корнеплоды были белой окраски и удлиненной формы. Современные сорта с различной формой и окраской корнеплодов возникли во второй

половине XVIII века в Италии и во Франции, затем они распространились по всей Европе и Азии, в том числе и в России (Бексеев, 1999). В течение XVIII–XX веков редьки и особенно редисы широко распространились по всему миру.

Сведения о выращивании редьки в России появились в письменных источниках в XV–XVI вв. Редька попала в Россию из стран Средиземноморья и долго была одним из основных продуктов питания. Первые сорта редиса были завезены Петром I в конце XVII века из Западной Европы. Долго время в России были распространены лишь зарубежные сорта. Созданием первых российских сортов, начиная с 70-х гг. XIX века занималась фирма Е.А. Грачева. Наиболее распространенными сортами редиса для открытого грунта в то время были Исполинский масляный, Исполинский фиолетовый, Геркулес. Для выращивания в парниках и теплицах наиболее популярными были сорта: Нет подобных, Круглый розовый белоконечный, Триумф. Из ранних сортов редек наиболее распространены были сорта Московская паровая, Эрфуртская, Пильзенская. Для хранения в зимний период использовались сорта Грайворонская и Зимняя круглая черная (Рытов, 1914).

Редис выращивают как самую скороспелую овощную корнеплодную культуру в открытом и защищенном грунте и используют в виде пучковой или обрезной продукции. Редьку выращивают для летнего и зимнего потребления. Европейская редька является культурой широкого ареала и обеспечивает высокий уровень урожайности во всех регионах России. Азиатские разновидности редьки (лоба, дайкон) наибольшее хозяйственное значение имеют в восточноазиатских странах, но также они представляют интерес для северо-западных и центральных регионов России, в качестве ценного источника витаминов, минеральных веществ в зимне-весенний период (Лудилов и др., 2009; Косенко, 2020). Урожайность этих культур зависит от сорта, погодных условий, сезона и места выращивания, от уровня применяемой агротехники.

В последние годы редис и редька привлекают большое внимание из-за их питательной и лекарственной ценности (Patil et al., 2009). Кроме того, эти культуры обладают рядом фармакологических и терапевтических свойств (Ogra et al., 2007). Редис и редька содержат важные биологически активные компоненты, такие как флавоноиды, алкалоиды, дубильные вещества и фенольные соединения (Wang et al., 2010). Редька используется для лечения различных желудочно-кишечных, желчных, печеночных, мочевых, респираторных заболеваний (Ghayur, Gilani, 2006), сердечно-сосудистых заболеваний, таких как гипертония и различные типы рака (Chung et al. 2012). Антибиотическая активность ее экстрактов подтверждается эффективностью при бактериальных болезнях. Сок корнеплодов показал противомикробную активность против *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Salmonella typhosa* (Kim et al., 2014). Спиртовой и водный экстракты проявляли активность против *Streptococcus mutans* и *Candida albicans* (Pawlik, 2017). Водные экстракты всего растения обладают активностью против *Sarcinia lutea* и *Staphylococcus epidermidis*, водный экстракт листьев обладает противовирусным действием против гриппа, водный экстракт корней - в отношении *Salmonella typhimurium* TA98 и TA100 (Caceres, 1987).

В настоящее время редька выращивается во всем мире, особенно широко в Китае, Японии и Корее. Япония ежегодно производит 3,7 млн. тонн корнеплодов дайкона, а также импортирует из других стран 0,9 млн. тонн (Шерман, 2000). В Китае редьку выращивают на площади 1,2 млн. га, занимающей 6% всей посевной площади под овощные культуры, производство в 2016 году составило 44,6 млн. тонн, что соответствовало 47% мирового урожая редьки (Nishio et al., 2017; FAOSTAT, 2019).

В России редька выращивается в основном садоводами-любителями и в некоторых товарных хозяйствах в овощных севооборотах. Данные по площадям в литературе не приводятся. В Америке, Африке и Австралии редьку выращивают круглый год, редис – преимущественно весной и употребляют в пищу в свежем виде. Зимнюю редьку в значительных объемах выращивают во Франции, Чехии, Германии и Нидерландах. В этих странах создан обширный сортимент редьки зимней, летней и редиса. Многие европейские сорта широко распространены в Америке, Африке и Австралии.

В России большая часть производства редиса сосредоточена в открытом грунте, в мелкотоварных, фермерских и лично-подсобных хозяйствах. Крупные овощеводческие тепличные комплексы используют его в качестве промежуточной или уплотняющей культуры. При этом доля товарного производства корнеплодов редиса очень мала, и эту нишу в зимне-весенний период закрывает импорт из стран Европы (Янаева, 2011). Основными зонами производства редиса в России являются: Юг (Краснодарский край, Ставропольский край, Республика Крым, Ростовская область); Средняя полоса (Центральный регион) и далее повсеместно (Косенко, 2016). По данным FAO на 2012 год в мире выращивается редис на площади 70 773 га. Основное производство расположено в Центральной Америке (более 18 тыс. га), в России редисом занято более 4 тыс. га, из них около 400 га в защищенном грунте (Самойлов, 2012; Леунов, 2017; Ветрова и др., 2020).

1.6 Исходный материал и селекция корнеплодных растений *R. sativus*

Важнейшей задачей селекции корнеплодных овощных культур является создание на основе традиционных, усовершенствованных и разработанных новых методов селекции гибридов F₁ и сортопуляций для круглогодичного потребления со стабильно высокой урожайностью, высокими потребительскими качествами, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам и улучшенным биохимическим составом, с низким содержанием поллютантов, адаптированных для промышленных технологий и пригодных для переработки (Федорова и др., 2017; Косенко и др., 2020).

Селекция редиса и редьки ведется на основе изучения в различных условиях (защищенный и открытый грунт) и отбора растений, которые в заданных условиях дают наибольший производственный эффект. Так, при создании новых сортов редиса и редьки, пригодных к механизированной уборке, следует обращать внимание на прочность листьев, компактность листовой розетки, равномерность погружения корнеплода в почву. Сорта редиса универсального использования должны иметь невысокую компактную листовую розетку,

одновременное созревание корнеплодов при пониженной освещенности, быть скороспелыми и устойчивыми к болезням, пригодными для конвейерного выращивания и новейших технологий (Даньков, 2001; Федорова и др., 2017).

Важнейшими задачами в селекции редьки являются: создание высокопродуктивных гетерозисных гибридов для длительного хранения, с высокими потребительскими качествами, устойчивых к болезням и вредителям, засухе, слабо чувствительных к накоплению нитратов, тяжелых металлов, пригодных для механизированного выращивания и уборки корнеплодов и семян. В то же время необходимо создание сортов с низким содержанием глюкозинолатов, большое содержание которых в корнеплодах сильно снижает вкусовую оценку. Для индустриальной технологии семеноводства нужна селекция семенных растений на дружность цветения и созревания семян, неосыпаемость и легкую обмолачиваемость стручков, высокую семенную продуктивность, выравненность по массе и энергии прорастания (Косенко и др., 2016). Для дайкона и лобы перспективным направлением в создании исходного материала является отбор из интродуцированных сортопопуляций и выведенных на их основе сортов: на стабильность биохимического состава, устойчивость к цветущности, киле, слизистому бактериозу и проволоочнику (Бунин, 2002).

М.И. Федоровой и В.А. Степановым (2017) были предложены направления селекционной работы с корнеплодными культурами (редис, редька, дайкон, лоба) – создание гетерозисных гибридов и сортопопуляций универсального использования с высоким качеством продукции для условий защищенного и открытого грунта. Добруцкая Е.Г. и др. (1997, 2007, 2016) считают, что также необходимо вести селекционную работу по созданию экологически пластичных форм, отзывчивых на улучшение условий внешней среды.

Методы создания исходного материала.

В селекции редиса и редьки наибольшее распространение получило выведение сортов с использованием местных и селекционных сортовых популяций и их линий, с помощью методов гибридизации и отбора (Сазонова, 1990; Косенко, 2019, 2020; Федорова и др., 2005, 2016). Отбор проводится как внутри сортовой популяции, так и при получении межлинейных гибридов у линий, относящихся к одной или различным разновидностям.

Гибридные популяции также используются в селекции *R. sativus*. Причем используются как внутривидовые гибриды (редиса европейского, китайского, редьки, лобы, дайкона), так и межродовые (капустно-редечные, капустно-редисные, редисно-репные). Первые представляют собой исходный материал для получения высокоурожайных, лежких сортов с высокой питательностью, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам, а также линий с закрепителями цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) (Сазонова и др., 1990; Бунин, 2002; Монахос, Миронов, 2010; Монахос и др., 2015, 2016; Миронов, Монахос, 2015). Межродовые гибриды не дают корнеплодов и в большинстве случаев используются в генетических исследованиях и для создания линий-закрепителей ЦМС (Карпеченко, 1922, 1927; Prakash et al. 2009; Belandres et al., 2015; Zhan et al., 2017; Lee et al., 2020; Park et al., 2020).

Современные гетерозисные гибриды редиса и редьки созданы на основе инбредных линий (Заячковская, 2005; Косенко, 2019, 2020, 2021). Есть работы, подтверждающие

эффективность использования исходного материала, созданного на основе полиплоидов (Савоськин и др., 1965; Рудь и др., 1974; Угарова, 1995). Мутагены не нашли широкого применения в создании исходного материала, так как довольно трудно различить индуцированные мутации и внутрисортной полиморфизм. Кроме того, большинство мутированных признаков контролируются рецессивными аллелями и не подходят для гибридизации, которая предусматривает объединение доминантных аллелей родительских пар. В ряде работ с мутагенами отмечалась изменчивость признаков: форма семядольных и настоящих листьев, окраска корнеплода, интенсивность стеблевания, плотность мякоти корнеплода, высота семенного куста и форма стручка (Долгих и др., 1976).

Перспективным направлением создания исходного материала является использование биотехнологических методов, в том числе получение удвоенных гаплоидов (культура микроспор, пыльников и неопыленных семяпочек *in vitro*), которые позволяют сократить время создания гомозиготных линий до одного года. Для многих овощных культур, в том числе и семейства Brassicaceae, биотехнологические методы уже успешно внедрены в селекционный процесс, однако для *R. sativus* эффективные протоколы на данный момент не разработаны. В литературе встречаются лишь единичные статьи по получению удвоенных гаплоидов дайкона (Lichter, 1989; Chun et al., 2011; Han et al., 2014, 2018; Tuncer, 2017). В настоящее время активно идет разработка эффективной технологии получения удвоенных гаплоидов редиса в культуре микроспор *in vitro* в ФГБНУ ФНЦО и получены первые ДН-линии (Козарь и др., 2018, 2020). Подобная работа ведется южнокорейскими учеными, которым удалось получить ДН-линии редьки (Park et al., 2018).

Изучение исходного материала.

Изучение местных популяций и выделение из них наиболее интересных форм является одной из задач селекционной работы с корнеплодными культурами. Наряду с этим эффективно использовать мировой ассортимент, включающий лучшие мировые стандартные сорта, и все ботаническое разнообразие.

Оценка исходного материала складывается из комплексного изучения морфологических, биохимических признаков и физиологических свойств, которые в целом формируют хозяйственную ценность образцов (Бунин, 2002). Методики изучения исходного материала корнеплодных культур разработаны ВИР (1989), Международным советом по генетическим ресурсам (IBPGR, 1990), ФГБНУ ФНЦО (2011, 2018), ВНИИО (Литвинов, 2011).

Изучением биологических особенностей и оценкой исходного материала *R. sativus* занимались многие исследователи. Рассматривались вопросы оптимальной площади питания для редиса и редьки, влияния крупности семян на образование корнеплода в условиях загущения, проводился отбор в условиях, способствующих выявлению быстро и медленно стрелкующихся форм, отбор в условиях зимнего посева, отбор в условиях воздействия высокой температуры и недостаточной освещенности (Синская, 1928; Сазонова, 1971; Федорова и др., 1989; Мельников, 1999). В 80-90-е годы XX века исследования в основном были направлены на изучение условий выращивания редиса, а также совершенствование схем семеноводства. В период 2000-2015 гг. особое внимание уделялось изучению исходного материала по основным

хозяйственно-ценными признаками в открытом (Даньков, 2001; Кочетов, 2004; Куликов, 2005; Земскова, Дементьева, 2010; Земскова, Савченко, 2015; Гринберг, Пальчикова, 2011; Швецов, 2011; Тулуш, 2015) и защищенном грунте, с учетом новых технологий выращивания (гидропоника) (Леунов и др., 2011; Янаева и др., 2012, 2013; Колпаков, 2013; Федорова, 2005; Косенко и др., 2011; Земскова, Савченко, 2014), а также изучалось влияние минерального питания на продуктивность корнеплодных культур (Ермохин и др., 2004; Богатырева, Иванюшин, 2014), проводилась оценка сортообразцов для создания инбредных самонесовместимых линий, поиск и выявление линий с ЦМС (Косенко и др., 2012; Федорова и др., 2011, 2015; Монахос, Миронов, 2010; Монахос и др., 2015). Начиная с 2016 г. по настоящее время также является актуальным изучение исходного материала в различных условиях выращивания (открытый и защищенный грунт, интенсивная светокультура) (Викулова, Юрина, 2016; Колпаков и др., 2016; Турбин, Тигунова, 2016; Штайнерт и др., 2017; Юдаева, Бохан, 2017; Синявина и др., 2018; Кочетов, Синявина, 2019; Миронов и др., 2019; Косенко, 2019; Мальцева, Чапалда, 2020; Гаплаев и др., 2020; Михеев и др., 2020), упор в исследованиях направлен на изучение влияния абиотических факторов на рост и развитие редиса и редьки (Елизарьева и др., 2017; Гераськина и др., 2019; Дикарев и др., 2021), также ведется активное изучение биохимического состава (Федюнина, 2016; Заячкова и др., 2016; Синявина и др., 2019; Несмелова, 2019; Ковалевская и др., 2019; Рудакова и др., 2017, 2020)

Особенно активно ведется работа по выявлению адаптированных сортов редиса и редьки к условиям Центрального региона России. Выделен исходный материал редиса для малообъемной технологии выращивания (Янаева и др., 2012). Выделены стерильные формы растений редиса *ogu*-ЦМС, с которыми проводились скрещивания линейного материала (Янаева и др., 2013). В результате анализа образцов в коллекционном питомнике редьки европейской летней были выявлены источники высокой урожайности и товарности корнеплодов (Косенко, 2016). Для селекции редьки на скороспелость и устойчивость к засухе и капустной мухе в качестве исходного материала лучше использовать сорта черной редьки зарубежной селекции (Федорова и др., 2017). В качестве исходного материала для селекции дайкона и лобы в условиях Нечерноземной зоны М.И. Федоровой, В.А. Степановым (2017) рекомендованы сорта и гибриды различных агроклиматипов.

В Агрофизическом институте выделен ценный исходный материал редиса и гибридов редиса, дайкона и лобы для условий светокультуры (Кочетов, 2000, 2004; Синявина и др., 2018, 2019).

В последнее десятилетие активно ведутся исследования генома редьки. Построены генетические карты с использованием различных молекулярных маркеров (Shirasawa et al., 2011, 2017; Li et al., 2011; Jeong et al., 2014; Mun et al., 2015; Yu et al., 2016), выполнен анализ транскриптома и секвенирование РНК (RNA-seq) редьки (Mitsui et al., 2015; Wang et al., 2012; Wang et al., 2013; Yu et al., 2016; Xie et al., 2015), определена последовательность всего генома (Shen et al., 2013; Kitashiba et al., 2014; Moghe et al., 2014; Jeong et al., 2016; Xiaohui et al., 2015). Всесторонние исследования генома редьки предоставили фундаментальную информацию о его структуре и эволюционной перестройке хромосом после событий полиплоидии, что позволило

глубже проникнуть в суть биологии и размножения этого вида. Идентифицированы локусы количественных признаков (QTL), отвечающие за устойчивость к киле (Kamei et al., 2010), к фузариозному увяданию (Yu et al., 2013), за раннее стеблевание и цветение (Yi et al., 2014; Kitashiba et al., 2017; Wang et al., 2018), и содержание глюкозинолатов в корнеплодах (Zou et al., 2013; Ishida et al., 2015).

*Селекция корнеплодных растений *R. sativus**

В селекции корнеплодов *R. sativus* используются традиционные методы: отбор, гибридизация, инбридинг. Для получения гибридов европейского и китайского редиса, европейской летней и зимней редьки, лобы схемы селекционного процесса предусматривают использование спорофитной физиологической самонесовместимости или цитологической мужской стерильности (Монахос и др., 2015; Янаева, Ховрин, 2018; Косенко, 2017). Работа по созданию гетерозисных гибридов редиса на основе ЦМС более успешна из-за особенностей биологии этой культуры. Также это не исключает создание продуктивных высоко адаптивных гибридных сортопопуляций на фертильной основе, которые служат исходным материалом для инбридинга.

В Госреестр включены первые отечественные гибриды F₁ редиса Кардинал (ООО «Агрофирма Поиск»), F₁ Марс и Файер (ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева»), F₁ Вираз и Рембо ООО «Гавриш». Ряд зарубежных компаний Bayer CropScience вместе с Monsanto (Германия), Syngenta (Швейцария), Limagrain (Франция), Rijk Zwaan (Нидерланды), Sakata, ТАКII (Япония) предлагают гибриды F₁ редиса, созданные на основе мужской стерильности – Донар, Тарзан, Ровер, Таурус и др. В России селекционную работу по созданию сортов и гибридов редиса и редьки ведут ФГБНУ ФНЦО со своим филиалами (ВНИИО, Приморская ООС), селекционная станция им. Н.Н.Тимофеева МСХА, ВСТИСП, ВИР, агрофирмы «Гавриш», «Семко», «Аэлита», «Поиск» и «Сибирский сад».

1.7 Экологическая селекция: понятие адаптивной способности, экологической пластичности и стабильности.

Экологическая селекция (по Кильчевскому, 1993) – совокупность приемов и методов, обеспечивающих получение сортов и гибридов с высокой и устойчивой продуктивностью в условиях предполагаемого региона возделывания при соблюдении экологически безопасной технологии культивирования. Из-за несоответствия условий внешней среды адаптивному потенциалу сорта, растения большую часть энергии расходуют на преодоление отрицательного воздействия лимитирующих факторов, а не на формирование урожая и его качества.

Среда является мощным фактором для отбора, и вопрос о фонах, на которых ведется селекция, имеет первостепенное значение (Вавилов, 1935). По мнению Е.Н. Синской (1948) в благоприятных условиях различия биологического порядка нивелируются за счет равномерно хорошего развития всех растений, а в особо суровых условиях ярко проявляются различия между растениями одной популяции. Способность среды обеспечивать требуемый уровень изменчивости – важнейшее свойство, которое следует принимать во внимание при определении

пригодности среды как фона для селекции (Добруцкая, 1997). Селекционный фон имеет большое значение при селекции на адаптивность. Неправильный выбор среды для проведения отбора экологически устойчивых генотипов может послужить причиной снижения эффективности селекции (Кильчевский, 1993).

Приспособительная реакция растений определяется генотипом, но одновременно сильно зависит от биотических и абиотических факторов среды. Экологическая приспособляемость – один из элементов урожайности, поэтому изучение защитно-приспособительных свойств и реакций культуры следует рассматривать как основную предпосылку для научного обоснования выбора признаков и направлений при селекции на устойчивость к болезням, урожайность и другие, хозяйственно ценные признаки (Ации, 1959).

Для определения стабильности урожайности сорта при изменении условий среды употребляют понятие «адаптивность сорта». Именно высокая адаптивность сорта может обеспечить стабильность урожая в различных экологических и изменяющихся погодных условиях (Бондаренко и др., 1987; Жученко, 1988). При описании адаптивных свойств отдельного генотипа используют такие понятия как «пластичность» и «стабильность», которые в отечественной и зарубежной литературе трактуются по-разному, что в итоге затрудняет оценку этих параметров и их использование при отборе (Кильчевский, Хотылева, 1989). A.D. Bradshaw (1965) под пластичностью понимает свойство генотипа изменять значение признаков в различных условиях среды, а стабильность – как отсутствие пластичности. По определению В.Н. Мамонтовой (1980), А.И. Моргунова (1985) пластичность – это способность давать высокий и устойчивый урожай в различных условиях среды. По мнению А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой (1989) экологическая стабильность – это способность генотипа в результате действия регуляторных механизмов поддерживать определенный фенотип в различных условиях среды, а пластичность – реакция генотипа на изменение условий среды, проявляющаяся в фенотипической изменчивости. Стабильность и пластичность признака являются двумя противоположными сторонами модификационной изменчивости генотипа, то есть генотип не может быть одновременно и стабильным, и пластичным по изучаемому признаку. K.W. Finlay, G.N. Wilkinson (1963) подчеркивают, что одним из основных отличий селекции на экологическую пластичность является не абсолютная величина урожайности, а оптимальная реакция этого признака у создаваемой формы, что реакцию сорта на условия выращивания отражает коэффициент регрессии урожайности на индексы условий среды. Одной из основных особенностей селекции на пластичность является отбор и оценка селекционного материала на различных фонах возделывания. При испытании набора сортов в нескольких пунктах или на разных агрофонах результаты оценки существенно меняются в результате взаимодействия «генотип-среда» (Моргунов, Наумов, 1987).

Один из эффективных методов по оценке адаптивности генотипов разработан А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой (1989). Согласно этому методу реакцию сорта характеризуют общая адаптивная способность (ОАС) - среднее значение признака в различных условиях выращивания и специфическая адаптивная способность (САС) - отклонение от ОАС в определенной среде. Ими также введен комплексный показатель селекционной ценности

генотипа (СЦГ), позволяющий выделить генотипы, сочетающие высокую продуктивность со средовой устойчивостью. Наряду с оценкой ОАС и САС метод позволяет дать информацию о средах как фонах для отбора, а также расчленить фенотипическую вариацию популяции на вариации общей и специфической адаптивной способности с целью сравнения популяций и выбора методов селекционной работы с ними. Рекомендуемый метод относительно прост, современен и позволяет эффективно отбирать формы с нужной реакцией на условия внешней среды.

Важным при оценке сортов и гибридов является их адаптивная способность и стабильность. Под адаптивной способностью понимается способность генотипов поддерживать свойственное ему фенотипическое выражение признака в определенных условиях среды (Кильчевский, 1997).

Стабильность сорта может быть связана либо с хорошей приспособляемостью каждого генотипа сорта к различным условиям среды, либо с приспособленностью каждой из групп генотипов, составляющих сорт, к определенной среде (Хотылева, Татурина, 1982). Продуктивность растения, определяя урожайность культуры, является важнейшим признаком, принимаемым во внимание селекционером. В то же время по некоторым культурам существует отрицательная корреляция между продуктивностью и экологической стабильностью. Это может привести к тому, что при одностороннем отборе на высокую продуктивность возможны потери стабильных форм (Кильчевский, 1993).

1.8 Устойчивость и восприимчивость растений к алюмотоксичности

Из-за быстро изменяющегося климата и окружающей среды рост и производство корнеплодных растений часто сильно ограничивается различными абиотическими стрессами, такими как высокая температура, кислотность почвы, засоленность или загрязнение тяжелыми металлами (Wang et al., 2013; Mitsui et al., 2015; Xu et al., 2015; Xie et al., 2015; Sun et al., 2016; Wang et al., 2018).

Алюминий является одним из наиболее распространенных металлов в земной коре (Fitzpatrick, 1986; Kochian et al., 2015) и считается нетоксичным для растений при нейтральной или слабощелочной реакции почвенного раствора. Природные процессы или деятельность человека могут привести к повышению кислотности почвы, в результате чего растворимость алюминия повышается, и увеличивается содержание его подвижных форм (Al^{3+}) (Lin-Tong et al., 2013), что делает алюминий основным токсическим фактором кислых почв (Климашевский, 1991; Kochian et al., 2004). Кислые почвы в мире составляют 30-40% площадей пахотных земель и до 70% земель, которые потенциально могут использоваться как пахотные (Суховеркова, 2015). В России в 2019 г. из 50 млн. га избыточно кислых почв сильно- и среднекислые занимают от 25 до 35 млн. га, что составляет около 30% от всех пахотных земель (Воробьев, 2019).

Токсичность ионов Al^{3+} снижает урожайность, препятствуя росту корней и влияя на поглощение воды и питательных веществ. В ряде исследований описаны симптомы отравления

алюминием, связанные с нарушениями проницаемости клеточной стенки, плазматической мембраны, функций митохондрий, цитоскелета и ядра (McNeilly, 1982; Roy et al., 1988; Aniol, 1997; Kabata-Pendias, 2010). Таким образом, алюминий влияет на ряд клеточных процессов, включая скорость деления клеток, и нарушает свойства протоплазмы и клеточных стенок.

По отношению к алюмотоксичности растения подразделяют на устойчивые и чувствительные, причем сортовые различия могут быть сильнее, чем видовые (Hanson, Kamprath, 1979; Климашевский, 1991). В ходе эволюционного процесса растения выработали несколько механизмов устойчивости к алюминию (Kochian et al., 2005, 2015; Ma, 2007, 2014). Последние годы активно изучается молекулярный механизм толерантности к алюминию сельскохозяйственных культур, прежде всего злаковых (Ma et al., 2014; Kochian et al., 2015). Достигнут существенный прогресс в понимании физиологических и молекулярных механизмов толерантности к алюминию у арабидопсиса (Hoekenga et al., 2006), кукурузы (Ligaba et al., 2012), сои (Peng et al., 2018), риса (Che et al., 2018), сорго (Huang et al., 2018; Melo et al., 2019), ржи (Yokosho et al., 2010) и пшеницы (Wang et al., 2015).

В настоящее время алюмоустойчивость рассматривается как сложная фитоэкологическая проблема, от решения которой зависит получение гарантированных урожаев на кислых почвах.

Основным критическим параметром успешного создания устойчивых к стрессовым факторам сортов является изначальное генетическое разнообразие исходного материала по этому показателю как материала для отбора (Лисицын, Амунова, 2014). Успешное создание устойчивых к алюминию сортов изученных сельскохозяйственных растений базируется на значительной вариабельности признака алюмотолерантности и сравнительно несложных схемах скрининга и селекции (Баталова, Лисицын, 2002; Косарева, 2012). Поиск генотипов со сравнительно высокой толерантностью к Al имеет большое значение для ведения сельского хозяйства на кислых почвах.

Для оценки степени устойчивости к алюминию растений используется несколько методов диагностики (Косарева и др., 1995). Часто используют лабораторные методики скрининга, в основе которых лежат различные модификации методов проращивания семян в водной культуре в присутствии токсичных концентраций алюминия (Foy, 1996; Лисицын, 1999; Gupta et al., 2014). Преимущество таких методик заключается в простоте исполнения, небольших временных затратах, высокой пропускной способности, возможности диагностировать генотипы на ранних этапах онтогенеза. В ряде работ выявлена достаточно высокая корреляция ($r=0,71\ldots 0,85$) результатов лабораторных оценок устойчивости на ранних этапах развития с данными полевых и вегетационных испытаний взрослых растений (Aniol, 1984; Климашевский, 1991; Baier et al., 1995; Burba et al., 1995).

В лабораторных тестах устойчивость растений можно оценивать по степени повреждения корней проростков алюминием с помощью красителей гематоксилина (Cancado et al., 1999) и эриохромцианина R (Aniol, 1991). Указанный подход был успешно применен для оценки внутривидовой изменчивости алюмотолерантности у риса (Awasthi et al., 2017), гороха, кукурузы, пшеницы и сорго (Anas, Yoshida, 2004; Косарева, 2012; Вишнякова и др., 2015) – с

гематоксилином, и на пшенице, ржи, тритикале (Aniol, 1984), эгилопсе, овсе, кукурузе (Косарева, 2004, 2012) и горохе (Вишнякова и др., 2015) – с применением эриохромцианина R.

Исследований устойчивости культур *R. sativus* к алюминию практически не проводилось. В работе Zhang K. (2005) изучалось токсикологическое воздействие коагулянтов на основе алюминия на различные культуры, в том числе и на отдельные генотипы редьки. В работе Соколовой Л.Г. (2019) отмечено, что масличная редька (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg.) обладает наибольшим потенциалом для фитоэкстракции фторидов из загрязненных почв. В работе J. Raj (2014) изучалось влияние хлорида алюминия на всхожесть семян *R. sativus*, и выявлено, что максимально допустимый предел Al для сохранения жизнеспособности составляет 10 мМ.

Заключение по главе

В главе рассмотрены народнохозяйственное значение, происхождение культурных форм, биологические, морфологические особенности и биохимический состав, рост и развитие растений *R. sativus*, отношение к условиям окружающей среды. Освещены история развития, современное состояние производства редиса и редьки, современный исходный материал для селекции и основные направления селекции.

2. МЕСТО, УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Место и условия проведения исследований

Научно-исследовательская работа была выполнена в ФГБНУ ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова (ВИР) на НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (г. Пушкин, Ленинградская область) в 2016-2018 годах и в ФГБНУ «Агрофизический НИИ» (г. Санкт-Петербург) в 2017-2018 годах.

Ленинградская область – субъект Российской Федерации, расположенный на северо-западе европейской части страны.

Область целиком расположена на территории Восточно-Европейской равнины, чем объясняется равнинный характер рельефа с незначительными абсолютными высотами (50-150 метров над уровнем моря) (Даринский, 2001).

Климат умеренный, переходный от умеренно-континентального к умеренно-морскому, что обуславливается сравнительно небольшим количеством поступающего на земную поверхность и в атмосферу солнечного тепла (Уланов, 2007).

Средняя годовая температура воздуха на территории области $+2,2...+3,6^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум – $+33...+36^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум – $-40...-52^{\circ}\text{C}$. Переход средней суточной температуры через 0°C проходит в апреле и октябре. В среднем за год бывает 200 дней со средней суточной температурой выше 0°C , 35-91 день – с температурой ниже -10°C . За год бывает в среднем 62 солнечных дня, поэтому на протяжении большей части года преобладают дни с облачной, пасмурной погодой, рассеянным освещением. Продолжительность дня меняется от 5 часов 51 минуты в зимнее солнцестояние до 18 часов 50 минут в летнее солнцестояние. Средние температуры января -7°C , июля $+15^{\circ}\text{C}$. Осадков до 850 мм в год. Сумма активных температур $1400-1900^{\circ}\text{C}$.

Основным типом почв в области являются подзолистые, бедные перегноем и отличающиеся значительной кислотностью. Основными почвообразующими породами являются глины, суглинки, пески и торф. Сельскохозяйственное использование почв области требует их искусственного улучшения (Даринский, 2001).

Открытый грунт.

Почвы опытного поля дерново-слабоподзолистые, супесчаные и суглинистые, с нейтральной кислотностью ($\text{pH}=7,1-7,6$). Мощность перегнойного горизонта 23-47 см, содержание гумуса 2,1-3,0%. Обеспеченность подвижными формами калия средняя (среднее содержание K_2O – 14,3 мг/100 г почвы), фосфора высокая (P_2O – 72,5 мг/100 г почвы).

Погодные условия в годы исследований различались по количеству и распределению выпавших осадков и температурному режиму, что позволило изучить и оценить образцы редиса и редьки по основным хозяйственно-ценным признакам в меняющихся условиях среды.

В 2016 году температурные значения имели небольшие отклонения от среднееголетних наблюдений (рис.1). Отмечалось понижение температуры с июня по сентябрь на $0,2-2,7^{\circ}\text{C}$ от среднееголетней. Повышение температуры отмечалось в первых

декадах апреля и мая на $0,3-5,1^{\circ}\text{C}$. В целом сложившийся температурный режим в 2016 году был ниже оптимального и оказывал яровизирующее действие на растения.

Количество осадков в 2016 году сильно варьировало по месяцам и декадам (рис.2). Отмечалось превышение среднемноголетних значений в апреле на $11,9-22,7$ мм, во второй декаде июня на $21,8$ мм, в первой декаде июля на $61,7$ мм и в течение всего августа на $12,8-39,5$ мм. Первая и вторая декады мая характеризовались отсутствием осадков, в начале и конце июня, второй половине июля и в сентябре наблюдалось снижение количества осадков по сравнению со среднемноголетними значениями на $3,8-18,2$ мм. Отмечалось сильное переувлажнение почвы в августе, что негативно сказалось на росте растений редьки.

Температурные показатели в 2017 году были значительно ниже среднемноголетних значений на протяжении всего периода вегетации. Сильное отклонение от среднемноголетних значений наблюдалось с середины апреля и в мае – до $4,4^{\circ}\text{C}$. Температурный режим 2017 года также был ниже оптимальных значений температуры для роста и развития редиса и редьки.

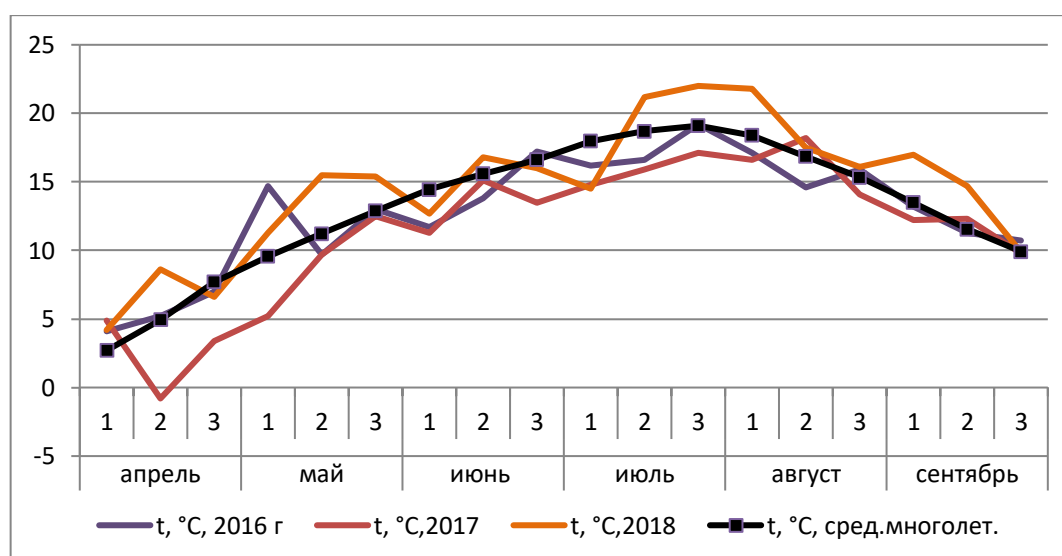


Рис. 1 Средняя температура воздуха по декадам в 2016-2018 гг. с апреля по сентябрь и среднемноголетние значения

Обильные осадки в 2017 году отмечались в конце апреля, причем количество их превысило норму на $42,7$ мм, что способствовало хорошему увлажнению почвы перед посевом. С начала мая и до середины июля отмечалось снижение количества осадков от среднемноголетних значений на $2,4-16,4$ мм. Большое количество осадков отмечалось также с середины июля до середины сентября, превышало норму на $44,1$ мм. Переувлажнение почвы оказало сильное негативное влияние на рост и развитие корнеплодов редьки, также как и в 2016 году.

Период вегетации 2018 года оказался наиболее благоприятным для роста и развития редиса и редьки в открытом грунте. Температурные значения превышали среднемноголетние практически на протяжении всего периода на $0,6-4,3^{\circ}\text{C}$. Отмечались небольшие отклонения от нормы в конце апреля, в июне и начале июля до $3,5^{\circ}\text{C}$.

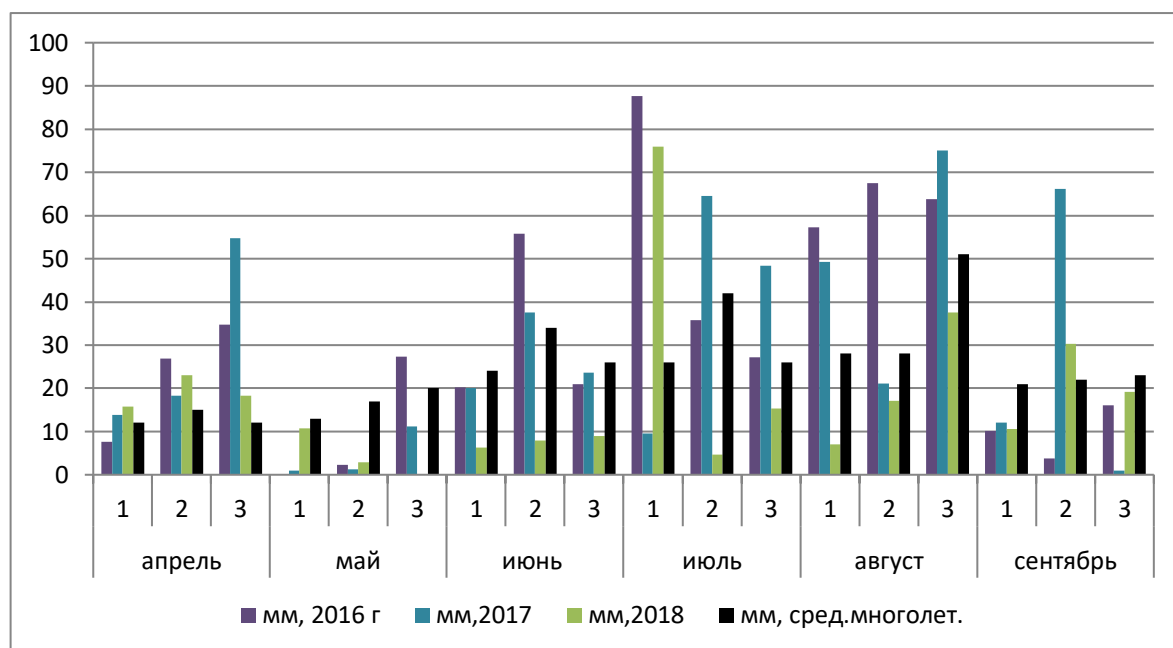


Рис. 2 Распределение осадков по декадам в 2016-2018 гг. с апреля по сентябрь и среднемноголетние значения

Период вегетации 2018 года был более засушливым по сравнению с остальными годами, отмечалось снижение количества осадков от нормы на 2,2-37,4 мм на протяжении всего периода. Обильные осадки отмечались в апреле и в начале июля, что способствовало увлажнению почвы перед посевами.

В целом погодные условия открытого грунта в 2016-2018 годах оказали явное влияние на рост и развитие растений редиса и редьки. Температурный режим на протяжении всех трех лет исследований вполне соответствовал требованиям этих культур, хотя оказывал небольшое жаровизирующее действие в начале вегетативного периода. Небольшое количество осадков или их отсутствие в мае создавало необходимость проведения дополнительных поливов посевов редиса. И наоборот, слишком обильные осадки в июле и августе 2016-2017 годах сильно затормозили рост и развитие растений редьки, что привело к гибели большого числа растений. Оптимальный водный режим для редьки отмечался в 2018 году.

Еще одним важным определяющим фактором в открытом грунте является световой режим. Световой день с апреля по конец июня увеличивался с 13,3 до 18,2 часов, что позволило провести оценку устойчивости к раннему стеблеванию образцов редиса и редьки.

Защищенный грунт. Исследования по изучению коллекции редиса в защищенном грунте проводили в зимней остекленной и весенней поликарбонатной теплице.

Зимняя остекленная теплица. Субстрат – почвогрунт универсальный с минеральными добавками (объем мата 30 л), толщина корнеобитаемого слоя – 7 см. Продолжительность светового периода – 12 часов, среднесуточная температура – 18-20°C. Освещенность 2,5-5,0 кЛк. Оптимальная влажность почвы – 80%, воздуха – 70%. Полив осуществляли водой, подкормку – однократно в фазе трех настоящих листьев удобрением Растворин (N:P:K 18:6:18 %, Zn – 0,01; Cu – 0,01; Mn – 0,1; Mo – 0,001; B – 0,01 %).

Весенняя поликарбонатная теплица. Грунт теплицы – смесь дерновоподзолистой почвы с торфяным субстратом. Температура внутри теплицы была выше в среднем на 5-7°C в пасмурные дни и на 10-12°C в солнечные дни, чем снаружи. В целом температурные условия соответствовали оптимальным, лишь в отдельные солнечные дни температура могла достигать 25-30°C (рис.3). Полив осуществляли водой, подкормку – однократно в фазе трех настоящих листьев удобрением Растворин.

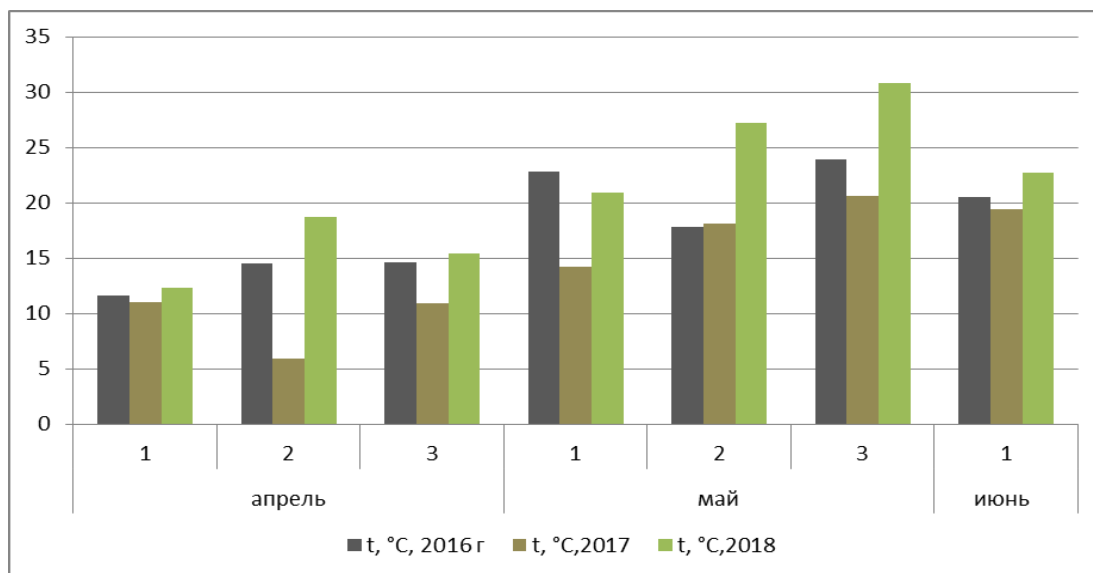


Рис. 3 Средняя температура воздуха по декадам в 2016-2018 гг. с апреля по июнь в весенней поликарбонатной теплице

Световой период составил в апреле – 13,3-15,9 часов, в мае – 16,0-18,2 часов. Оптимальная влажность воздуха была в пределах 60-70%, оптимальная влажность почвы – 80-85%.

Интенсивная светокультура. Исследования проводили в оригинальной вегетационной светоустановке, оборудованной лампами ДНаЗ-400 (производитель ООО «Рефлекс»). Освещенность – 15-20 кЛк, продолжительность светового периода – 12 часов. Субстрат – торфяной питательный субстрат (ТПС, производитель ООО «Пельгорское-М»), толщина корнеобитаемого слоя 3 см. Полив осуществляли водой, подкормку – 0,5Н раствором Кнопа три раза в неделю. Среднесуточная температура – 22-25°C. Оптимальная влажность почвы – 70%, воздуха – 50%.

2.2 Материал и методика исследований

Материалом исследований послужила коллекция редиса и редьки ВИР различного эколого-географического происхождения, отражающая разнообразие вида (приложение 1, 2).

Изучаемая коллекция редиса была представлена 115 образцами из 37 стран, принадлежащих 14 сортотипам 6 разновидностям европейского и китайского подвидов;

коллекция редьки представлена 82 образцами из 21 страны, принадлежащих 10 сортотипам 8 разновидностям европейского, китайского и японского подвидов (табл.1).

Таблица 1. Таксономическая характеристика изучаемой коллекции редиса и редьки

Разновидность/сортотип	Кол-во обр.
Редис	
var. <i>rubescens</i> Sinsk. – Редис розово-красный	59
Сортотип Красный овально-округлый	44
Сортотип Розово-красный овальный	5
Сортотип Светло-розовый овальный	1
Сортотип Темно-красный округлый	4
Сортотип Красный длинный	5
var. <i>striatus</i> Sinsk. – Редис пестрый	30
Сортотип Розово-красный с белым кончиком округлый	14
Сортотип Розово-красный с белым кончиком цилиндрический	16
var. <i>radicula</i> – Редис белый	12
Сортотип Белый длинный	10
Сортотип Белый круглый	2
var. <i>chloris</i> Alef. – Редис желтый	2
Сортотип Желтый круглый	2
var. <i>roseus</i> Sazon. – Редис розовый китайский	9
Сортотип Красный длинноцилиндрический цельнолистный	7
Сортотип Красно-розовый короткоцилиндрический цельнолистный	1
Сортотип Красный округлый лировиднолистный	1
var. <i>sinensis</i> – Редис белый китайский	3
Сортотип Белый круглый цельнолистный	3
Редька	
var. <i>sativus</i>– Редька летняя белая	3
сортотип Летняя белая округлая	3
var. <i>niger</i> (L.) Sinsk. – Редька зимняя черная	11
сортотип Зимняя черная круглая	11
var. <i>hybernus</i> – Редька зимняя белая	4
сортотип Зимняя белая круглая	4
var. <i>lobo</i> – Редька китайская (лоба) белая	14
сортотип Белая длинно-цилиндрическая	14
var. <i>virens</i> Sazon. – Лоба зеленая	6
сортотип Зеленая цилиндрическая	6
var. <i>rubidus</i> Sazon. – Лоба розово-красная	11
сортотип Красная цилиндрическая лировиднолистная	4
сортотип Красная округлая лировиднолистная	5
сортотип Розово-красная цилиндрическая цельнолистная	2
var. <i>minowase</i> – дайкон белый	18
convar. <i>acanthiformis</i> – дайкон осеннее-зимний	15

Исследования проводили с использованием полевых и лабораторных методов.

Полевые опыты проводили в соответствии с «Методическими указаниями ВИР по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов» (1989), «Методическими указаниями по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте» (1985),

«Методикой полевого опыта в овощеводстве» (2011), «Методикой полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)» (Доспехов, 1985).

Коллекцию редиса изучали в четырех условиях выращивания:

-*зимняя остекленная теплица*: посев в середине декабря, площадь делянок 0,3 м².

-*весенняя поликарбонатная теплица*: посев в конце апреля, площадь делянок 1 м².

-*открытый грунт*: посев в середине мая, площадь делянок 1 м².

-*интенсивная светокультура* (91 образец): посевы с ноября по апрель, площадь делянок 0,2 м².

Схема посева во всех вариантах 10×5 см. Повторность опыта двукратная, расположение рендомизированное.

Коллекцию редьки изучали при двух сроках посева: весеннем и летнем.

Посев при весеннем сроке – в конце мая. В 2016 году изучено 67 образцов редьки летней европейской, китайской и японской, образцы зимней европейской редьки при весеннем сроке посева не изучали. В последующие годы изучали лишь образцы, формирующие корнеплод при данном сроке посева (22 образца).

Летний посев осуществляли в середине июля. Изучено 79 образцов зимней европейской, китайской и японской редьки, образцы летней европейской разновидности не изучали.

Площадь делянок 1,4 м², схема посева 70×15 см, повторность двукратная, расположение рендомизированное.

При анализе материала в течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения, биометрические измерения и морфологическое описание растений. Оценку качественных и количественных признаков коллекционных образцов проводили по дескриптору ВИР (1989) и общепринятой международной методике UPOV (2003). Учитывали следующие показатели: форма розетки, высота и диаметр розетки, число листьев, окраска листовой пластинки, форма листовой пластинки, длина и ширина листовой пластинки, длина и толщина черешка листа, высота и диаметр корнеплода, форма корнеплода (индекс формы корнеплода), окраска поверхности и мякоти корнеплода, масса корнеплода, соотношение массы корнеплода к массе растения, урожайность, товарность, биохимические показатели корнеплодов.

Для определения площади сильно- или слаборассеченных листьев, пользовались формулой, разработанной Н.Ф. Коняевым (1970):

Общая формула: $Y = (a + b \times x) \times n$,

Для редиса, редьки: $Y = (0,5 + 0,672 \times x) \times n$,

где: Y – площадь листьев; a и b - константы, определяемые методом регрессии; x - квадрат длины листа; n - число листьев у растения.

2.3. Биохимическая оценка

Биохимический анализ проводили в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР в фазе технической спелости корнеплодов.

Анализ и обработку материала осуществляли по методике отдела биохимии ВИР (Ермаков и др., 1987): содержание массы сухого вещества определяли взвешиванием до и после высушивания средней пробы в термостате FED 400 Binder (Германия) при 105°C; сахаров – методом Бертрана; аскорбиновой кислоты – методом прямого извлечения из растений 1% соляной кислотой, с последующим титрованием с помощью 2,6-дихлориндофинола (реактив Тильманса); каротиноиды и хлорофиллы были выделены с помощью 100% ацетона, и их абсорбция была измерена на спектрофотометре Ultrospec II (Швеция) при различных длинах волн (нм): 645, 662 для хлорофиллов *a* и *b*, 440 – для каротиноидов, 454 – для каротинов (суммарное содержание каротинов определяли методом бумажной хроматографии), 454 – для β -каротина; состав сахаров, свободных аминокислот, органических кислот, фенолкарбоновых кислот – газо-жидкостной хроматографией с масс-спектрометрией.

Пробоподготовку осуществляли следующим образом: образцы анализировали в свежем материале пяти растений каждого образца; от каждого растения на анализ была взята четвертая часть.

Для метаболомного анализа брали 10 г образца, взвешивали, гомогенизировали с адекватным количеством этанола, пробу настаивали в течение 30 дней при 5-6°C. Экстракт (200 мкл) выпаривали досуха на установке CentriVapConcentrator фирмы «Labconco» (США). Сухой остаток силилировали с помощью бис(триметилсилил)трифторацетамида. Разделение силилированных соединений проводили на капиллярной колонке HP-5MS5% фенилметилполисилоксаном (30,0 мкм, 250,0 мкм, 0,25мкм) на хроматографе Agilent 6850 с квадрупольныммасс-селективным детектором Agilent 5975B VL MSD фирмы «Agilent Technology» (США). Условия проведения хроматографического исследования: скорость потока гелия через колонку 1,5 мл/мин. Программа нагревания колонки: от +70°C до +320°C, скорость нагревания 4°C в минуту. Температура детектора масс-спектрометра – +250°C, температура инжектора – +300°C, объем пробы – 1 мкл. Внутренним стандартом служил раствор трикозана в пиридине (1 мкг/мкл) (Jonsson et al., 2004). В процессе анализа использовались библиотеки NIST2010 (Национальный институт стандартов и технологий, США), а также коллекции стандартных масс-спектров соединений, поддерживаемые Санкт-Петербургским государственным университетом и Ботаническим институтом им. Комарова, с индексом сродства не менее 80 (Штарк и др., 2019). Программное обеспечение: UniChrom; AMDIS (Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System); «NIST/EPA/NIH08» MassSpectralLibrary (Смоликова и др., 2015).

2.4. Оценка алюмоустойчивости

Исследования проводили в отделе физиологии ВИР.

При отсутствии специализированной для вида методики экспресс-оценки взят метод оценки алюмоустойчивости с использованием эриохромцианинового красителя, разработанный для зерновых культур (Aniol, 1991), в основе которого лежит учёт степени восстановления (или

отсутствия восстановления) митотической активности корней проростков, подвергнутых шоковому воздействию повышенных концентраций алюминия.

Эксперименты проводили в климатической камере с освещенностью – 7000 Лк, температурой 19-21°C и фотопериодом 16 ч. Семена (по 50 шт. каждого образца) раскладывали в специальные кюветы с ячейками для семян и сетчатым дном, которые помещали в 6-литровые контейнеры, располагая их на поверхности питательного раствора. Питательный раствор содержал (мМ): 0,4 CaCl₂; 0,4 KNO₃; 0,25 MgCl₂; 0,01(NH₄)₂SO₄; 0,04 NH₄NO₃; pH 4,2 (Aniol, 1984). После проращивания семян в течение 3-х суток выбраковывали невсхожие. Затем кюветы с проростками помещали в свежеприготовленный питательный раствор с добавлением 6-водного хлорида алюминия (AlCl₃×6H₂O) и инкубировали 24 ч.

Так как в специальной литературе нет описаний алюмоустойчивости культур *R. sativus*, на основании предварительных экспериментов мы использовали концентрации AlCl₃×6H₂O 66, 83 и 99 мМ, которые оказывали токсичное действие на растения и в разной степени ингибировали рост корней в используемых условиях. После этого кюветы помещали в свежий питательный раствор без алюминия и инкубировали 48 ч. В течение указанного времени в корнях происходили репарационные процессы (восстановление митотической активности клеток) и корни отрастали. Проростки промывали проточной водой и производили окрашивание корней, погружая кюветы в 0,1% раствор эриохромцианина R на 10 мин. Излишки красителя смывали проточной водой, и корни сушили фильтровальной бумагой. Зона повреждения тканей корней алюминием окрашивалась в фиолетовый цвет после окраски эриохромцианином R. Устойчивость растений к алюминию определяли по длине отрастания кончика корня. Для каждого образца были проведены два независимых эксперимента в двукратной повторности.

2.5 Статистический анализ

Анализ данных проводили с использованием программного обеспечения STATISTICA v.12.0 (StatSoft Inc., США). Описательная статистика (среднее значение, медиана, стандартная ошибка, стандартное отклонение, диапазон изменчивости) была рассчитана для всех параметров. Тестирование данных на нормальность распределения выполняли с помощью критерия Шапиро-Уилка и графика квантиль-квантиль (QQ Plot). Средние значения данных с нормальным распределением сравнивали с помощью дисперсионного анализа (ANOVA, MANOVA), корреляционный анализ – с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Данные с распределением отличным от нормального сравнивали с использованием критерия Краскела-Уоллиса, корреляционный анализ – с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Для коэффициентов корреляции была принята стандартная градация: очень сильные $r \geq 0,90$, сильные $0,90 > r \geq 0,70$, средние $0,70 > r \geq 0,50$, слабые $0,50 > r \geq 0,30$.

Для выявления влияния генотипа и условий среды на признаки использовали однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ (ANOVA, MANOVA). Долю влияния фактора (η^2 , %) по Фишеру вычисляли по формуле (Ивантер, Коросов, 2011):

$$\eta^2 = \frac{SS \text{ фактора}}{SS \text{ общая}} \times 100\%$$

где: η^2 , % – доля влияния фактора, $SS_{\text{фактора}}$ – факторная сумма квадратов отклонений, $SS_{\text{общая}}$ – общая сумма квадратов отклонений

Для выявления выделившихся образцов использовали критерий достоверной значимой разницы Тьюки (HSD – Honestly significant difference Tukey) и HCP₀₅ (StatSoft, 2013, Наследов, 2012).

Расчет экологической пластичности и стабильности проводили по методике S.A. Eberhart and W.A. Russell (1966) в изложении В.А. Зыкина (2005). Данный метод основан на расчете коэффициента линейной регрессии (b_i), характеризующего экологическую пластичность сорта, и среднего квадратичного отклонения от линии регрессии (S_i^2), определяющего стабильность сорта в различных условиях среды (Кундик, 2007; Чирко, 2009; Анохина и др., 2013).

Для расчета коэффициента линейной регрессии b_i использована формула:

$$b_i = \sum_j x_{ij} * I_j / \sum_i I_j^2$$

где x_{ij} – урожайность i -го сорта в j -м пункте;

I_j – индекс условий среды для j -го пункта (года) испытаний.

Индекс условий среды рассчитан по формуле:

$$I_j = \left(\sum_j x_{ij} / v \right) - \left(\sum_i \sum_j x_{ij} / v \cdot n \right)$$

где $\sum_i x_{ij}$ – сумма урожайности всех образцов в j -м пункте;

$\sum_i \sum_j x_{ij}$ – сумма урожаев всех образцов по всем пунктам;

v – количество образцов;

n – количество пунктов (лет) испытаний.

Теоретическую урожайность, необходимую для определения стабильности урожайности, рассчитывали по формуле:

$$Y_{ij} = x_i + b_i \cdot I_j$$

где x_i – средняя урожайность i -го образца за годы (пункты) испытаний;

b_i – коэффициент регрессии;

I_j – индекс условий среды.

Фактическое отклонение от теоретической определяли по формуле:

$$\sigma_{ij} = x_{ij} - Y_{ij}$$

Коэффициент стабильности (вариансу) рассчитывали по формуле:

$$S_i^2 = \sum_j \sigma_{ij}^2 / n - 2$$

где $\sum_j \sigma_{ij}^2 n$ – сумма квадратов отклонений;

$n - 2$ – число степеней свободы.

Образцы, коэффициент регрессии которых значительно выше 1, следует относить к интенсивному типу. Такие образцы отличаются отзывчивостью на улучшение условий возделывания, а в неблагоприятные по погодным условиям годы резко снижают урожайность. При коэффициенте регрессии, равном или близком к 1 (высокая экологическая пластичность), изменение показателей у образца соответствует изменению условий – на хорошем агрофоне они высокие, на низком – незначительно снижаются. Коэффициент регрессии, равный или близкий к 0, показывает, что образец не реагирует на изменение среды. К нейтральному типу (с низкой экологической пластичностью) относят образцы с коэффициентом регрессии меньше 1. В условиях интенсивного земледелия они не могут достигать высоких результатов, но при плохих условиях у них меньше снижаются показатели в сравнении с сортами интенсивного типа. Чем меньше квадратичное отклонение фактических показателей от теоретически ожидаемых (коэффициент стабильности), тем стабильнее сорт, другими словами, у наиболее стабильных сортов Si^2 стремится к нулю (Константинова и др., 2015).

Показатель гомеостатичности рассчитывали по формуле В.В. Хангильдина (1978):

$$Hom = x^2 / \delta (X_{opt} - X_{lim}),$$

где x – обобщенная средняя величина урожайности;

δ – среднее квадратическое отклонение урожайности;

X_{opt} – средняя урожайность на оптимальном фоне;

X_{lim} – средняя урожайность на лимитированном фоне.

Оценку адаптивной способности и стабильности генотипов проводили по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой (1989). Критериями оценок адаптивной способности и стабильности генотипов явились следующие показатели:

ОАС_i – общая адаптивная способность i -го генотипа по изучаемому признаку, равная отклонению среднего значения i -го генотипа от среднего по опыту;

САС_i – вариация специфической адаптивной способности, характеризует отклонение от ОАС_i в конкретной среде;

СЦГ_i – селекционная ценность i -го генотипа – показатель, позволяющий сочетать в генотипе значение признака с его устойчивостью, т.е. вести отбор на ОАС_i с учетом стабильности.

Степень изменчивости изученных признаков *R. sativus* в различных условиях выращивания оценивали по величине коэффициента вариации (CV, %) в соответствии со следующей шкалой: <10% – низкая, 10-20% – средняя, 20-30% – высокая, >30% – очень высокая (Магомедмирзаев, 1976; Лакин, 1990).

Для расчета фенотипических и генотипических корреляций между признаками за основу была взята модель:

$$x_{ij} = \bar{x} + g_{xi} + e_{xj} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

где $\bar{x}$ – фенотипическое среднее значение признака «X» по всем выборкам;

g_{xi} – отклонение, вызванное эффектом i -го генотипа;

e_{xj} – отклонение, вызванное эффектом j -х условий среды;

ε_{ij} - ошибка наблюдения (далее она опускается, как элемент случайного «шума», который учитывается при оценке уровня значимости корреляции).

Тогда в соответствии с формулой (1):

$$x_{ij} = \bar{x} + g_{xi} + e_{xj} \quad (2)$$

где x_{ij} - наблюдаемое значение признака «X» у i -го генотипа в j -х экологических условиях. Варьирующими компонентами здесь остаются лишь два содержательно значимых компонента изменчивости g_{xi} и e_{xj} , а изменчивость признака становится «генетико-экологической».

Стандартизация экологического фактора изменчивости. Для выявления генотипической корреляции признаков в соответствии с принципом единственного различия выборка данных должна быть экологически однородной.

Сумма экологических отклонений от среднего фенотипического значения признака «X» в представительной выборке одного генотипа стремится к нулю ($\sum e_{xj} \rightarrow 0$). При этом формула (2) приобретает вид:

$$x_i = \bar{x} + g_{xi}$$

где x_i - наблюдаемое значение признака «X» у i -го генотипа.

Тогда варьирование признака в группе, состоящей из генотипических средних $\{x_i\}$ можно принять генотипическим. Тем самым обеспечивается требование экологической однородности суммарной выборки данных по генотипической изменчивости.

Вычисление фенотипической корреляции. Этот показатель вычислялся по общепринятой формуле выборочного коэффициента корреляции:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

где n - число наблюдений; x_i и y_i - выборочные наблюдения признаков «X» и «Y»; $\bar{x}$ и $\bar{y}$ - выборочные средние. Статистическая значимость коэффициента корреляции оценивалась по t -критерию Стьюдента (Снедекор, 1961).

Вычисление генотипической корреляции. Как показано выше, фенотипическая изменчивость признака «X» в однородных экологических условиях и в фиксированный момент времени определяется только эффектом i -го генотипа (g_{xi}):

$$x_i = \bar{x} + g_{xi}$$

Для признака «Y» у того же объекта:

$$y_i = \bar{y} + g_{yi}$$

Поэтому для выявления генотипической корреляции между признаками «X» и «Y» последовательность операций сводится к вычислению коэффициента линейной корреляции по выборкам генотипических средних $\{x_i\}$ и $\{y_i\}$.

Метод главных компонент использовали для раскрытия основных факторов выявляющих изменчивость образцов по комплексу признаков. Для определения числа факторов в факторном анализе, использовали критерий каменистой осыпи Р. Кэттеля (R. Cattell scree-test). В случае неоднозначной интерпретации факторов (достоверные нагрузки одного признака

по нескольким факторам) применяли вращение методом варимакс, предложенный Кайзером (StatSoft, 2013). Если достоверные нагрузки для одного признака по нескольким факторам отличаются на 0,2 и более, то меньшей из них пренебрегали (Наследов, 2012).

Кластерный анализ проводили методом Уорда в программе PAST (Hammer et al., 2001).

Заключение по главе

Основными источниками фенотипической изменчивости признаков растений *R. sativus* являются: метеорологические условия разных лет и условий выращивания, комплексы длины дня, освещенности, температуры и влажности воздуха и почвы, складывающиеся при разных сроках посева. Годы исследований (2016-2018) и разные условия выращивания характеризовались разным соотношением температурного режима, влагообеспечения, длины дня и интенсивности светового потока. Таким образом, в нашем исследовании изучаемые образцы редиса и редьки подвергались воздействию всех основных лимитирующих факторов, влияющих на рост и развитие растений, что позволило изучить степень варьирования морфологических, фенологических, биохимических показателей и оценить их изменчивость.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Фенологические и морфологические особенности редиса и редьки

3.1.1 Вегетативный период *R. sativus*

Продолжительность вегетативного периода является одним из важных хозяйственно-ценных признаков. Фенологические наблюдения выявили значительное разнообразие по продолжительности вегетативного периода редиса и редьки.

Редис

По литературным данным, продолжительность вегетативного периода у редиса европейского составляет 20-30 дней, китайского – 30-45 дней (Шебалина, Сазонова, 1985).

В наших исследованиях общий (средний по всем условиям выращивания) диапазон изменчивости вегетативного периода составил 21,9-39,1 дней ($CV=16,4\%$) и в зависимости от наступления технической спелости корнеплода образцы редиса разделены на семь групп (рис. 4, приложение 3). Начало формирования корнеплода у редиса в среднем отмечалось на 12-15 день от массовых всходов.

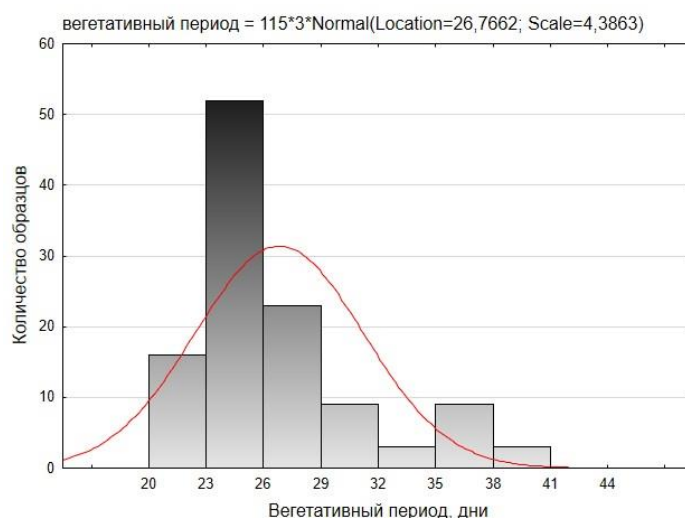


Рис. 4 Гистограмма распределения образцов редиса по продолжительности вегетативного периода

В результате анализа состава групп спелости было решено объединить последние три группы в одну, и в итоге изучаемая коллекция редиса была статистически достоверно разделена на пять групп: ультраскороспелые, скороспелые, среднеспелые, позднеспелые и очень позднеспелые (табл. 2 и приложение 3).

Первая группа (ультраскороспелая) включала в себя в основном образцы сортотипа Красный овально-округлый (var. *rubescens*) и два образца пестрой разновидности с округлой и цилиндрической формой корнеплода (var. *striatus*). Техническая спелость корнеплодов этих образцов в среднем наступала на 20-23 день. В зимней теплице вегетативный период

увеличивался на 5-6 дней и составлял 26-28 дней, в условиях светокультуры сокращался, например, у образцов Dreienbrunnen (к-1742, Германия) и Inca (к-2202, Нидерланды) до 18,5 дней. Изменчивость продолжительности вегетативного периода по годам у образцов этой группы была низкой (не более 10,0%), по условиям выращивания – средней (12,0-17,0%).

Вторая группа объединяла наибольшее количество образцов европейского подвида, следующих сортотипов: Красный овально-округлый (24 обр.), Розово-красный с белым кончиком овальный (12 обр.) и цилиндрический (12 обр.), Розово-красный овальный (3 обр.) и Светло-розовый овальный (1 обр.). Уборочная спелость корнеплодов в среднем приходилась на 23-26 день, в зимней теплице она увеличивалась до 27-34 дней. Изменчивость по годам также была низкой и не превышала 10,0%, по условиям выращивания – выше средней (20,0-23,0%) (приложение 3).

Таблица 2. Распределение образцов редиса по продолжительности вегетативного периода

Группа	Группа спелости	Вегетативный период, дни	Количество изученных образцов	
			Европейский редис	Китайский редис
1	Ультраскороспелые	(20-23]	16	-
2	Скороспелые	(23-26]	52	-
3	Среднеспелые	(26-29]	23	-
4	Позднеспелые	(29-32]	9	-
5	Очень позднеспелые	более 32	3	12

Среднеспелая группа включала образцы сортотипов: Темно-красный округлый (4 обр.), Розово-красный овальный (2 обр.), Розово-красный с белым кончиком овальный (1 обр.) и цилиндрический (3 обр.), Белый длинный (3 обр.), Белый круглый (2 обр.), Красный овально-округлый (6 обр.) и Желтый круглый (2 обр.). Техническая спелость корнеплодов в среднем наступала на 26-29 день. Вариабельность вегетативного периода по условиям выращивания была в пределах 11,5-22,6%.

Позднеспелая группа включала образцы европейского подвида с длинным корнеплодом, следующих сортотипов: Белый длинный (7 обр.) и Красный длинный (2 обр.). Вегетативный период в среднем составил 29-32 дня. Изменчивость вегетативного периода по годам была низкая, по условиям выращивания – средняя (13,9-18,4%).

Очень позднеспелая группа включала образцы китайского подвида белой (3 обр.) и розовой (9 обр.) разновидности, также 3 образца европейского подвида сортотипа Красный длинный. Продолжительность вегетативного периода образцов этой группы в среднем составила 32-39 дней.

Редька

Фенологические наблюдения выявили разницу во времени наступления технической спелости различных образцов редьки, продолжительность вегетативного периода изменялась в пределах 33,8-87,0 дней (CV=28,7%).

По литературным данным выделяют четыре группы спелости редьки: скороспелые (30-59 дней), раннеспелые (60-69 дней), среднеспелые (70-89 дней) и позднеспелые (90-120 дней) (Шебалина, Сазонова, 1985). Причем к скороспелым относят сорта летней европейской редьки, к раннеспелым и среднеспелым в основном редьку китайскую (лоба) и японскую (дайкон), а к позднеспелым – сорта зимней европейской редьки.

Анализ полученных нами данных по продолжительности вегетативного периода растений редьки при весеннем и летнем сроке выращивания позволил распределить изученную выборку на 10 групп (рис. 5, приложение 4).

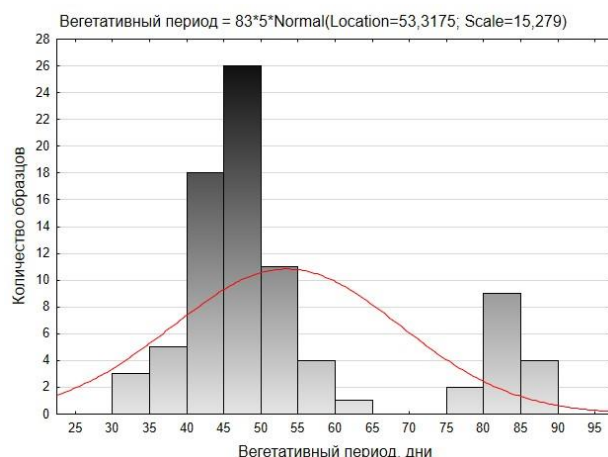


Рис. 5 Гистограмма распределения образцов редьки по продолжительности вегетативного периода

В первую и вторую группу (вегетативный период 30-40 дней) вошли три образца летней европейской редьки, четыре образца лобы (сортотип Белая длинная цилиндрическая) и один образец дайкона из Японии (к-1958, Nakatra haruwaka).

Третья и четвертая группы (40-50 дней) оказались самыми многочисленными. В них вошли 16 образцов лобы с зеленой (var. *virens*), белой (var. *lobo*) и красной (var. *rubidus*) сортотипы Красная округлая лировиднолистная и Розово-красная цилиндрическая цельнолистная) окраской корнеплода и 28 образцов дайкона весенне-летней и осенней (сортотип Миясиге) разновидности.

Таблица 3. Распределение образцов редьки по продолжительности вегетативного периода

Группа	Группа спелости	Вегетативный период, дни	Количество изученных образцов			
			Европейская редька		Лоба	Дайкон
			летняя	зимняя		
1	Скороспелые	(30-40]	3	-	4	1
2	Среднеранние	(40-50]	-	-	16	28
3	Среднеспелые	(50-65]	-	-	11	5
4	Позднеспелые	(75-90]	-	15	-	-

В пятую, шестую и седьмую группы (50-65 дней) вошли 11 образцов лобы, в основном сортотипа Красная цилиндрическая лировиднолистная и Белая длинно-цилиндрическая, и 5 образцов дайкона осенне-зимних сортотипов.

Последние группы с вегетативным периодом 75-90 дней формировали зимние европейские редьки с черной (11 обр.) и белой (4 обр.) окраской корнеплода.

В результате анализа изученные образцы были распределены на четыре группы спелости, что согласуется с литературными данными: скороспелые, среднеранние, среднеспелые и позднеспелые (табл. 3).

Таблица 4. Характеристика сортотипов редиса и редьки по продолжительности вегетативного периода

Сортотип	Вегетативный период, дни		
	Mean±SD	X _{min} - X _{max}	CV, %
Редис			
Красный овально-округлый (44 обр.)	24,1±1,6 ^{ab}	21,9-28,6	6,6
Розово-красный овальный (5 обр.)	25,4±1,2 ^{abeg}	24,3-26,9	4,5
Темно-красный округлый (4 обр.)	27,7±0,9 ^c	26,5-28,5	3,2
Красный длинный (5 обр.)	32,4±1,4 ^h	30,5-34,2	4,4
Роз.-красн. с бел. конч. округл. (14 обр.)	24,7±1,1 ^{abe}	23,0-26,9	4,4
Роз.-красн. с белым конч. цилиндрический (16 обр.)	24,8±1,3 ^a	22,7-27,7	5,3
Белый длинный (10 обр.)	29,6±0,8 ^f	28,3-31,3	2,8
Белый круглый (2 обр.)	26,7±0,7 ^{aceg}	26,3-27,2	2,4
Желтый круглый (2 обр.)	27,5±1,9 ^{cfg}	27,1-27,8	1,9
Красный длинноцилиндр. цельнолистный (7 обр.)	37,1±1,4 ^d	35,8-39,1	3,7
Белый круглый цельнолистный (3 обр.)	37,2±0,1 ^d	37,0-37,3	0,4
Среднее по коллекции (115 обр.)	26,8±4,4	21,9-39,1	16,4
Редька			
Летняя белая округлая (3 обр.)	34,2±1,0 ^d	33,8-34,5	1,0
Зимняя черная круглая (11 обр.)	83,8±2,4 ^c	79,5-87,0	2,8
Зимняя белая круглая (4 обр.)	83,6±2,0 ^c	82,0-86,0	2,4
Лоба белая длинно-цилиндр. (14 обр.)	47,3±6,3 ^a	37,5-56,5	13,4
Лоба зеленая цилиндрическая (6 обр.)	48,0±3,4 ^{ae}	41,7-51,0	7,2
Лоба красная цилиндрическая лировид. (4 обр.)	52,6±3,0 ^b	48,5-55,0	5,6
Лоба красная округлая лировид. (5 обр.)	46,1±3,0 ^{ae fg}	41,7-49,0	6,6
Лоба роз.-красная цилиндр. цельн. (2 обр.)	49,8±2,5 ^{abef}	48,0-51,5	5,0
Дайкон Камейдо (7 обр.)	44,5±3,3 ^{ae fg}	39,0-48,0	7,4
Дайкон Миновасе (7 обр.)	46,1±4,9 ^{ae fg}	41,1-56,0	10,7
Дайкон Ниненго (4 обр.)	47,3±1,4 ^{ae fg}	46,0-49,0	3,0
Дайкон Миясиге (10 обр.)	46,5±4,9 ^{ae fg}	40,5-57,0	10,6
Дайкон Сироагири (4 обр.)	42,8±2,9 ^{eg}	38,5-44,9	6,8
Среднее по коллекции (83 обр.)	53,3±15,3	33,8-87,0	28,7

Примечание: Данные по сортотипам редиса Светло-розовый овальный, Красно-розовый короткоцилиндрический цельнолистный и Красный округлый лировиднолистный, сортотипам дайкона Сакураджима и Шогоин не приведены в таблице, т.к. сортотипы представлены одним образцом.

^{a-g}Значения с разным надстрочным индексом в столбце существенно различались при $p < 0,05$ (Tukey's HSD test).

Исходя из полученных данных, выявлено, что продолжительность вегетативного периода редиса и редьки значимо различается (табл. 4). Редис имеет меньший размах вариации и статистически значимые различия найдены между европейскими и китайскими формами. Между сортотипами Красный овально-округлый, Розово-красный овальный, Светло-розовый

овальный, Розово-красный с белым кончиком округлый и цилиндрический существенных различий не найдено, образцы этих сортотипов могут принадлежать к разным группам спелости.

Среди сортотипов редьки значимо различаются зимние и летние европейские редьки с азиатскими подвидами и между собой. Образцы лобы белой, зеленой и розово-красной разновидности практически не различаются по продолжительности вегетативного периода, кроме образцов сортотипа Красная цилиндрическая лировидная – образцы характеризуются более поздним сроком наступления технической спелости корнеплода. Сортотипы дайкона не имеют статистически значимых различий по продолжительности вегетативного периода.

3.1.2 Фотопериодическая реакция *R. sativus*

Редис и редька относятся к длиннодневным растениям. Короткий день (около 12 часов) и умеренная температура (15-18°C) способствуют быстрому росту корнеплодов и высокой товарности урожая, замедляют переход растений в репродуктивный период онтогенеза. Географическое происхождение сортов отражается в их реакции на различную длину дня (Еременко и др., 1977), проявление или не проявление раннего стеблевания тем или иным сортом в определенных условиях зависит от его наследственных особенностей (Красочкин, 1979). Растения редиса чувствительны к недостаточной освещенности, требуемая минимальная освещенность – 1,3-1,5 кЛк, оптимальная – 9-14 кЛк. Европейские формы *R. sativus* сравнительно слабо чувствительны к изменению длины дня и формируют товарные корнеплоды в широком диапазоне (12-17 часов), причем формы южного происхождения в условиях нарастающего дня дают более раннее и дружное стеблевание.

На фоне различий гидротермических показателей вегетативных периодов и нарастающего светового дня нами была проведена объективная оценка образцов *R. sativus* и выделены группы по устойчивости растений к преждевременному стеблеванию с использованием бальной шкалы при выращивании в условиях нарастающего светового дня в весенней теплице и открытом грунте (табл. 5).

Таблица 5. Бальная шкала устойчивости к раннему стеблеванию (Горовая, 2008)

Количество растений, перешедших в фазу стеблевания, %	Балл
0	1
до 10	2
11-20	3
21-50	4
более 50	5
100	6

Распределение образцов редиса и редьки по баллам устойчивости представлено в таблице 6, приложении 3. В зимней теплице в условиях короткого светового дня (12 часов) и низкой освещенности (2,5-5,0 кЛк) преждевременное стеблевание не отмечено.

Большинство изученных сортообразцов редиса характеризовались устойчивостью к преждевременному стеблеванию на уровне 2-4 баллов в весенней теплице и открытом грунте. При этом количество устойчивых образцов в весенней теплице и открытом грунте несколько различалось, что определяет разную реакцию генотипов на постепенное увеличение светового дня ($r=0,29$; $p \leq 0,05$) (табл.11).

Незначительное количество растений, перешедших в фазу стеблевания (2 балла), было характерно в основном для округлых разновидностей европейского подвида. Уже для форм с удлиненной формой корнеплода процент стеблевания мог достигать до 50% (3-4 балла). Практически непригодными для выращивания в условиях нарастающего светового дня оказались образцы сортотипов Белый длинный и Красный длинный. Некоторые образцы этих сортотипов не формировали товарный корнеплод.

Таблица 6. Распределение образцов редиса и редьки по устойчивости к стеблеванию в различных условиях выращивания (2016-2018 гг.)

Балл	Количество образцов, шт/%				
	Редис			Редька	
	Весенняя теплица	Открытый грунт	Светокультура	Весенний посев	Летний посев
1	14/12,2	12/10,4	34/37,8	1/1,5	48/60,0
2	40/34,8	25/21,7	13/14,4	2/2,9	14/17,5
3	29/25,2	30/26,1	18/20,0	6/8,8	13/16,3
4	23/20,0	34/29,6	18/20,0	4/5,9	4/5,0
5	8/6,9	10/8,7	3/3,3	8/11,8	1/1,2
6	1/0,9	4/3,5	4/4,5	47/69,1	0/0,0

В условиях светокультуры основным лимитирующим фактором была интенсивность освещения – 15-20 кЛк ($r=0,36$; $p \leq 0,05$), а также высокая температура (20-25°C). Большая часть образцов была устойчива к преждевременному стеблеванию или имела небольшой процент растений, перешедших в фазу стеблевания. У восьми образцов редиса отмечено стеблевание более 40% и у четырех – 100%, два из которых относились к сортотипу Темно-красный округлый и не формировали корнеплод, вероятно, образцы этого сортотипа не пригодны для выращивания в условиях интенсивной светокультуры.

Устойчивыми к преждевременному стеблеванию во всех трех условиях выращивания были образцы европейского подвида сортотипа Красный овально-округлый: Cherry Belle (к-2133, Танзания), Saxa 455 Extra short Top Osen (к-2154, Дания), Ognista kula (к-2185, Польша), Bov (к-2404) и Minitas (к-2405) из Нидерландов; сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый – National rond rose about blanc (к-2156, Алжир) и китайского подвида: Красный великан (к-1667, Россия) и Дарози сурх местный (к-1946, Таджикистан).

В целом наблюдалась сильная дифференциация коллекции редиса по признаку устойчивости к преждевременному стеблеванию. В среднем 41,7% образцов переходили в репродуктивную фазу сразу после достижения корнеплодом технической спелости, 54,0% показали единичное стебление (1-20%). Образцы китайского подвида и отдельные европейские образцы (4,3%) оказались устойчивы к стеблеванию.

При выращивании образцов редьки разного эколого-географического происхождения при разных сроках посева (весенний и летний) с различающимися комплексами светового и температурного режимов наблюдались различные темпы роста и развития.

В условиях нарастающего светового дня и кратковременного воздействия пониженных температур в ночное время при весеннем посеве в первую очередь перешли в фазу стеблевания образцы редьки китайского и японского подвида, несколько позднее – летние европейские. Отчетливо проявлялась приспособленность европейских летних редек к быстрому формированию корнеплода в условиях нарастающего светового дня и обратная реакция у китайских и японских форм.

При весеннем посеве большинство образцов редьки переходили в генеративную фазу без образования корнеплода (69,1%). Лишь у небольшой части образцов (22 образца) наблюдалось формирование корнеплода. Полностью устойчивым к преждевременному стеблеванию был сорт дайкона Петербургский (вр.к-3337). У двух образцов летней европейской редьки наблюдалось раннее стебление 5-8%. Среди азиатских форм редек выделились образцы из Японии (Eifuku, к-2133; Eifuku 2, к-2134; Ясато рисо, к-2159) и Ю. Кореи (Bask-ok, к-2177; Shinmyeong, к-2178), которые имели процент стеблевания в пределах 11-15%, при этом они формировали товарные корнеплоды (приложение 4). Данные образцы редек (дайконы) относились к весенне-летнему климатипу.

При летнем посеве количество образцов редьки, перешедших в фазу стеблевания, заметно сократилось в связи с сокращением продолжительности светового дня до 15 часов. Но в то же время у 33,8% образцов китайского и японского подвида отмечалось преждевременное стебление в пределах 5-20% и у 6,3% – более 20%.

Таким образом, наиболее чувствительные к фотопериоду во всех условиях выращивания образцы редиса находились среди сортотипов Красный длинный и Белый круглый, образцы сортотипа Белый длинный – в условиях открытого грунта и весенней теплицы, сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый – в условиях открытого грунта и светокультуры, сортотипа Темно-красный округлый – в условиях светокультуры. Образцы редьки, наиболее чувствительные к фотопериоду, относились к азиатским подвидам – лобы белой и розово-красной разновидности и дайконы осенне-зимней группы разновидностей сортотипа Сакураджима и Шогоин. Нейтральные к фотопериоду образцы редиса относились к сортотипам Розово-красный с белым кончиком цилиндрический, Красный овально-округлый и Розово-красный овальный, а также к китайскому подвиду, образцы редьки – к европейскому подвиду зимним и летним разновидностям и азиатским подвидам – лобы зеленой разновидности и дайконы типа Камейдо и Сироагири.

3.1.3 Морфологические особенности листового аппарата и корнеплода *R. sativus*

Биометрические измерения и морфологическое описание растений *R. sativus* проводили по следующим показателям: форма розетки, высота и диаметр розетки, число листьев, окраска листовой пластинки, форма листовой пластинки, длина и ширина листовой пластинки, высота и диаметр корнеплода, форма корнеплода (индекс формы корнеплода), окраска поверхности и мякоти корнеплода, масса растения и корнеплода, отношение массы корнеплода к массе растения, товарность.

3.1.3.1 Морфологические особенности листового аппарата и корнеплода редиса

Изучение морфометрических параметров редиса проводилось в условиях открытого и защищенного грунта в условиях Ленинградской области в 2016-2018 годах и в условиях интенсивной светокультуры на биополигоне АФИ в 2017-2018 гг.

У изученных образцов редиса после появления всходов на 5-8 день появлялись настоящие листья. К началу товарной спелости растения редиса в зависимости от образца формировали 4-6 листьев (европейский подвид) и 6-9 (китайский подвид).

Высота и диаметр розетки, длина и ширина листа, длина черешка, количество и характер расположения листьев – все эти признаки являются определяющими габитус растений. Особой ценностью отличаются образцы, формирующие крупный корнеплод при малом развитии фотосинтетического аппарата.

У изученных образцов высота розетки варьировала в пределах 14,4-28,0 см (CV=14,4%), диаметр розетки – 11,8-22,2 см (CV=13,1%) (табл. 6). Анализ данных величины розетки листьев редиса показал, что в изученной коллекции преобладают образцы с розеткой среднего размера (высота 20-22 см и диаметр 16-18 см) (рис. 6, приложение 5).

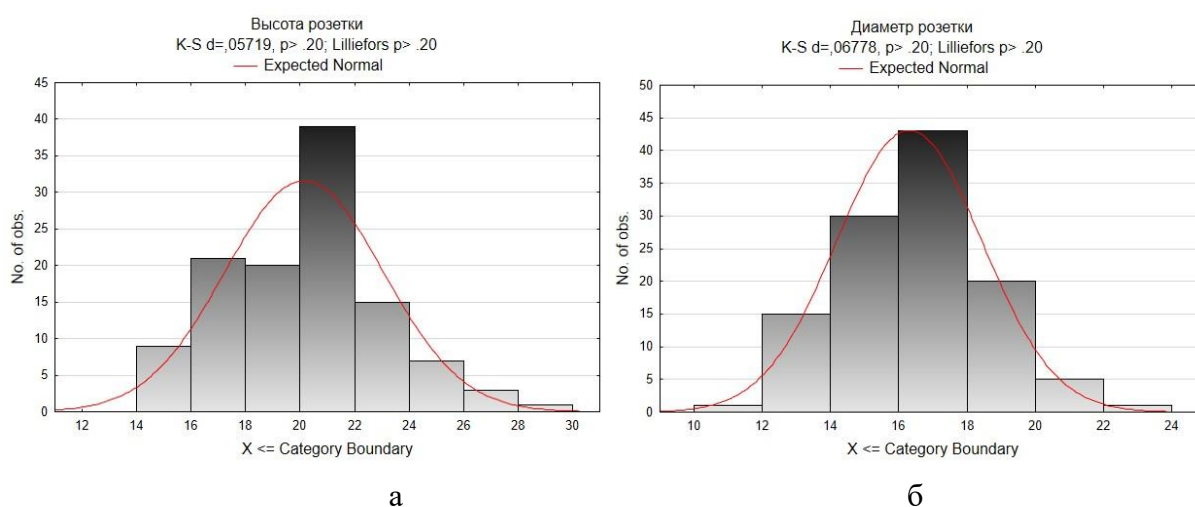


Рис. 6. Гистограммы распределения образцов редиса по признакам величины розетки листьев: а – высота розетки, б – диаметр розетки

Небольшие размеры розетки (до 16 см) имели в основном образцы сортотипов Красный овально-округлый и Розово-красный овальный из стран Европы и Северной Америки, крупные розетки формировали образцы китайского подвида, а также сортотипов Красный и Белый длинный. У остальных образцов отмечалось различное соотношение высоты и диаметра, что обуславливало изменение размеров розетки в разных условиях выращивания.

Длина листовой пластинки изменялась в пределах 8,5-14,3 см (CV=11,9%), ширина – 5,2-9,5 см (CV=13,3%) (табл. 7). Листовая пластинка изученных образцов характеризовалась в основном средними размерами (длина листа 11-12 см, ширина листа – 7-8 см) – у 40% образцов. Площадь листовой поверхности изменялась в широких диапазонах – 248,7-710,6 см² (CV=23,4%). У редиса значение этой величины зависит от длины листовой пластинки и количества листьев. Наибольшая площадь листовой поверхности отмечена у образцов китайского подвида, а также сортотипа Красный длинный, небольшая – у образцов розово-красной разновидности (*var. rubescens*) с округлой и овальной формой корнеплода. Отмечалось увеличение количества листьев и длины листа, следовательно, и площади ассимилирующей поверхности, у образцов разных групп спелости – в ряду от ультраскороспелых до очень позднеспелых.

В изученной коллекции редиса наблюдалось разнообразие по форме (цельная, лировидно-лопастная, лировидно-раздельная и лировидно-рассеченная), окраске (темно-зеленая, зеленая, желто-зеленая) и опушенности листа. Большая часть образцов имела лировидно-лопастные или лировидно-рассеченные листья с разной степенью опушения – от слабой до сильной. Местный образец из Бурунди (к-2424, сортотип Белый длинный) и образцы китайского подвида с красной (к-1176, Китай; к-1667, Россия; к-2187, Азербайджан; к-1946, Таджикистан; к-1233, Китай) и белой (к-1666, Россия; к-1921, Китай; к-1923, Китай) окраской корнеплода имели цельную неопушенную пластинку листа, т. е. салатные листья высокого качества.

В условиях защищенного грунта важна селекция сортов с ограниченным ростом листьев и интенсивным - корнеплодов, так как сочетание освещенности, тепла и влажности способствует усиленному росту листьев и их размеры почти вдвое превышают те, что выращены в открытом грунте, поэтому представляют интерес малооблиственные сорта. Они должны иметь невысокую компактную розетку и среднюю площадь листовой поверхности. В результате сравнительного изучения образцов редиса европейского и китайского подвигов выявлено, что возможен отбор растений с маленькой розеткой среди образцов европейского подвида розово-красной и пестрой разновидности.

Среди изученных образцов перспективны для селекционного использования образцы сортотипа Красный овально-округлый из Нидерландов (KD, к-2167; Inca, к-2202; Revosa, к-2228; Bov, к-2404; Minitas, к-2405; Notar, к-2408), Дании (Saxa 455, к-2154), Швеции (Saxa, к-2299), Исландии (Saxa, к-2343) и Танзании (Cherry belle, к-2133), сортотипа Розово-красный овальный из Канады (Early comet, к-1936; Cavalier bright scarlet, к-1941), сортотипа Розово-красный с белым кончиком цилиндрический из Франции (De Pontvil, к-2197) и Дании (Safir, к-2371). Эти образцы принадлежат к первой и второй группам спелости. Благодаря маленькой

компактной розетке их можно выращивать при загущенном посеве, тем самым позволяя сочетать скороспелость и урожайность.

Длина корнеплода у изученных образцов изменялась в пределах 2,7-9,4 см ($CV=41,2\%$), а диаметр – 1,6-3,5 см ($CV=15,1\%$), индекс корнеплода составил – 0,9-5,4 ($CV=56,7\%$) (табл. 7, приложение 6). Основная часть изученной коллекции характеризовалась длиной корнеплода от 3,0 до 4,0 см и диаметром – от 2,0 до 3,0 см (рис. 7). Эти образцы имели округлую или овальную форму корнеплода. Среди изученных образцов коллекции редиса были выявлены следующие формы корнеплодов: плоскоокруглая (индекс формы менее 1,0), округлая (1,00-1,20), овальная и эллиптическая (1,21-1,50), удлинённо-овальная (1,51-2,00), удлинённо-овальная со сбегом вниз (2,01-2,50), цилиндрическая (2,51-3,20), удлинённо-цилиндрическая (3,21-4,00), коническая и веретеновидная (4,01-6,00).

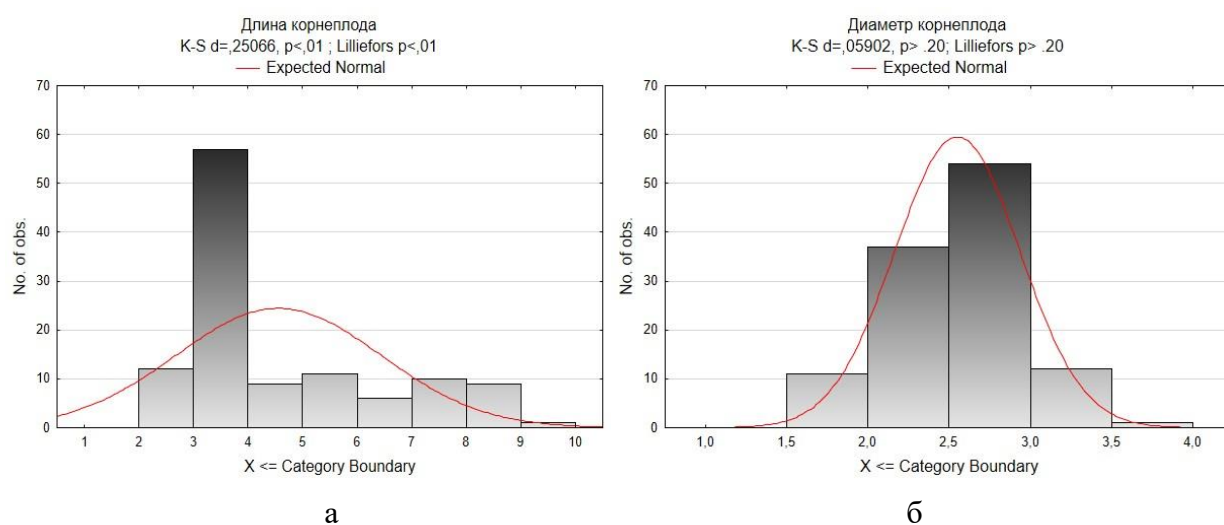


Рис. 7. Гистограммы распределения образцов редиса по признакам размеров корнеплода: а – длина корнеплода, б – диаметр корнеплода

Для селекционной работы в основном используют округлые и овальные сорта, с диаметром корнеплода не менее 2,5 см. В результате изучения коллекции выделились формы с диаметром корнеплода от 3,0 до 4,0 см, к ним относятся образцы сортотипа Красный овально-округлый из Нидерландов (Neogo, к-2166; KD, к-2167; Amora, к-2246; Cherry belle, к-2248), России (Саратовский, к-2210), Венгрии (Pernot retek, к-1703), Великобритании (Чемпион, к-2191; Helro, к-2400) и Германии (Feuerkugel, к-2203), а также образцы сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый – Gaudry (к-2168, Нидерланды), Rund halbrod halbweiss (к-2375, Дания) и Crimson giant (к-2393, Канада) и китайского подвида сортотипа Белый круглый цельнолистный – Вировский белый (к-1666, Россия).

В результате изучения продуктивности образцов редиса коллекция значительно различалась по массе растения (16,8-62,2 г, $CV=27,4\%$) и корнеплода (9,8-31,3 г, $CV=24,3\%$), доле корнеплода от общей массы растения и его товарности (табл. 7, приложение 7).

Небольшую массу корнеплода (до 15 г) имели сортотипы с округлым и округло-овальным корнеплодом и некоторые образцы с цилиндрической формой корнеплода (к-2311, к-

2197, к-2371, к-2366 и к-1939). Основная часть образцов коллекции имела массу корнеплода в пределах 15-20 г. В эту группу вошли образцы красных, желтых и пестрых сортотипов с округлой и округло-овальной формой корнеплода, а также с овальной и удлинненно-цилиндрической формы пестрых и белых сортотипов. Массу 20-25 г имели образцы сортотипов Белый длинный, Красный длинный и несколько образцов сортотипа Красный овально-округлый с диаметром корнеплода 3,0-3,2 см, а также образцы китайского подвида с длинным корнеплодом. Масса больше 25 г была присуща образцам китайского подвида с длинным и круглым корнеплодом, и нескольким образцам европейского подвида сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый: Gaudry (к-2168, Нидерланды), Rund halbrod halbweiss (к-2375, Дания) и Crimson giant (к-2393, Канада), и сортотипа Белый длинный из Ливана (к-2379) и Венгрии (Jegcsap, к-2383). Эти образцы могут быть использованы в качестве исходного материала в селекции на высокую продуктивность.

Важным признаком, определяющим качество урожая, является товарность корнеплода. Основными причинами снижения товарности корнеплодов является неодновременное формирование, раннее стеблевание, растрескиваемость, наличие уродливых корнеплодов и пустот внутри них. В нашем исследовании товарность изменялась в пределах от 10 до 95%. Наименьшее количество товарных корнеплодов формировали образцы сортотипа Красный длинный, у растений отмечалось неодновременное формирование корнеплода и быстрый переход в фазу стеблевания. У образцов сортотипа Розово-красный с белым кончиком цилиндрический отмечалось быстрое дрябление мякоти корнеплода после достижения ими технической спелости, что значительно снижало их товарность. Округлые образцы розово-красной разновидности имели большой разброс товарности – от 50 до 95%, что связано с разной реакцией на условия выращивания. Образцы китайского подвида имели плотную сочную мякоть, не были подвержены раннему стеблеванию и долго сохраняли свои товарные качества.

В целом различия между сортотипами по основным морфологическим признакам листа и корнеплода и продуктивности четко проявляются на уровне подвигов: европейский и китайский, а также между розово-красной, пестрой и белой разновидностями европейского подвида (табл. 7). Сортотип Красный длинный, который относится к розово-красной разновидности, статистически значимо отличается по всем изученным признакам от других сортотипов этой разновидности, и по своим морфологическим показателям оказался ближе к сортотипам китайской розовой разновидности.

Таблица 7. Характеристика сортов типов редиса по морфологическим признакам и продуктивности, среднее за 2016-2018 гг.

Сортотип	Высота розетки, см	Диаметр розетки, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Площадь листовой поверхности, см ²	Длина корнелл., см	Диаметр корнелл., см	Индекс корнелл.	Масса растения, г	Масса корнеллода, г
Красный овально-округлый (44 обр.)	18,7±2,6 ^b 14,4-24,6 13,7%	15,0±1,7 ^b 11,8-18,5 11,4%	10,6±1,2 ^b 8,5-13,1 11,4%	6,8±0,9 ^b 5,2-9,1 13,7%	393,0±87,6 ^b 248,7-595,8 22,3%	3,3±0,3 ^b 2,8-4,5 10,3%	2,8±0,2 ^{bd} 2,4-3,2 7,4%	1,2±0,1 ^b 1,0-1,6 11,2%	30,4±7,2 ^{ab} 16,8-45,9 23,5%	16,7±3,3 ^{ab} 9,9-24,8 19,6%
Розово-красный овальный (5 обр.)	17,9±2,4 ^{bcg} 16,0-21,5 13,6%	14,3±1,5 ^{cg} 12,9-16,7 10,2%	9,9±1,5 ^{ch} 8,8-11,6 14,7%	6,3±1,2 ^{ch} 5,4-8,0 19,3%	346,0±100,0 ^{ch} 268,4-457,2 28,9%	3,5±0,5 ^b 3,0-4,2 13,2%	2,6±0,3 ^c 2,2-2,9 10,4%	1,4±0,3 ^c 1,2-1,9 21,6%	26,8±7,4 ^c 20,1-37,9 27,5%	14,0±2,9 ^c 10,5-17,6 21,0%
Темно-красный округлый (4 обр.)	17,8±0,6 ^{bc} 17,0-18,3 3,3%	14,7±0,7 ^{bc} 14,0-15,5 5,0%	10,1±0,5 ^{bc} 9,6-10,9 5,3%	6,9±0,8 ^{bc} 6,3-8,1 12,2%	351,9±35,7 ^{bc} 320,0-400,9 10,2%	3,4±0,5 ^b 2,8-4,0 14,3%	2,6±0,2 ^c 2,3-2,9 9,0%	1,4±0,2 ^{bc} 1,2-1,7 14,7%	29,7±3,7 ^{abc} 26,8-34,9 12,6%	15,9±1,8 ^{abc} 13,9-17,6 11,4%
Красный длинный (5 обр.)	26,7±1,2 ^h 25,1-28,0 4,6%	20,9±0,8 ^h 20,1-22,2 3,6%	13,4±0,7 ^{dg} 12,3-14,0 4,8%	8,7±0,6 ⁱ 8,1-9,5 6,4%	610,8±55,7 ^d 516,4-658,4 9,1%	8,6±0,6 ^d 7,9-9,4 6,9%	2,2±0,3 ^a 1,8-2,5 12,6%	4,0±0,4 ^e 3,8-4,7 8,7%	52,3±7,9 ^f 40,7-62,2 15,0%	25,2±4,6 ^e 19,0-31,3 18,2%
Роз.-красн. с бел. конч. округл. (14 обр.)	21,0±1,7 ^e 16,5-23,5 8,2%	16,7±1,2 ^{ae} 14,2-18,4 7,1%	11,2±1,0 ^{ae} 9,9-12,9 8,6%	7,4±0,7 ^{ae} 6,2-8,5 9,8%	432,6±73,2 ^{ae} 334,0-563,0 16,9%	3,3±0,3 ^b 2,7-4,0 10,0%	2,8±0,3 ^{bd} 2,5-3,5 11,8%	1,2±0,2 ^b 0,9-1,7 15,1%	34,4±8,5 ^e 21,7-49,2 24,7%	17,7±4,1 ^a 12,0-24,6 23,1%
Роз.-красн. с белым конч. цилиндрический (16 обр.)	20,0±1,4 ^a 16,0-21,2 6,8%	16,4±0,7 ^a 15,0-17,9 4,4%	11,2±0,7 ^a 10,0-12,2 6,0%	7,4±0,7 ^a 6,4-8,4 10,0%	432,9±49,8 ^a 344,3-510,8 11,5%	5,7±0,8 ^a 4,4-7,3 13,5%	2,2±0,3 ^a 1,9-2,8 12,0%	2,7±0,5 ^a 1,8-3,5 19,5%	31,0±7,0 ^{ab} 19,2-42,7 22,5%	16,6±3,6 ^{ab} 9,8-23,5 21,9%
Белый длинный (10 обр.)	22,1±1,4 ^f 20,0-24,9 6,4%	18,5±0,8 ^d 17,6-20,2 4,1%	11,9±0,6 ^f 11,1-12,6 5,1%	7,8±0,5 ^{df} 7,0-8,5 6,6%	475,2±50,3 ^f 420,2-549,1 10,6%	7,4±0,7 ^c 6,0-8,4 9,9%	2,1±0,2 ^a 1,6-2,5 11,7%	3,7±0,6 ^d 2,5-4,5 17,2%	42,5±6,0 ^d 30,3-50,5 14,2%	21,4±3,2 ^d 16,5-26,9 15,0%
Белый круглый (2 обр.)	18,7±3,5 ^{abcgi} 16,2-21,2 18,8%	16,3±1,9 ^{ae} 15,0-17,6 11,4%	11,8±0,1 ^{ae} 11,8-11,8 0,4%	7,8±0,5 ^{ae} 7,4-8,1 6,2%	479,2±5,1 ^{ae} 475,6-482,8 1,1%	3,5±0,9 ^b 2,9-4,2 25,4%	2,7±0,3 ^{bcd} 2,5-2,9 10,0%	1,3±0,2 ^b 1,2-1,5 17,0%	35,3±7,4 ^{ae} 30,0-40,5 21,1%	17,3±4,9 ^{ab} 13,8-20,7 28,5%
Желтый круглый (2 обр.)	18,1±0,3 ^{bcgi} 17,94-18,32 1,5%	14,3±0,3 ^{bcg} 14,1-14,5 1,9%	9,7±0,3 ^{ch} 9,5-9,9 3,1%	6,2±0,2 ^{ch} 6,11-6,35 2,8%	324,1±21,3 ^{ch} 309,0-339,2 6,6%	3,1±0,3 ^b 2,9-3,3 9,8%	2,6±0,2 ^{bc} 2,5-2,8 5,8%	1,2±0,1 ^b 1,2-1,2 4,0%	27,7±4,8 ^{ab} 24,3-31,0 17,2%	15,0±3,4 ^{ab} 12,6-14,4 22,8%
Красный длинноцилиндр. цельнолистный (7 обр.)	23,8±1,7 ^d 21,2-25,5 7,1%	19,1±0,6 ^d 17,9-19,9 3,2%	12,9±1,0 ^d 11,6-14,3 7,9%	8,2±0,4 ^d 7,8-8,9 4,6%	569,1±91,8 ^d 456,9-710,6 16,1%	7,5±1,5 ^c 5,4-9,0 19,9%	2,1±0,3 ^a 1,7-2,4 12,1%	3,7±1,1 ^d 2,3-5,4 30,8%	45,5±4,6 ^d 40,2-52,3 10,2%	22,7±3,5 ^d 18,0-26,8 15,4%
Белый круглый цельнолистный (3 обр.)	21,4±0,9 ^{ef} 20,8-22,4 4,0%	17,0±0,8 ^{ae} 16,1-17,5 4,5%	12,5±0,7 ^{dg} 11,9-13,3 5,5%	7,7±0,4 ^{ae} 7,4-8,1 4,9%	533,9±56,6 ^{dg} 481,8-594,0 10,6%	3,7±0,4 ^b 3,3-4,1 10,8%	2,8±0,4 ^{bd} 2,5-3,3 14,3%	1,3±0,2 ^b 1,1-1,5 15,0%	41,9±8,0 ^d 33,7-49,8 19,2%	23,7±4,9 ^{de} 19,5-29,1 20,6%
Среднее по коллекции (115 обр.)	20,2±2,9 14,4-28,0 14,4%	16,3±2,1 11,8-22,2 13,1%	11,2±1,3 8,5-14,3 11,9%	7,2±1,0 5,2-9,5 13,3%	434,3±101,4 248,7-710,6 23,4%	4,6±1,9 2,7-9,4 41,2%	2,6±0,4 1,6-3,5 15,1%	1,9±1,1 0,9-5,4 56,7%	34,3±9,4 16,8-62,2 27,4%	18,1±4,4 9,8-31,3 24,3%

Примечание: Данные по сортотипам Светло-розовый овальный, Красно-розовый короткоцилиндрический цельнолистный и Красный округлый лировиднолистный не приведены в таблице, т.к. сортотипы представлены одним образцом. Все данные представлены как Mean±SD, X_{min}- X_{max}, CV, %

^{a-i}Значения с разным надстрочным индексом в столбце существенно различались при p <0,05 (Tukey's HSD test).

Таблица 8. Модель сорта/гибрида F₁ редиса для разных способов выращивания

Признак	Степень проявления		
	Открытый грунт	Защищенный грунт	Светокультура
Вегетативный период, дни	20-30	18-23	18-23
Лист: положение	Прямостоячее	Прямостоячее	Прямостоячее
Лист: форма	Лировидно-рассеченная/лировидно-раздельная	Лировидно-рассеченная/лировидно-раздельная	Лировидно-лопастная, цельная
Лист: опушение	Среднее, слабое	Среднее, слабое	Слабое, без опушения
Листовая розетка: размер	Средняя (16-25 см)	Маленькая (11-15 см) / средняя (16-25 см)	Маленькая 11-15 см
Корнеплод: масса, г	От 20 г	От 20 г	От 20 г
Корнеплод: форма	Любая	Округлая, округло-овальная	Округлая, округло-овальная
Корнеплода: окраска поверхности	Любая	Красная/карминно-красная	Любая
Устойчивость к раннему стеблеванию	Высокая	Высокая	Высокая
Устойчивость к пониженной/высокой освещенности	-	Высокая	Высокая
Устойчивость к низкой температуратуре	Высокая	Высокая	-
Товарность, %	Не менее 95%	Не менее 95%	Не менее 90%
Урожайность, кг/м ²	От 3,5	От 3,5	От 4

Для каждого способа выращивания редиса предусмотрена определенная модель сорта/гибрида F₁ (табл. 8) (Янаева, Ховрин, 2013; Синявина и др., 2020). В результате изучения коллекции редиса мы выделили образцы по комплексу признаков, которые подходят для каждого изученного варианта выращивания: для открытого грунта – Rosso Quarantino (к-2127, Италия), Ognista kula (к-2185, Польша), Vetomag (к-2192, Венгрия), Коралл (к-2198, Чехия), Rund halbrod halbweiss (к-2175, Дания); для защищенного грунта – Sermino (к-2234, Франция), Bov (к-2404, Нидерланды), Minitas (к-2405, Нидерланды); для светокультуры – Ohlsens Enke Halflong (к-1762, Дания), KD (к-2167, Нидерланды), Фламинго розовый (к-2451, Россия).

3.1.3.2. Морфологические особенности листового аппарата и корнеплода редьки

Изучение морфометрических параметров редьки проводилось в условиях открытого грунта Ленинградской области в 2016-2018 годах при двух сроках посева. Погодные условия второй половины лета 2016 года не способствовали нормальному росту и развитию растений редьки из-за большого количества осадков, вследствие чего произошло затопление опытного участка, и все растения редьки погибли. Поэтому в работе представлены данные по весеннему сроку посева за 2016-2018 годы, а по летнему сроку – за 2017-2018 годы.

Формирование урожая корнеплодов редьки главным образом зависит от размеров ассимиляционного аппарата, а также от скорости оттока ассимилятов из листьев в корнеплод. По нашим наблюдениям первая пара настоящих листьев появлялась на 8-10 день после всходов, следующие листья появлялись с интервалом 3-5 дней. Первые дни после появления листьев

росли очень интенсивно, затем – замедленно. Погодные условия в начальный период роста листа оказывали сильное влияние на скорость увеличения листовой пластинки. К началу товарной спелости растения редьки в зависимости от образца формировали 8-13 (европейский подвид), 10-17 (китайский подвид) и 15-30 (японский подвид) листьев. Наблюдалось различное варьирование признаков листового аппарата при разных сроках посева (приложение 8).

Высота и диаметр розетки характеризовались средней изменчивостью (14,2% и 11,0%), и варьировали в пределах 18,1-34,3 см и 20,4-35,8 см, соответственно. Большая часть образцов коллекции имела розетку листьев среднего размера раскидистой и полураскидистой формы (высота – 22-26 см, диаметр – 26-30 см); крупную розетку листьев формировали образцы летних европейских редек и несколько образцов дайконов из Японии: Саката Тэнсюн (к-2112), Нацу Салари (к-2157), Shinuchi Sobutori (к-2136), Unzen shigatsu (к-2063) (рис. 8).

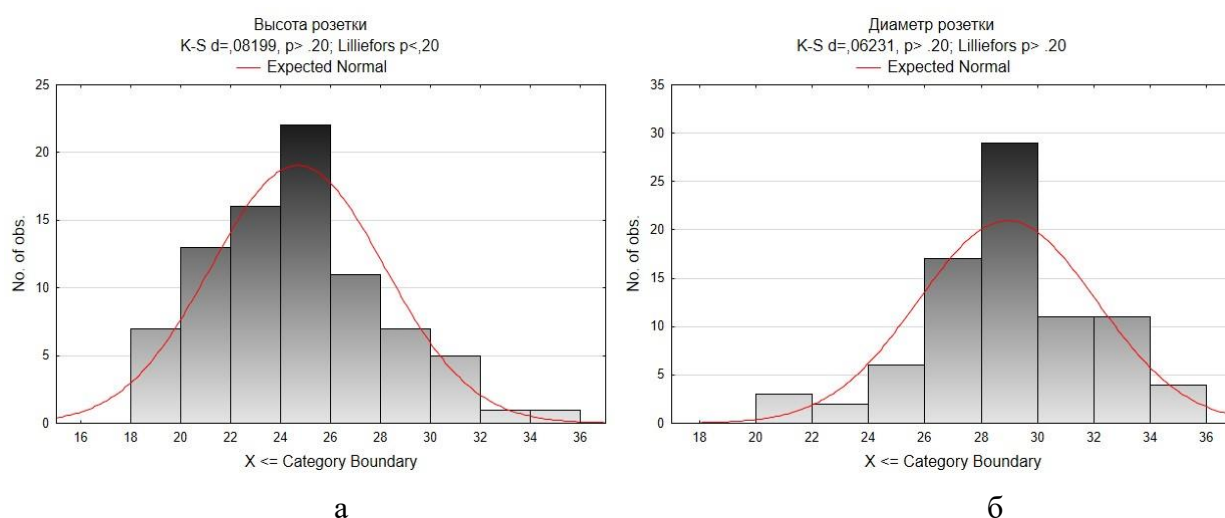


Рис. 8. Гистограммы распределения образцов редьки по признакам величины розетки листьев: а – высота розетки, б – диаметр розетки

Выделены образцы китайских и японских редек с небольшой компактной розеткой листьев – лобы сортотипа Белая длинная цилиндрическая из Вьетнама (Bai cu, к-2122) и Ю.Кореи (Euisungbanchung, к-2153; Iangsue, к-2173) и дайконы из Японии (Хорийоу, к-2161; Местный, к-2155; Миясигэ Оонага, к-2034; Mijshige long pointed rooted, к-2093; All season cross, к-2137; Unsen-4-gatsu, к-1946; Акасудзи, к-2160) и России (Петербургский, вр.к-3337; Саша, к-2142).

Размеры листа (длина – 9,3-19,3 см, ширина – 7,8-11,5 см) характеризовались средней и слабой степенью изменчивости, а площадь листовой поверхности изменялась в широких пределах (526,8-2341,4 см²). Крупные листья с широкой пластинкой листа и большую ассимиляционную поверхность формировали образцы летней европейской редьки – Аджарская (к-1675, Грузия), розово-красной лобы – Nerima Pointed rooted (к-1935, Япония) и дайконы из Японии – Саката Тэнсюн (к-2112), Ясато рисо (к-2159), Kuoba Kaupuo (к-2113), Unzen shigatsu (к-2063), Коно Хаябутори (к-2110) и Белоруссии – Гасцинец (к-2183).

Небольшими размерами и площадью (до 1000 см²) листовой поверхности характеризовались образцы зимней европейской редьки из России – Зимняя белая (к-1499), лобы сортотипов Белая длинно-цилиндрическая – Анбенму (к-1891, Ю. Корея), Bai su (к-2122, Вьетнам), Зеленая цилиндрическая – Местные из Казахстана (к-1816) и Узбекистана (к-2000) и Красная округлая лировиднолистная – Местная (к-1967, Афганистан), дайконы из Японии – Nakatra haruwaka (к-1958), Eifuku 2 (к-2134), Харйоу (к-2161), Местная (к-2155), Sluio miyashige (к-1972), Mijshige long pointed rooted (к-2093), Unsen-4-gatsu (к-1946) и Акасудзи (к-2160).

Отмечено разнообразие по форме пластинки (лировидно-рассеченная лировидно-лопастная и цельная; узкая и широкая), окраске (темно-зеленая, зеленая, светло-зеленая) и опушенности листа. Большая часть образцов имела широко- и узколировидно-рассеченную форму с разной степенью опушения – от слабой до сильной.

В зависимости от сортовых особенностей начало формирования корнеплода у редьки отмечалось на 20-30 день от массовых всходов. Отмечено большое разнообразие по длине (5,3-26,6 см) и диаметру корнеплода (3,0-8,0 см) и его форме (0,8-8,0) (табл. 9, приложение 9). Большая часть изученной коллекции характеризовалась длиной корнеплода от 10,0 до 20,0 см и диаметром – от 5,0 до 7,0 см (рис. 9). Эти образцы имели овальную или цилиндрическую форму корнеплода. Среди изученных образцов редьки были выявлены следующие формы корнеплодов: плоскоокруглая (индекс формы менее 1,0), округлая (1,0-1,5), овальная и удлинненно-овальная (1,51-2,0), цилиндрическая и удлинненно-цилиндрическая (2,01-4,0), коническая и веретеновидная (4,01-6,0), – с различными видами сбega: вниз, вверх или вниз и вверх.

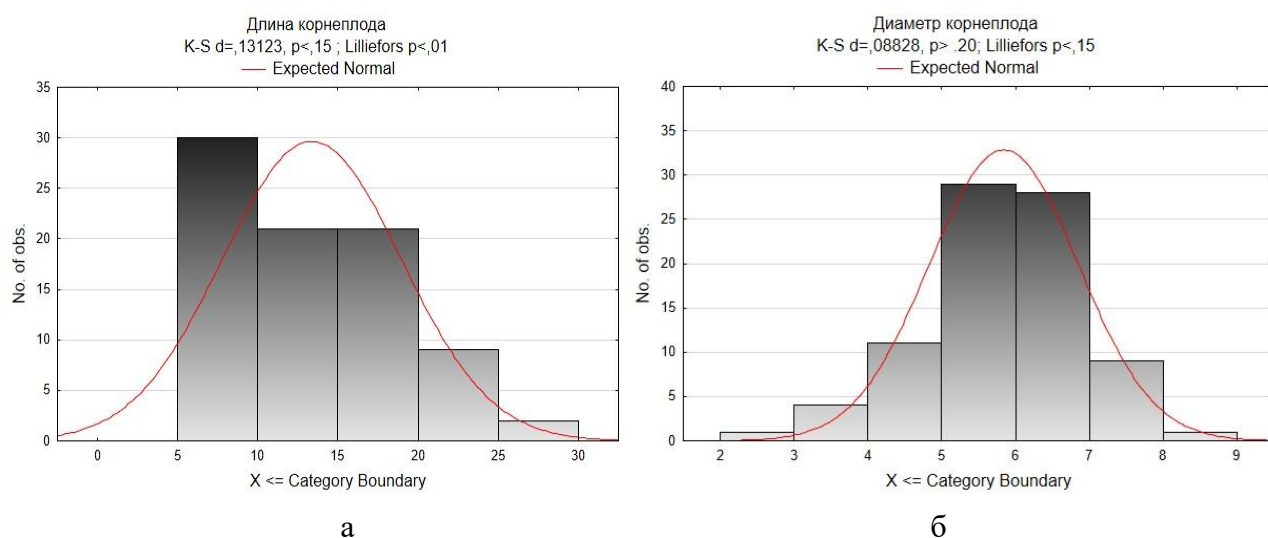


Рис. 9. Гистограммы распределения образцов редьки по признакам размеров корнеплода: а – длина корнеплода, б – диаметр корнеплода

Исследование включало следующие варианты окраски коры корнеплода редьки (по Сазоновой, 1985): белая, белая с зеленой головкой, черная, зеленая, зеленая с белым кончиком, розово-красная, красная. Мякоть корнеплода у образцов была в основном белого цвета, у образцов с зеленой окраской коры – светло-зеленая.

В результате изучения элементов продуктивности редьки определена амплитуда варьирования массы растения (224,6-691,5 г) и корнеплода (80,5-448,3 г), которые имели высокую степень изменчивости ($CV=25,1$ и $30,7\%$), а также доли корнеплода ($16,3-83,3\%$) (табл. 9, приложение 10). Небольшую массу корнеплода (до 150 г) имели 4 образца: редька летняя европейская (к-2163, Россия), лоба с белой (к-2153, Ю. Корея) и красной (к-2094, Япония) окраской корнеплода и дайкон (к-1946, Япония). Основная часть образцов коллекции имела массу корнеплода 151-250 г. В эту группу входили образцы зимней черной редьки (9 обр.), лобы с белой (4 обр.), зеленой (6 обр.) и красной (7 обр.) окраской корнеплода и дайконы (13 обр.). Массой 251-350 г характеризовались образцы летней (2 обр.) и зимней (4 обр.) европейской редьки, лобы с белой (6 обр.) и красной (3 обр.) окраской корнеплода и дайконы (10 обр.). Масса 351-400 г отмечена у образцов зимней белой редьки (1 обр.), лобы с белым корнеплодом (3 обр.) и дайконов (7 обр.). Массу более 400 г имели образцы зимней черной редьки (к-2182) и дайконы из Японии (к-2157, к-2113) и Ю.Кореи (к-2178). Эти образцы могут быть использованы в качестве исходного материала в селекции на высокую продуктивность.

Основными причинами снижения товарности корнеплодов редьки являются: растрескиваемость и образование пустот, неодновременное формирование корнеплодов. Растрескиваемость корнеплодов обусловлена нарушением водного режима во время роста и развития растений, из-за резкой смены засушливых и дождливых дней в течение вегетационного периода у некоторых образцов дайкона и зимних редьек образовывались пустоты в корнеплоде.

Низкотоварные корнеплоды (товарность менее 50%) формировали в основном образцы местных сортопопуляций лобы из Китая, Ю. Кореи и Киргизии и несколько образцов дайкона осенней группы. Эти образцы сильно поражались личинками капустной мухи и формировали невыровненные по форме корнеплоды.

Высокая товарность корнеплода (более 80%) отмечена у образцов европейской зимней группы разновидностей и дайконов типа Миновасе (к-2155), Миясиге (к-2034, к-2137), Ниненго (к-2110), Сироагири (к-2175, к-2177) и Шогоин (к-2142).

Среди остальных образцов отмечалась значительная изменчивость товарности корнеплодов, что определяется особенностями генотипа в различных условиях выращивания. Отмечено, что ранний переход в фазу стеблевания у редьки незначительно сказывается на качестве корнеплодов, продолжается его рост и развитие параллельно с образованием цветоноса и без ухудшения качества мякоти.

В результате анализа полученных данных, выявлено, что существенных различий между сортотипами редьки по морфологическим признакам розетки и листа, и продуктивности практически нет, существенные различия между сортотипами найдены по признакам корнеплода (табл. 9).

Таблица 9. Характеристика сортотипов редьки по морфологическим признакам и продуктивности, среднее за 2016-2018 гг.

Сортотип	Высота розетки, см	Диаметр розетки, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	С листовой поверхности, см ²	Длина корнепл., см	Диаметр корнепл., см	Индекс корнепл.	Масса растения, г	Масса корнеплода, г
Летняя белая округлая (3 обр.)	31,2±1,5 ^b 29,8-32,7 4,7%	32,3±2,6 ^{bc} 29,8-35,0 8,1%	14,3±1,5 ^{abc} 12,6-15,2 10,1%	8,7±0,5 ^{ac} 8,2-9,3 6,1%	1311,3±278,5 ^{abc} 990,6-1491,3 21,2%	6,9±0,9 ^{bc} 6,3-7,9 12,6%	6,7±0,8 ^{bcd} 5,8-7,3 11,9%	1,1±0,1 ^{bcd} 0,9-1,2 12,1%	386,2±111,1 ^{abc} 259,1-465,0 28,8%	238,1±84,0 ^{abcde} 146,8-312,0 35,3%
Зимняя черная круглая (11 обр.)	25,3±1,6 ^a 22,7-28,5 6,3%	30,8±2,4 ^{abc} 27,8-35,4 7,8%	15,2±0,6 ^{abc} 14,0-16,1 4,2%	10,6±0,3 ^{bd} 10,2-11,2 3,2%	1407,0±121,7 ^{abc} 1188,9-1586,9 8,7%	6,5±0,9 ^{bcd} 5,3-7,9 13,7%	6,9±0,7 ^{bcd} 6,0-7,9 9,8%	0,9±0,1 ^{cde} 0,8-1,1 9,1%	339,8±97,7 ^{abc} 245,1-583,5 28,8%	223,3±78,6 ^{abcde} 153,2-413,5 35,2%
Зимняя белая круглая (4 обр.)	25,3±4,4 ^{ab} 21,8-30,9 17,4%	33,2±1,3 ^c 32,3-35,1 3,9%	13,9±1,3 ^{abc} 12,0-15,2 9,6%	10,5±0,7 ^{abd} 10,0-11,4 6,2%	1184,4±214,2 ^{abc} 885,2-1394,3 18,1%	8,1±0,4 ^b 7,5-8,4 5,3%	7,7±0,3 ^c 7,4-8,0 3,5%	1,1±0,1 ^{bc} 0,9-1,1 9,1%	455,3±29,0 ^{abc} 424,9-484,5 6,4%	310,1±35,9 ^{abcde} 268,3-355,8 11,6%
Лоба белая длинно-цилиндр. (14 обр.)	24,0±3,4 ^a 18,9-29,4 14,2%	28,4±2,8 ^{ab} 21,2-32,0 9,7%	14,3±1,2 ^{abc} 12,4-16,3 8,2%	9,7±0,8 ^{abc} 8,5-11,1 8,2%	1261,5±198,7 ^{abc} 982,0-1654,8 15,8%	14,5±3,1 ^a 8,0-19,4 21,0%	5,7±0,9 ^a 3,5-6,8 16,0%	2,7±1,0 ^a 1,2-5,5 37,8%	462,9±108,1 ^{abc} 362,4-691,5 23,4%	272,6±76,8 ^{abcde} 124,4-394,0 28,2%
Лоба зеленая цилиндрическая (6 обр.)	23,9±1,5 ^a 21,2-25,4 6,3%	29,2±2,4 ^{ab} 26,3-32,3 8,3%	13,9±1,6 ^{bc} 11,5-15,2 11,4%	10,1±0,5 ^{abcd} 9,6-11,0 5,2%	1184,2±253,0 ^a 808,8-1409,7 21,4%	11,2±3,2 ^{abce} 8,0-16,2 28,1%	5,7±0,5 ^{abd} 5,0-6,4 8,5%	2,0±0,8 ^{abcd} 1,3-3,3 37,4%	381,9±102,7 ^{abc} 275,1-571,7 26,9%	218,2±31,1 ^{abcde} 161,1-246,0 14,2%
Лоба красная цилиндрическая лировид. (4 обр.)	22,8±1,1 ^a 21,3-23,9 4,9%	28,4±1,4 ^{ab} 27,0-29,9 4,9%	13,3±0,6 ^{abc} 12,8-14,1 4,4%	9,5±0,4 ^{abcd} 9,2-10,1 4,4%	1100,1±101,9 ^{ac} 1003,4-1239,1 9,3%	13,4±0,8 ^a 12,4-14,2 6,1%	5,9±0,4 ^{ab} 5,4-6,4 7,1%	2,3±0,2 ^{ab} 2,0-2,6 10,4%	377,8±64,6 ^{ac} 282,7-420,4 17,1%	278,5±53,6 ^{abcde} 199,6-318,7 19,2%
Лоба красная округлая лировид. (5 обр.)	23,8±3,5 ^a 18,1-27,4 14,6%	29,4±3,4 ^{ab} 26,0-33,9 11,7%	13,1±2,3 ^{cb} 9,3-15,2 17,2%	9,5±0,9 ^{abc} 8,5-10,5 9,2%	1077,3±329,4 ^a 526,8-1405,5 30,6%	7,5±1,3 ^{bcd} 6,1-9,4 17,8%	6,1±0,5 ^{abdf} 5,3-6,5 8,5%	1,2±0,3 ^{bcd} 0,9-1,7 26,0%	306,4±49,0 ^{bc} 224,6-349,6 16,0%	179,0±36,2 ^{cde} 116,6-204,5 20,3%
Лоба роз.-красная цилиндр. цельн. (2 обр.)	24,5±2,0 ^{ab} 23,1-25,9 8,0%	28,2±1,6 ^{abc} 27,1-29,3 5,5%	17,5±1,0 ^a 16,8-18,2 5,7%	9,8±0,5 ^{abcd} 9,4-10,1 5,1%	1883,6±184,6 ^b 1753,1-2014,1 9,8%	13,5±2,3 ^{abef} 11,9-15,1 16,8%	5,7±0,4 ^{abdeg} 5,4-5,9 6,3%	2,4±0,6 ^{abcdg} 2,0-2,8 23,2%	338,1±55,8 ^{abc} 298,6-377,5 16,5%	246,0±5,9 ^{abcde} 241,8-250,1 2,4%
Дайкон Камейдо (7 обр.)	25,2±4,1 ^{ab} 18,4-31,5 16,2%	28,3±2,9 ^{ab} 24,3-33,2 10,2%	14,5±2,4 ^{abc} 12,3-18,6 16,4%	9,3±0,8 ^{abc} 7,9-10,5 8,7%	1344,4±468,0 ^{abc} 948,9-2221,0 34,8%	17,9±3,4 ^{fh} 13,6-22,9 19,1%	5,4±0,8 ^{abfh} 3,9-6,2 13,8%	3,4±1,1 ^{abgi} 2,2-5,5 31,6%	467,3±99,5 ^a 354,7-649,1 21,3%	297,8±78,3 ^{abd} 176,90-376,50 26,3%
Дайкон Миновасе (7 обр.)	25,5±3,4 ^a 20,6-29,8 13,4%	28,7±3,2 ^{abc} 24,3-33,2 11,0%	14,8±2,7 ^{abc} 10,0-17,8 18,0%	10,0±1,0 ^{abd} 8,3-11,5 10,0%	1414,5±486,4 ^{abc} 617,1-2040,2 34,4%	18,2±4,6 ^{ghi} 13,3-26,6 25,4%	5,1±0,9 ^{abghi} 3,9-6,2 16,7%	3,8±1,4 ⁱ 2,1-5,5 36,3%	424,6±110,9 ^{abc} 324,0-636,6 26,1%	281,7±108,4 ^{abcd} 156,9-448,3 38,5%
Дайкон Ниненго (4 обр.)	25,0±7,0 ^{ab} 19,0-34,3 28,0%	27,8±5,8 ^{abc} 22,3-35,8 20,9%	14,7±3,2 ^{abc} 11,5-18,5 21,6%	9,6±1,2 ^{abcd} 8,1-10,9 12,6%	1408,5±611,9 ^{cb} 889,8-2222,3 43,4%	23,3±2,4 ^g 21,0-26,4 10,2%	4,5±1,0 ^g 3,0-5,2 22,1%	5,6±1,7 ^h 4,1-8,0 31,0%	501,9±82,6 ^{ab} 422,7-615,3 16,5%	264,5±133,9 ^{abcde} 80,5-400,7 50,6%
Дайкон Мяси́ге (10 обр.)	24,2±3,9 ^a 19,3-30,9 16,2%	26,8±2,8 ^{ab} 22,0-31,4 10,3%	14,0±2,2 ^{abc} 11,9-19,3 16,0%	9,4±0,9 ^{abc} 7,8-11,2 9,9%	1235,7±437,0 ^{abc} 872,3-2341,4 35,4%	17,9±4,5 ^{ah} 10,7-24,5 24,9%	5,1±0,8 ^{abghi} 3,8-6,6 15,5%	3,7±1,2 ^{gij} 1,8-5,3 33,2%	400,2±86,4 ^{abc} 316,0-570,7 21,6%	268,2±69,9 ^{abcd} 167,9-404,5 26,0%
Дайкон Сироагири (4 обр.)	25,5±3,2 ^{ab} 21,9-29,2 12,4%	30,0±1,0 ^{abc} 29,4-31,5 3,3%	14,3±0,4 ^{abc} 13,7-14,7 3,1%	8,9±0,6 ^c 8,2-9,6 6,7%	1277,7±62,9 ^{abc} 1194,2-1333,8 4,9%	13,7±4,1 ^{aefhi} 8,3-18,1 30,1%	6,0±0,2 ^{abcd} 5,8-6,3 3,8%	2,3±0,7 ^{abig} 1,4-3,1 30,4%	441,4±91,9 ^{ab} 313,2-512,6 20,8%	322,6±107,8 ^{ab} 170,5-421,9 33,4%
Среднее по коллекции (83 обр.)	24,7±3,5 18,1-34,3 14,2%	29,0±3,2 20,4-35,8 11,0%	14,4±1,8 9,3-19,3 12,5%	9,8±0,9 7,8-11,5 9,0%	1292,8±330,2 526,8-2341,4 25,5%	13,4±5,6 5,3-26,6 41,8%	5,8±1,0 3,0-8,0 17,3%	2,5±1,5 0,8-8,0 59,3%	407,7±102,4 224,6-691,5 25,1%	259,8±79,9 80,5-448,3 30,8%

Примечание: данные по сортотипам дайкона Сакураджима и Шогоин не представлены, т.к. они представлены одним образцом.

Все данные представлены как Mean±SD, X_{min}- X_{max}, C_v, %

^{a-j}Значения с разным надстрочным индексом в столбце существенно различались при p <0,05 (Tukey's HSD test).

3.1.4 Фенотипическая изменчивость количественных признаков *R. sativus*

Изменчивость характеризует норму реакции вида на взаимодействия факторов среды, его возможности к приспособляемости (Пивоваров, Добруцкая, 2000). Мерой изменчивости признаков является коэффициент вариации. Способность растений к выраженной изменчивости определяет их тактику защиты от неблагоприятных факторов и выступает как адаптация растений к экологическим условиям произрастания. Повышенная изменчивость признаков у растений наблюдается в случаях значительной дифференциации генотипов по морфологической структуре и интерпретируется как проявление фенотипической пластичности и способности растений приспосабливаться к условиям произрастания (Марков, 2012).

Для формирования наивысшего урожая и наиболее полной реализации адаптивного потенциала культурных видов растений в конкретных условиях, необходимо знание уровня фенотипической изменчивости хозяйственно ценных признаков в меняющихся условиях среды (Jonson et al., 1983; Добрянский, Бельский, 1987; Жученко, 1988). Информация о фенотипической изменчивости признаков, дополненная знанием корреляции между ними, позволяет вести эффективный отбор по комплексу признаков, в том числе по адаптивности (Лудилов, 2009). Кроме того, имеет значение информация не только по хозяйственно ценным признакам, т.к. адаптивно значимым может быть любой из признаков (Сазонова, 1990; Синская, 1963).

Экологическая оценка исходного материала основана на использовании информации о реакции растений на изменение условий выращивания (место, сроки посева, открытый или защищенный грунт). Каждая сортопопуляция характеризуется определенным уровнем генотипической и фенотипической изменчивости. Фенотипическая изменчивость связана с реакцией одного и того же организма на изменение внешних условий. Фенотипическая изменчивость делится на индивидуальную, сезонную и эколого-географическую изменчивость. Определение этих модификаций организма значительно облегчает распознавание ценных генотипов (Гуляев, 1987).

Мы изучили влияние температурного режима, длины светового дня и интенсивности освещенности на продолжительность вегетативного периода, морфологических параметров растений и признаков продуктивности.

3.1.4.1 Изменчивость фенологических и морфологических признаков редиса

Для изучения фенотипической изменчивости оценили 87 образцов редиса в четырех условиях выращивания. Изучение фенологических и морфологических признаков растений образцов коллекции выявило широкую амплитуду варьирования и различное влияние условий выращивания на проявление изменчивости.

В таблице 10 приведены данные по продолжительности вегетативного периода, морфометрии и изменчивости параметров редиса за годы исследований в разных условиях выращивания.

Таблица 10. Изменчивость продолжительности вегетативного периода и количественных признаков листового аппарата и корнеплода редиса за 2016-2018 гг. в четырех условиях выращивания (87 образцов)

Параметры изменчивости	Зимняя теплица			Среднее	Весенняя теплица			Среднее	Открытый грунт			Среднее	ИС	Среднее по коллекции:
	2016	2017	2018		2016	2017	2018		2016	2017	2018			
Вегетативный период, дни														
X _{ср} ±SE	33,6±0,5	32,4±0,5	32,5±0,4	32,9±0,3	24,5±0,4	25,9±0,3	24,0±0,34	24,8±0,2	25,0±0,4	25,0±0,3	24,0±0,3	24,7±0,2	22,9±0,2	26,3±0,1
Median	32,0	31,0	31,0	32,0	23,0	24,0	23,0	23,0	23,0	24,0	23,0	23,0	21,0	24,0
X _{min} - X _{max}	26,0-51,0	24,0-49,0	24,0-48,0	24,0-51,0	19,5-41,0	21,0-39,0	18,0-37,0	18,0-41,0	20,0-40,0	19,5-38,0	19,0-36,0	19,0-40,0	18,0-34,0	18,0-51,0
Std. Dev.	6,1	5,9	5,5	5,8	4,7	4,3	4,5	4,6	4,8	4,2	3,9	4,3	4,2	6,2
CV, %	18,0	18,2	16,9	17,8	19,2	16,8	18,7	18,4	19,2	16,7	16,1	17,5	18,2	23,4
Высота розетки, см														
X _{ср} ±SE	18,2±0,2	18,4±0,2	20,0±0,2	18,9±0,1	20,0±0,3	20,1±0,3	20,9±0,3	20,3±0,2	19,8±0,3	18,9±0,3	21,3±0,3	19,9±0,2	19,9±0,2	19,8±0,1
Median	18,2	18,1	20,0	18,7	19,7	19,4	20,7	20,0	20,0	18,6	21,4	20,0	20,0	19,7
X _{min} - X _{max}	10,4-24,3	12,6-25,7	12,9-27,6	10,4-27,6	13,0-29,8	13,0-30,4	12,0-30,1	12,0-30,4	10,5-27,5	10,8-27,0	11,1-27,8	10,5-27,8	12,6-29,9	10,4-30,4
Std. Dev.	2,8	2,9	2,8	2,9	3,8	4,2	3,8	4,0	3,7	3,5	3,7	3,8	3,7	3,7
CV, %	15,5	15,8	14,2	15,7	19,0	21,0	18,1	19,4	18,9	18,5	17,3	18,9	18,6	18,5
Диаметр розетки, см														
X _{ср} ±SE	16,2±0,2	16,6±0,2	16,4±0,2	16,4±0,1	15,8±0,2	16,3±0,2	15,8±0,2	15,9±0,1	16,6±0,2	15,5±0,2	17,6±0,2	16,6±0,1	15,2±0,1	16,0±0,1
Median	16,1	16,4	16,5	16,4	15,5	16,0	15,9	15,7	16,7	15,6	18,2	16,7	15,0	16,0
X _{min} - X _{max}	11,5-23,0	11,7-21,1	10,3-22,1	10,3-23,0	9,8-22,7	11,0-24,7	10,0-20,8	9,8-24,7	12,3-21,3	11,0-19,8	9,9-23,3	9,9-23,3	9,5-22,3	9,5-24,7
Std. Dev.	2,2	2,1	2,2	2,2	2,9	3,2	3,0	3,0	2,2	2,1	2,8	2,6	2,6	2,7
CV, %	13,8	12,7	13,6	13,4	18,1	19,5	19,1	18,9	13,3	13,8	16,1	15,5	17,3	16,6
Длина листа, см														
X _{ср} ±SE	10,9±0,1	10,8±0,1	11,9±0,1	11,2±0,1	10,2±0,1	10,4±0,1	11,1±0,2	10,5±0,1	10,9±0,1	10,4±0,1	11,7±0,1	11,0±0,1	11,2±0,1	10,9±0,1
Median	10,8	10,6	12,0	11,2	10,1	10,3	10,5	10,4	11,0	10,2	12,0	11,0	11,2	11,0
X _{min} - X _{max}	6,5-15,2	7,4-15,0	7,3-16,7	6,5-16,7	6,5-15,0	6,3-15,0	6,3-15,6	6,3-15,6	6,6-15,7	6,3-16,0	7,0-15,6	6,3-16,0	7,9-15,5	6,3-16,7
Std. Dev.	1,7	1,5	1,7	1,7	1,8	1,8	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,8	1,7	1,8
CV, %	15,6	14,0	14,2	15,3	18,0	17,4	18,3	18,2	16,4	16,6	13,7	16,3	15,2	16,4
Ширина листа, см														
X _{ср} ±SE	7,5±0,1	7,5±0,1	8,1±0,1	7,7±0,1	6,5±0,1	6,6±0,1	6,9±0,1	6,7±0,1	7,0±0,1	6,8±0,1	7,5±0,1	7,1±0,1	6,9±0,1	7,1±0,1
Median	7,3	7,3	8,0	7,7	6,4	6,7	6,9	6,6	7,2	6,9	7,6	7,2	7,0	7,0
X _{min} - X _{max}	4,8-11,2	5,0-10,5	4,8-12,4	4,8-12,4	4,0-9,3	4,0-9,2	3,9-10,3	3,9-10,3	4,4-9,3	4,4-9,0	4,0-10,0	4,0-10,0	4,6-9,2	3,9-12,4
Std. Dev.	1,3	1,1	1,4	1,3	1,2	1,2	1,4	1,3	1,1	1,0	1,2	1,2	1,2	1,3
CV, %	17,6	15,3	16,7	17,1	19,1	18,1	20,3	19,4	15,8	15,0	16,4	16,3	17,2	18,3
Длина корнеплода, см														
X _{ср} ±SE	4,4±0,1	4,6±0,1	5,0±0,2	4,7±0,1	3,9±0,1	3,9±0,1	4,3±0,2	4,0±0,1	4,5±0,1	4,1±0,1	4,6±0,2	4,4±0,1	4,7±0,1	4,5±0,1
Median	3,9	3,8	4,2	4,0	3,1	3,0	3,2	3,1	3,6	3,4	3,8	3,6	3,8	3,7
X _{min} - X _{max}	2,3-9,0	2,5-9,0	2,4-10,0	2,3-10,0	1,7-9,3	1,9-9,1	1,9-12,0	1,7-12,0	2,5-10,2	2,0-9,0	2,0-10,6	2,0-10,6	2,5-11,4	1,7-12,0
Std. Dev.	1,6	1,7	2,0	1,8	1,8	1,9	2,2	12,0	1,8	1,8	2,0	1,9	2,0	1,9
CV, %	36,4	35,9	39,1	37,7	46,7	48,1	51,4	49,1	40,2	43,2	43,0	42,3	42,8	43,2
Диаметр корнеплода, см														
X _{ср} ±SE	2,3±0,0	2,3±0,1	2,5±0,1	2,4±0,1	2,5±0,1	2,6±0,1	2,7±0,1	2,6±0,1	2,7±0,1	2,7±0,1	2,8±0,1	2,7±0,1	2,5±0,1	2,6±0,1
Median	2,3	2,4	2,5	2,4	2,5	2,6	2,6	2,6	2,8	2,7	2,9	2,8	2,5	2,5

X _{min} - X _{max}	0,9-3,6	1,2-4,0	1,0-3,8	0,9-4,0	1,5-3,7	1,6-3,9	1,5-4,0	1,5-4,0	1,5-4,0	1,4-4,4	1,8-4,3	1,4-4,4	1,4-3,6	0,9-4,4
Std. Dev.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
CV, %	20,6	20,3	20,0	20,4	15,6	16,8	16,0	16,3	19,4	20,0	20,1	19,9	18,5	19,4
Масса растения, г														
X _{cp} ±SE	32,6±0,8	33,2±0,8	34,1±0,9	33,3±0,5	31,7±0,9	32,6±0,9	33,4±1,0	32,6±0,5	35,7±0,7	35,7±0,8	39,1±0,8	36,9±0,5	30,6±0,5	33,3±0,3
Median	31,6	30,9	33,1	31,5	28,8	31,8	31,1	30,7	36,0	35,4	39,9	36,2	29,2	32,4
X _{min} - X _{max}	14,5-59,6	13,9-61,2	15,1-65,2	13,9-65,2	13,1-62,5	13,2-58,6	12,4-68,8	12,4-68,8	18,0-59,5	15,6-68,8	16,8-58,9	15,6-68,8	11,4-56,8	11,4-68,8
Std. Dev.	10,2	10,6	11,3	10,7	11,6	11,7	12,9	12,1	9,6	10,8	10,6	10,5	11,7	11,5
CV, %	31,3	32,0	33,3	32,2	36,6	35,9	38,8	37,2	27,0	30,1	27,2	28,4	38,1	34,4
Масса корнеплода, г														
X _{cp} ±SE	16,4±0,4	16,5±0,4	17,2±0,4	16,7±0,2	17,4±0,5	17,7±0,5	18,3±0,5	17,8±0,3	19,8±0,4	19,3±0,4	20,9±0,4	20,0±0,2	16,6±0,2	17,8±0,1
Median	15,9	15,3	16,2	15,8	16,4	17,4	17,4	17,0	19,0	18,9	20,9	19,4	16,4	17,2
X _{min} - X _{max}	7,8-31,8	8,1-30,0	7,4-33,7	7,4-33,7	7,2-32,4	6,3-34,4	7,9-36,0	6,3-36,0	10,6-38,2	9,0-37,2	9,2-32,3	9,0-38,4	6,4-37,0	6,3-38,2
Std. Dev.	5,0	5,2	5,8	5,3	6,1	6,2	6,9	6,4	5,3	5,4	5,4	5,4	5,6	5,9
CV, %	30,4	31,6	33,8	32,0	35,0	35,2	37,4	35,9	26,8	28,2	25,8	27,1	33,7	33,0

Сравнительный анализ продолжительности вегетативного периода показал, что условия выращивания оказывают существенное влияние на проявление данного признака. В целом коллекция редиса во всех условиях выращивания характеризовалась высокой изменчивостью продолжительности вегетативного периода ($CV=23,4\%$) (табл.10).

В условиях открытого грунта и зимней теплицы продолжительность вегетативного периода в среднем по коллекции была более стабильна ($CV=17,5-17,8\%$), чем в условиях интенсивной светокультуры и весенней теплице ($CV=18,2$ и $18,4\%$).

Прослеживалась тенденция к сокращению продолжительности вегетативного периода при выращивании в условиях интенсивной светокультуры и, наоборот, увеличение в зимней теплице (рис. 10). Резкое увеличение продолжительности вегетативного периода при выращивании в зимней теплице связано с низкой освещенностью ($r=-0,64$; $p\leq 0,05$) – 20% от оптимума (табл. 11). Установлено незначительное сокращение вегетативного периода при выращивании в открытом грунте (световой день 16,0-18,2 ч) по сравнению с весенней теплицей (световой день 13,3-16,0 ч), что, вероятно, связано с длительностью светового дня ($r=-0,32$; $p\leq 0,05$). Сокращение вегетативного периода в условиях светокультуры связано главным образом с высокой интенсивностью освещения (15-20 кЛк).

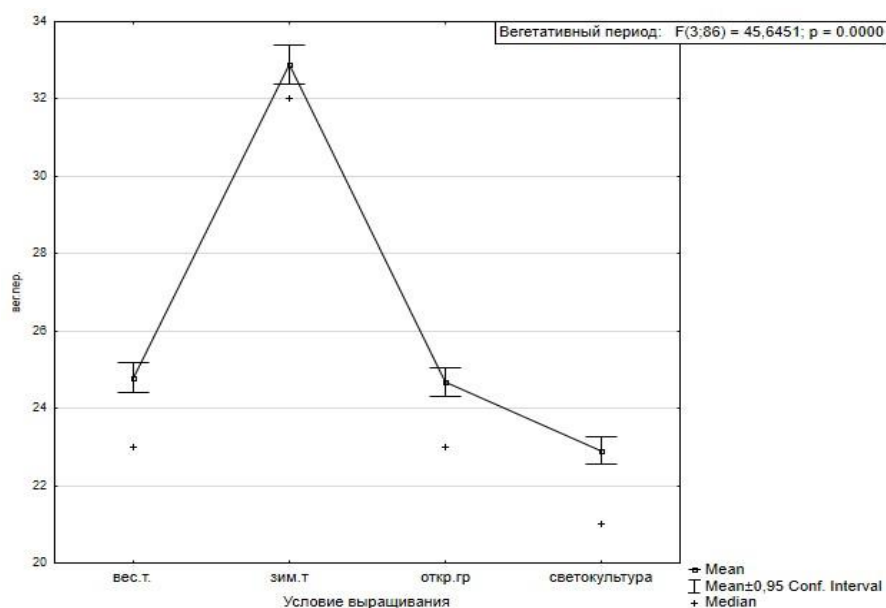


Рис.10. Изменчивость продолжительности вегетативного периода у редиса в различных условиях выращивания

Отдельные ультраскороспелые и скороспелые образцы из Нидерландов (к-2239, к-2250), Италии (к-2127), Танзании (к-2133) и Алжира (к-2156), принадлежащие к сортотипам Красный овально-округлый и Розово-красный с белым кончиком округлый, характеризовались малой изменчивостью вегетативного периода во всех условиях выращивания, коэффициент вариации был в пределах 10,6-11,4%.

Таблица 11. Корреляционная матрица зависимости количественных признаков редиса от условий среды ($p \leq 0,05$)

Признак	$\sum t, ^\circ\text{C}$	Продолжительность светового дня, час	Освещенность, Лк	Толщина корнеобитаемого слоя, см
Вегетативный период	-0,07	-0,32	-0,64	-0,26
Стеблевание	-0,15	0,36	0,36	-
Высота розетки	-	0,13	0,13	0,13
Диаметр розетки	-0,12	0,10	-0,11	0,11
Длина листа	0,15	-0,09	-0,05	-0,09
Ширина листа	0,08	-0,13	-0,23	-0,13
Длина корнеплода	0,11	-0,10	-0,06	-0,12
Диаметр корнеплода	-0,12	0,22	0,25	0,21
Индекс корнеплода	0,12	-0,14	-0,09	-0,16
Масса растения	-0,09	0,14	-0,05	0,11
Масса корнеплода	-0,12	0,21	0,05	0,19

Среди признаков листового аппарата средней изменчивостью характеризовались высота и диаметр розетки, длина и ширина листа, коэффициент вариации которых не превышал 19,0% в среднем по всем условиям выращивания. Наблюдали сильное варьирование признаков листового аппарата при выращивании в весенней теплице и меньшее – в зимней теплице (табл. 10).

Прослеживались тенденции: к увеличению высоты розетки в весенней теплице и уменьшению в зимней; увеличению диаметра розетки в открытом грунте и уменьшению в условиях интенсивной светокультуры; увеличению длины и ширины листа в зимней теплице и снижению в весенней (рис. 11).

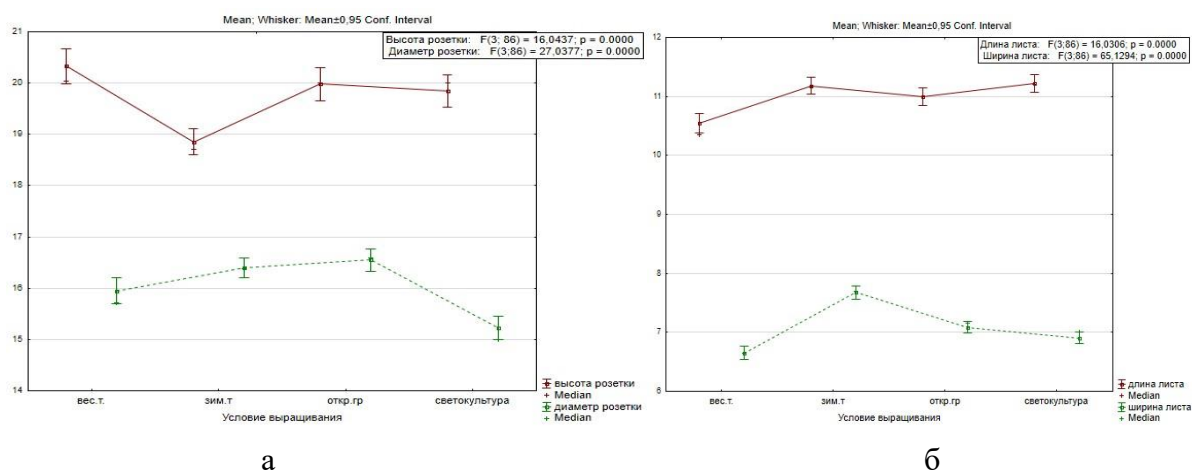


Рис. 11. Изменчивость признаков листового аппарата редиса в разных условиях выращивания: а – высота и диаметр розетки, б – длина и ширина листа

При сравнении степени изменчивости признаков розетки по годам и условиям выращивания выделены образцы со стабильным проявлением этих признаков. Это образцы сортотипа Красный овально-округлый из Нидерландов (к-2239, к-2246, к-2250) и Германии (к-

2377); сортотипа Розово-красный овальный – Cavalier bright scarlet (к-1941, Канада); сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый из Болгарии (к-1615) и Чили (к-2097); образцы китайского подвида – Вировский белый (к-1666, Россия).

Среди признаков корнеплода средней изменчивостью характеризовался диаметр корнеплода ($CV=19,4\%$), остальные признаки имели высокий коэффициент вариации – 32,9-43,2%. Степень варьирования длины и массы корнеплода увеличивалась в условиях весенней теплицы, диаметра корнеплода – в зимней теплице, массы растения – в светокультуре.

Наблюдалось небольшое увеличение длины корнеплода и уменьшение диаметра при выращивании в зимней теплице и светокультуре (рис. 12), вероятно, данная тенденция связана с толщиной и плотностью корнеобитаемого слоя. Выявлена слабая корреляционная зависимость между диаметром корнеплода и толщиной корнеобитаемого слоя ($r=0,21$, $p \leq 0,05$), и освещенностью ($r=0,25$, $p \leq 0,05$).

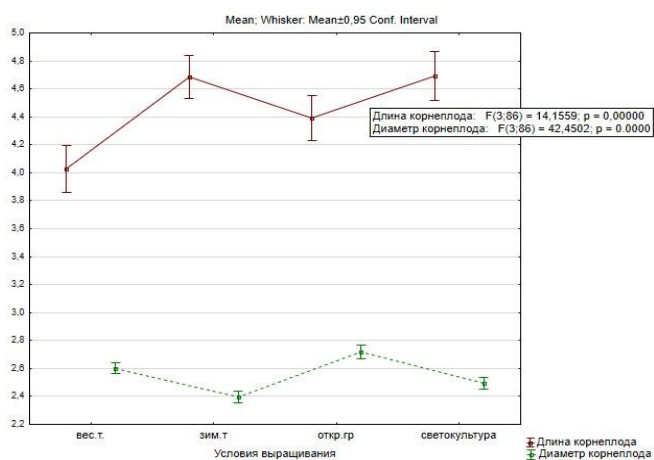


Рис. 12. Изменчивость признаков корнеплода редиса в разных условиях выращивания

Отмечалась сильная деформация корнеплодов практически у всех образцов в условиях зимней теплицы за счет вытягивания подсемядольного колена в начальные фазы роста, а в условиях интенсивной светокультуры у образцов с длинной формой корнеплода из-за недостаточной толщины корнеобитаемого слоя (3-5 см).

Выделены образцы со стабильным проявлением формы корнеплода при разных условиях выращивания. Это образцы сортотипа Красный овально-округлый: Champion (к-2111, Чили), KD (к-2167, Нидерланды), Vetomag (к-2192, Венгрия), Inca (к-2202, Нидерланды), Lubimi (к-2219, Болгария), Гиочел (к-2325, Молдавия), Minitas (к-2405, Нидерланды); сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый: Gaudry (к-2168, Нидерланды); сортотипа Белый длинный: Jegcsar (к-2383, Венгрия).

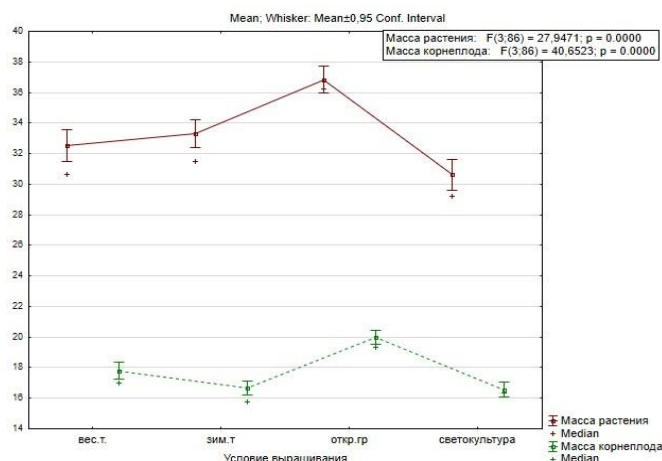


Рис. 13. Изменчивость массы растения и корнеплода редиса в разных условиях выращивания

Отмечено увеличение средней массы растения и корнеплода в открытом грунте. В зимней теплице и светокультуре образцы формировали корнеплод меньшей массы, в весенней теплице масса корнеплода у образцов в среднем была несколько выше, чем в зимней теплице, в открытом грунте самая высокая (рис. 13).

В целом наблюдалась сильная изменчивость по массе корнеплода. Однако, были выделены образцы, у которых масса корнеплода слабо изменялась в разных условиях выращивания. Среди розово-красной разновидности выделились округлые образцы из Нидерландов (Neoro, к-2166; Amora, к-2246), Молдавии (Гиочел, к-2325), Турции (Местный, к-2120). Среди образцов с белым кончиком выделились с округлой формой корнеплода: Round red white tip (к-2010, Дания), Early scarlet turnip (к-2019, США) и Rabanito (к-2402, Аргентина), и цилиндрической из Швеции (Delikat, к-2176), Франции (De Pomtaise, к-2199; Pernot, к-2366). Среди белой разновидности выделены образцы с длинным корнеплодом: Istar №1687 (к-2122, Турция), Balady (к-2136, Венгрия), среди китайского подвида выделен местный образец из Афганистана (к-2217) с розово-красным корнеплодом.

Для выявления относительной доли изменчивости фенологических и морфологических признаков, обусловленной разными факторами, проводили дисперсионный трехфакторный анализ (приложение 11), результаты представлены в таблице 12.

Продолжительность вегетативного периода находится в прямой зависимости от сортовых особенностей растений (доля влияния генотипа как фактора составляла 52,2%) и условий выращивания (доля влияния – 39,7%). Влияние остальных факторов было незначительным и не превышало в сумме 8,1%.

Признак «стеблевание» в большей степени определяется генотипом (44,2%), в меньшей степени зависит от условий выращивания (17,8%) и их взаимодействия (37,9%), что указывает на высокую экологическую пластичность редиса.

По признакам листовой поверхности выявлено, что основной вклад в изменчивость признаков был обусловлен фактором «генотип» (47,9-55,9%) и взаимодействием «генотип×условие выращивания» – 24,5-31,9%. Вклад остальных факторов был в пределах 0,4-8,6%.

Таблица 12. Вклад факторов и их взаимодействий в общую дисперсию количественных признаков редиса ($p \leq 0,05$)

№	Признак	Факторы, %			Взаимодействия, %			
		Генотип (А)	Год (В)	Условие выращивания (С)	А×В	А×С	С×В	А×С×В
1	Вегетативный период	52,2	0,3	39,7	0,7	4,2	0,6	1,5
2	Стеблевание	44,2	0,0	17,8	0,0	37,9	0,0	0,0
3	Высота розетки	54,5	2,2	2,3	2,5	31,0	1,3	6,1
4	Диаметр розетки	55,9	0,4	3,7	2,8	24,5	2,6	9,8
5	Длина листа	51,1	3,9	2,3	3,0	31,4	1,7	6,1
6	Ширина листа	47,9	2,3	8,6	2,8	30,4	1,1	6,0
7	Длина корнеплода	84,2	0,6	2,0	1,0	9,6	0,4	1,9
8	Диаметр корнеплода	61,9	0,5	5,8	2,6	16,8	0,5	6,4
9	Масса растения	59,4	0,4	3,9	1,6	29,7	0,3	4,7
10	Масса корнеплода	51,6	0,4	5,5	1,9	35,2	0,2	5,2

Основным фактором, обуславливающим изменчивость признаков корнеплода, является генотип. Высокий вклад генотипа отмечен по признаку «длина корнеплода» – 84,2%, по признаку «диаметр корнеплода» вклад генотипа как фактора составил 61,9%, отмечено влияние взаимодействия «генотип×условие выращивания» на проявление этого признака (16,8%), что подтверждается наличием зависимости диаметра корнеплода от условий среды.

В изменчивость признаков «масса растения и корнеплода» основной вклад вносит фактор «генотип» – 59,4 и 51,6% и взаимодействие «генотип×условие выращивания» – 29,7 и 35,2%, вклад остальных факторов и взаимодействий в сумме составлял 10,8 и 13,2%.

3.1.4.2. Изменчивость фенологических и морфологических признаков редьки

При весеннем посеве изучено 68 скороспелых и раннеспелых образцов редьки европейского (летняя разновидность), китайского и японского подвида. Все образцы летней редьки формировали товарные корнеплоды на 32-35 день. Среди образцов китайского и японского подвида формирование корнеплода отмечено только у 20 образцов из 64 на 39-48-й день, остальные переходили в репродуктивную фазу без образования корнеплода. При летнем посеве изучено 80 образцов редьки европейского (зимняя разновидность), китайского и японского подвида.

Для изучения изменчивости фенотипических признаков было взято 20 образцов редьки китайского и японского подвида, выращенных при двух сроках посева в 2017-2018 годах, и 80 образцов редьки европейского (зимняя разновидность), китайского и японского подвида, выращенных при летнем посеве в 2017-2018 годах.

В таблице 13 приведены данные по морфометрии и изменчивости параметров редьки за годы исследований при весеннем и летнем сроках посева.

Таблица 13. Изменчивость количественных признаков листового аппарата и корнеплода образцов редьки за 2017-2018 гг. при весеннем и летнем посеве

Параметры изменчивости	Весенний посев (20 обр.)		Среднее	Летний посев (20 обр.)		Среднее	В целом по коллекции:	Летний посев (80 обр.)		Среднее
	2017	2018		2017	2018			2017	2018	
Вегетативный период, дни										
X _{ср} ±SE	40,5±0,5	48,1±0,6	44,3±0,6	44,7±0,3	47,6±0,6	46,2±0,4	45,2±0,4	55,0±1,2	53,8±1,2	54,4±0,8
Median	40,0	48,0	44,0	45,0	47,5	46,0	45,0	49,0	48,0	48,0
X _{min} - X _{max}	36,0-48,0	42,0-56,0	36,0-56,0	40,0-48,0	39,0-56,0	39,0-56,0	36,0-56,0	39,0-88,0	35,0-87,0	35,0-88,0
Std. Dev.	3,1	3,5	5,1	2,0	3,9	3,4	4,4	15,1	14,7	14,9
CV, %	7,6	7,3	11,4	4,5	8,2	7,4	9,8	27,5	27,3	27,4
Высота розетки, см										
X _{ср}	29,3±0,7	32,0±0,8	30,7±0,6	24,2±0,6	22,2±0,5	23,2±0,4	26,9±0,5	25,2±0,4	21,8±0,2	23,5±0,3
Median	28,2	31,3	29,9	23,8	22,9	23,0	26,0	25,0	22,1	23,0
X _{min} - X _{max}	21,4-42,6	24,6-42,5	21,4-42,6	17,8-31,3	15,0-26,4	15,0-31,3	15,0-42,6	13,3-37,5	13,8-27,0	13,3-37,5
Std. Dev.	4,6	5,1	5,0	3,6	3,0	3,4	7,7	5,0	2,9	4,4
CV, %	15,7	16,0	16,4	14,6	13,7	14,8	21,2	19,8	13,4	18,8
Диаметр розетки, см										
X _{ср}	29,6±0,8	31,7±0,8	30,6±0,5	27,3±0,4	28,2±0,6	27,8±0,3	29,2±0,3	28,5±0,3	28,5±0,3	28,5±0,2
Median	29,2	30,6	30,3	27,8	28,0	28,0	28,3	28,7	28,0	28,1
X _{min} - X _{max}	22,0-41,0	21,7-42,3	21,7-42,3	23,6-32,1	23,6-36,3	23,6-36,3	21,7-42,3	15,0-38,4	22,6-38,0	15,0-38,4
Std. Dev.	4,7	4,8	4,8	2,3	3,5	3,0	4,3	4,1	3,3	3,7
CV, %	16,0	15,1	15,8	8,4	12,3	10,7	14,6	14,3	11,4	12,9
Длина листа, см										
X _{ср}	15,6±0,5	18,0±0,6	16,8±0,4	13,0±0,2	14,6±0,2	13,8±0,2	15,3±0,3	13,0±0,1	15,1±0,2	14,0±0,1
Median	15,3	17,8	16,6	12,9	14,8	13,8	14,9	13,0	15,0	14,0
X _{min} - X _{max}	9,6-22,7	12,0-25,7	9,6-25,7	11,0-16,3	11,0-17,3	11,0-17,3	9,6-25,7	7,5-17,4	9,6-20,4	7,5-20,4
Std. Dev.	3,3	3,5	3,6	1,5	1,4	1,6	3,2	1,8	1,9	2,1
CV, %	21,0	19,7	21,4	11,4	9,4	11,8	20,7	13,5	12,3	14,8
Ширина листа, см										
X _{ср}	9,3±0,2	10,2±0,3	9,7±0,2	8,9±0,1	10,2±0,1	9,6±0,1	9,7±0,1	9,3±0,1	10,3±0,1	9,8±0,1
Median	9,3	10,1	9,5	9,0	10,1	9,7	9,7	9,3	10,3	10,0
X _{min} - X _{max}	6,0-12,0	7,5-13,3	6,0-13,3	7,7-10,7	8,0-12,5	7,7-12,5	6,0-13,3	5,7-12,9	8,0-12,5	5,7-12,9
Std. Dev.	1,4	1,6	1,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,2	0,9	1,2
CV, %	15,2	15,2	15,9	9,1	8,7	11,0	13,7	13,1	8,2	12,0
Длина корнеплода, см										
X _{ср}	16,1±0,7	18,5±0,9	17,3±0,6	14,3±0,8	21,0±0,9	17,7±0,7	17,5±0,5	11,6±0,4	16,0±0,5	13,8±0,4
Median	17,8	18,7	18,0	13,9	21,0	17,1	17,6	11,7	16,4	13,0
X _{min} - X _{max}	6,2-23,2	9,6-28,0	6,2-28,0	4,3-25,0	7,2-37,1	4,3-37,1	4,3-37,1	4,3-31,3	5,5-37,1	4,3-37,1
Std. Dev.	4,2	5,8	5,2	5,1	6,0	6,5	5,9	5,6	6,7	6,5

CV, %	26,1	31,3	29,8	35,7	28,6	36,9	33,5	47,8	41,8	47,1
Диаметр корнеплода, см										
X _{cp}	5,7±0,2	5,7±0,2	5,7±0,1	5,3±0,1	5,7±0,1	5,5±0,1	5,6±0,1	5,6±0,1	6,1±0,1	5,8±0,1
Median	6,0	6,0	6,0	5,1	6,0	5,4	5,7	5,6	6,0	6,0
X _{min} - X _{max}	2,9-7,7	3,3-8,2	2,9-8,2	3,6-6,9	3,8-7,3	3,6-7,3	2,9-8,2	3,0-8,1	2,7-10,1	2,7-10,1
Std. Dev.	1,3	1,2	1,3	0,8	0,9	0,9	1,1	0,9	1,3	1,2
CV, %	23,4	21,7	22,4	15,0	15,6	15,8	19,5	16,7	21,5	20,0
Масса растения, г										
X _{cp}	536,7±29,3	471,3±29,7	504,0±21,1	259,3±19,0	625,7±26,7	442,5±26,3	473,3±16,9	278,9±10,5	538,3±10,9	408,6±10,5
Median	552,5	461,4	503,2	244,4	557,4	431,4	479,9	249,1	522,0	400,0
X _{min} - X _{max}	204,6-910,0	216,8-759,0	204,6-910,0	61,0-628,0	382,8-1050,0	61,0-1050,0	61,0-1050,0	61,0-736,0	269,6-1050,0	61,0-1050,0
Std. Dev.	185,6	188,0	188,5	119,9	168,8	234,9	214,5	132,5	138,1	187,5
CV, %	34,6	40,0	37,4	46,3	27,0	53,1	45,3	47,5	25,7	45,8
Масса корнеплода, г										
X _{cp}	368,6±26,1	315,6±25,0	342,1±18,2	207,8±13,1	434,1±21,5	320,9±17,8	331,5±12,7	198,7±7,0	330,4±10,2	264,5±7,2
Median	344,8	276,8	316,6	202,2	409,6	289,7	314,3	181,2	318,3	237,6
X _{min} - X _{max}	108,8-723,0	102,5-600,0	102,5-723,0	47,5-400,0	194,0-720,0	47,5-720,0	47,5-723,0	47,5-653,0	73,8-720,0	47,5-720,0
Std. Dev.	164,9	158,2	162,8	83,1	136,2	159,8	161,1	89,0	128,9	128,7
CV, %	44,7	50,1	47,6	40,0	31,4	49,8	48,6	44,8	39,0	48,7

Изменчивость вегетативного периода 20 образцов редьки, выращенных при двух сроках посева, была низкой – $CV=9,8\%$ (табл. 13), при этом в 2017 году наблюдалось сокращение продолжительности вегетативного периода при обоих сроках посева. Наиболее сильная вариация отмечена при весеннем посеве, вегетативный период в среднем увеличивался на 8 дней в 2018 году (рис. 14а). При летнем посеве наблюдалась меньшая изменчивость вегетативного периода по годам. Продолжительность вегетативного периода редьки заметно сокращалась при весеннем сроке посева, что объясняется ускоренным развитием растений из-за увеличивающейся длины дня и пониженной температуры в этот период. Выявлена положительная корреляционная связь продолжительности вегетативного периода с сумой активных температур ($r=0,66$, $p\leq 0,05$) и отрицательная с продолжительностью светового дня ($r=-0,62$, $p\leq 0,05$) (табл. 14).

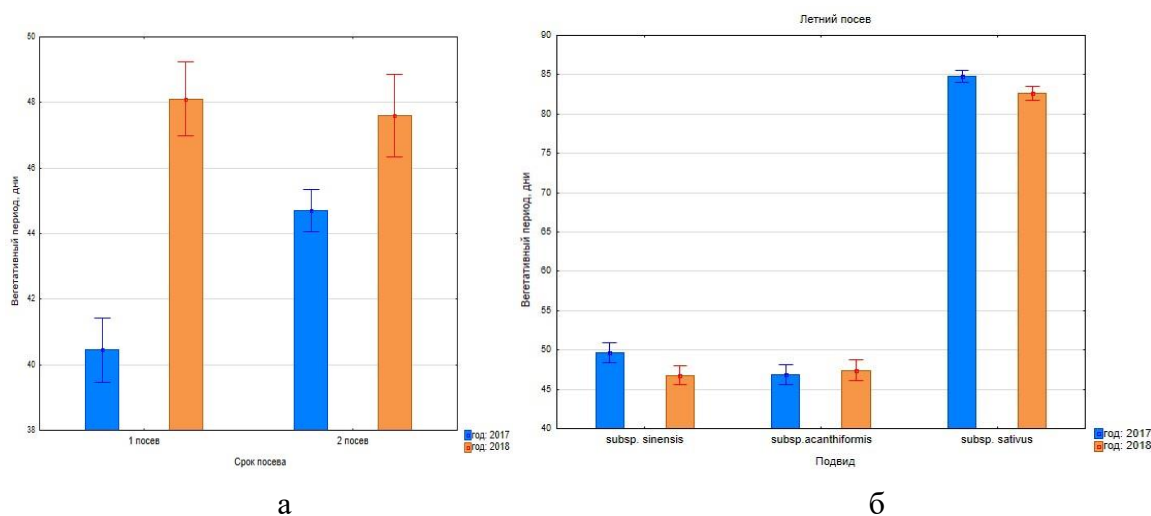


Рис. 14. Изменчивость вегетативного периода образцов редьки: а - при весеннем (1) и летнем (2) сроках посева для 20 обр.; б – при летнем посеве 80 обр.

Вариабельность вегетативного периода 80 образцов редьки, выращенных только при летнем посеве, была высокой ($CV=27,4\%$) за счет наличия позднеспелых форм. При этом отмечено сокращение продолжительности вегетативного периода в 2018 году у образцов китайского (subsp. *sinensis*) и европейского подвида (subsp. *sativus*) и незначительное увеличение у образцов японского подвида (subsp. *acanthiformis*) (рис. 14б).

Выявлено, что средней изменчивостью обладали признаки листового аппарата, а признаки корнеплода имели высокую степень изменчивости (табл. 13). Высокая изменчивость морфологических признаков редьки обусловлена в первую очередь контрастными климатическими условиями сроков выращивания, что также позволило установить пределы варьирования признаков под влиянием условий выращивания.

Изменчивость ростовых показателей листьев редьки отчетливо проявилась в различных погодных условиях при посеве в разные сроки. Отмечено снижение размеров розетки и листа при летнем посеве в целом, при этом высота розетки была в среднем больше в 2017 году, а диаметр розетки, длина и ширина листа в 2018 году (рис. 15, табл. 13). При весеннем посеве отмечено увеличение размеров розетки и листа в 2018 году.

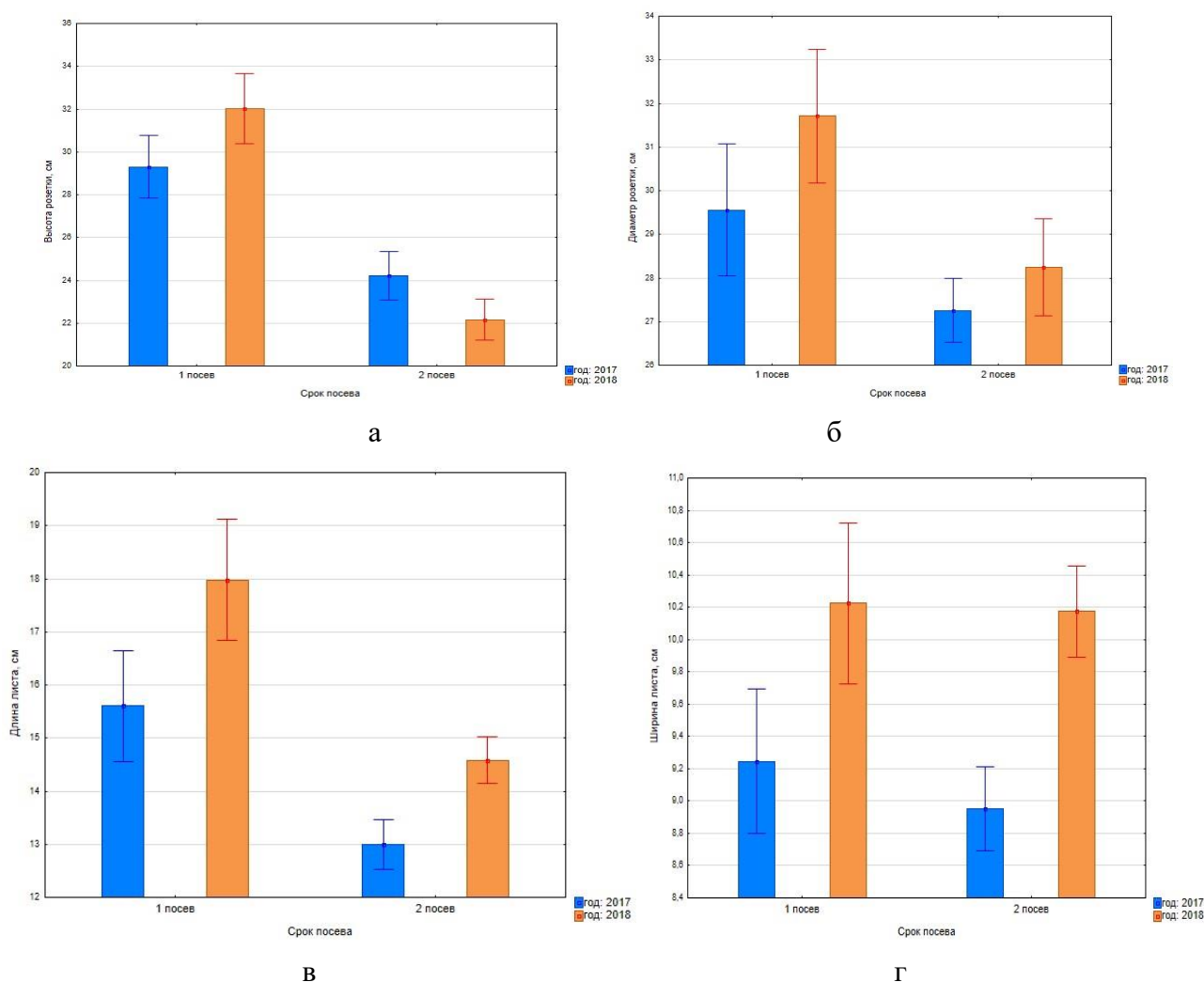


Рис. 15. Изменчивость признаков листового аппарата при весеннем (1) и летнем (2) сроках посева: а – высота розетки, б – диаметр розетки, в – длина листа, г – ширина листа

Вероятно, такая сильная изменчивость признаков листового аппарата связана со сложившимися гидротермическими условиями в годы выращивания. Выявлены близкие к слабым отрицательные корреляционные связи между высотой розетки и суммой температур ($r=-0,39$, $p\leq 0,05$) и суммой осадков ($r=-0,30$, $p\leq 0,05$); между суммой осадков и диаметром розетки ($r=-0,30$, $p\leq 0,05$), длиной и шириной листовой пластинки ($r=-0,48$ и $-0,38$, $p\leq 0,05$). Положительные корреляционные связи выявлены между продолжительностью светового дня и высотой розетки ($r=0,64$, $p\leq 0,05$), длиной листа ($r=0,47$, $p\leq 0,05$); между шириной листа и суммой температур ($r=0,38$, $p\leq 0,05$) (табл. 14).

При летнем сроке посева наблюдались сильные различия между подвидами редьки по признакам размеров розетки и листа в разные годы выращивания (рис. 16). Высота розетки у образцов японского подвида и диаметр розетки у образцов китайского подвида слабо изменялись в годы выращивания, остальные признаки сильно варьировали. В целом отмечено увеличение высоты розетки у всех образцов и диаметра розетки (кроме образцов китайского подвида) в 2017 году, и увеличение размеров листа в 2018 году.

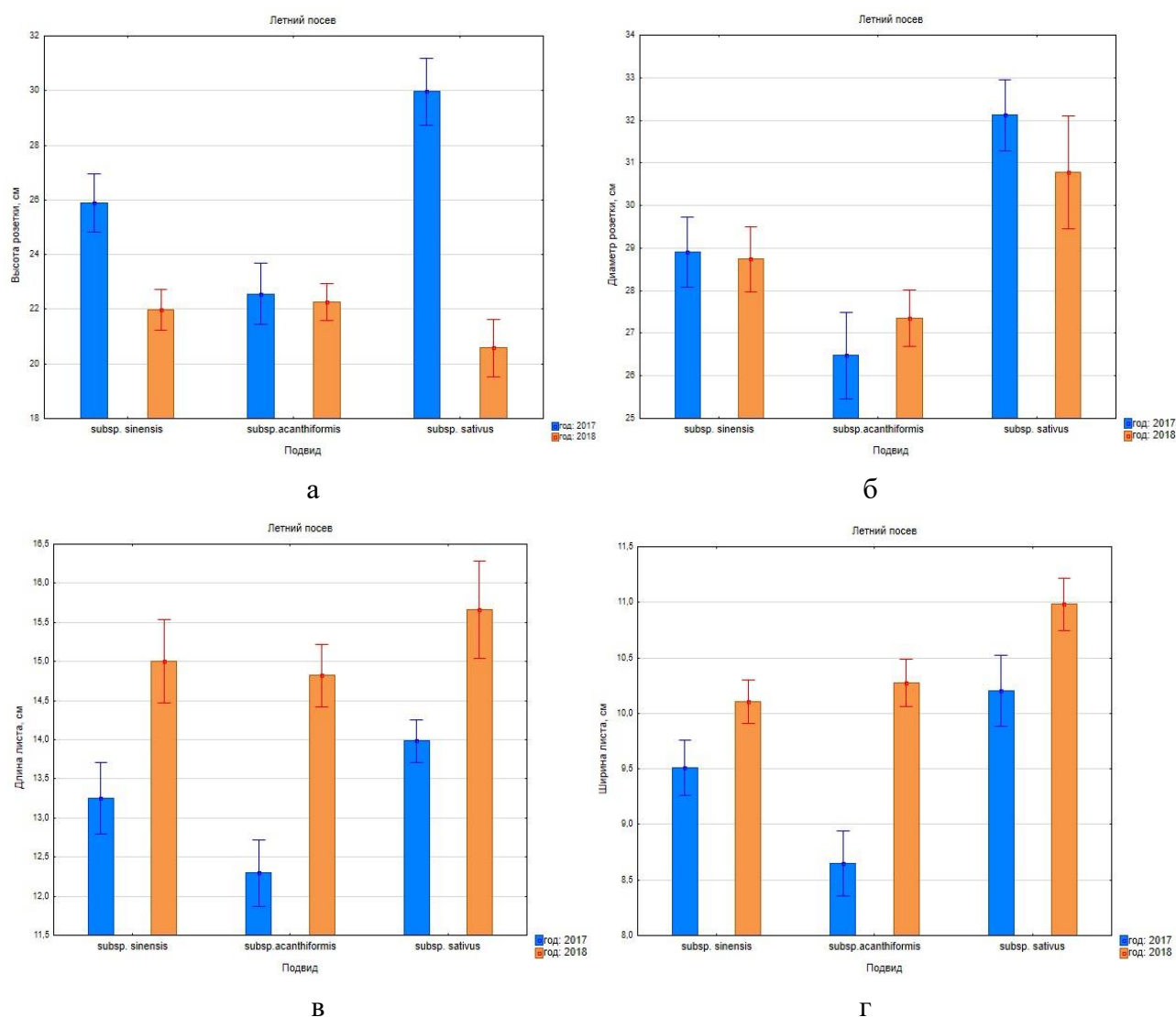


Рис. 16. Изменчивость признаков листового аппарата при летнем сроке посева: а – высота розетки, б – диаметр розетки, в – длина листа, г – ширина листа

Таким образом, климатические условия второго срока посева в разные годы выращивания оказали сильное влияние на развитие листового аппарата. При этом наиболее сильные различия наблюдались между образцами зимней редьки европейского подвида.

При сравнении степени изменчивости признаков розетки по годам и срокам посева выделены образцы со стабильным проявлением этих признаков: красная округлая лоба из Японии – Ара-суji (к-2094) и дайконы из Японии – Turnip (к-2033), Синсюу Дзи (к-2158), Коно Хаябутори (к-2110), и Ю.Кореи - Back-ok (к-2177).

Таблица 14. Корреляционная матрица зависимости признаков редьки от условий среды ($p \leq 0,05$)

Признак	$\Sigma t^{\circ}\text{C}$	Продолжительность светового дня, час	Σ осадков, мм
Вегетативный период	0,66	-0,62	-0,26
Стеблевание	-0,53	0,70	0,57
Высота розетки	-0,39	0,64	-0,30
Диаметр розетки	-	0,20	-0,30
Длина листа	-	0,47	-0,48
Ширина листа	0,38	-0,16	-0,38
Длина корнеплода	0,28	0,11	-0,35
Диаметр корнеплода	0,12	-	-0,13
Масса растения	0,19	0,18	-0,52
Масса корнеплода	-	0,12	-0,38

Анализируя изменчивость признаков корнеплода в зависимости от срока посева, выявлено сокращение длины и диаметра корнеплода при весеннем и летнем сроке посева в 2017 году (рис. 17). При этом высота розетки при летнем посеве была выше в 2018 году и ниже в 2017 в сравнении с весенним посевом. Диаметр розетки практически не изменялся в годы выращивания при весеннем посеве и резко возрастал при летнем посеве в 2018 году, что связано со сложившимися погодными условиями. Выявлена слабая отрицательная корреляционная зависимость между длиной корнеплода и суммой осадков ($r = -0,35$, $p \leq 0,05$).

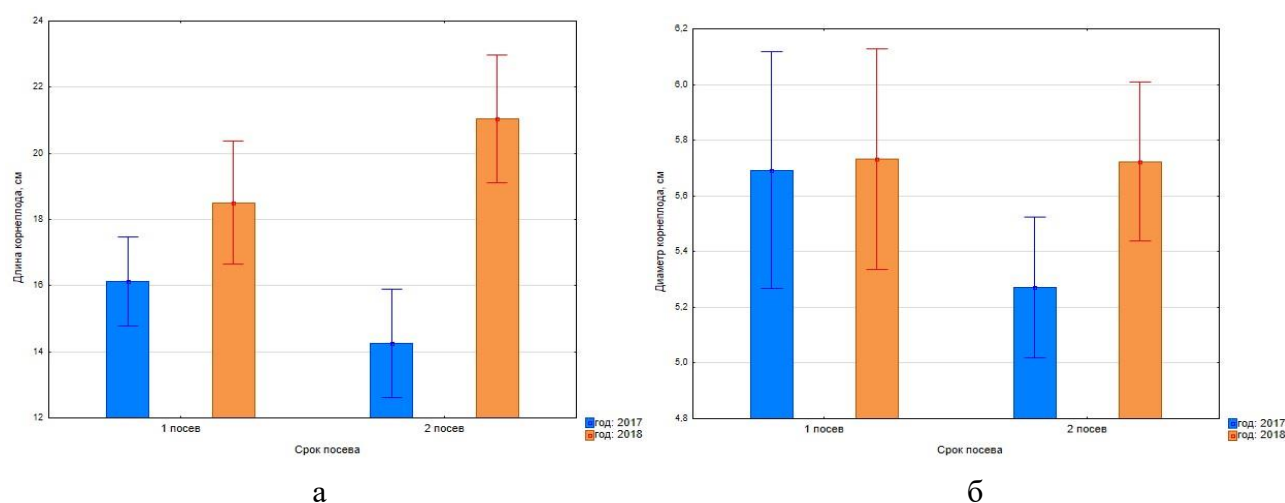


Рис. 17. Изменчивость признаков корнеплода при весеннем (1) и летнем (2) сроках посева: а – длина корнеплода, б – диаметр корнеплода

При летнем посеве отмечено увеличение длины и диаметра корнеплода у всех образцов в 2018 году, низкие значения этих признаков в 2017 году связаны с большим количеством выпавших осадков, которые оказывали негативное влияние на развитие корнеплодов. При этом наиболее сильная вариация длины корнеплода отмечена у образцов японского подвида, а диаметра корнеплода – у образцов европейского подвида (рис. 18).

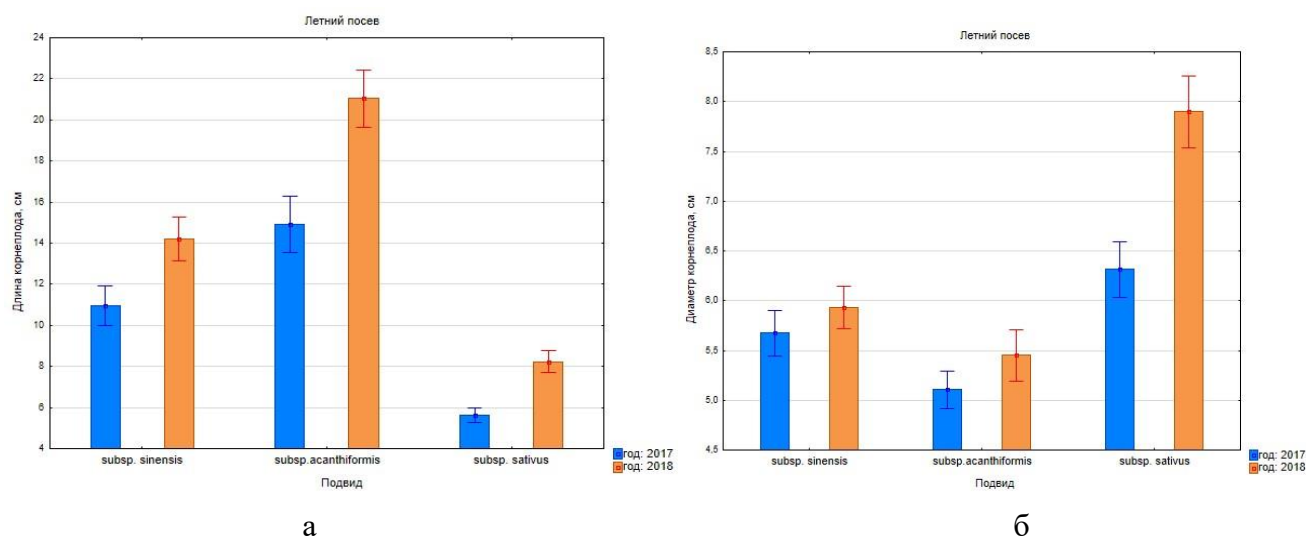


Рис. 18. Изменчивость признаков корнеплода при летнем сроке посева: а – длина корнеплода, б – диаметр корнеплода

Анализ изменчивости размеров корнеплода позволил выделить образцы со стабильным их проявлением среди сортоотипов: Зимняя круглая черная – Runder schwarzer (к-1685, Австрия); Round Black Spanish (к-1722, Нидерланды); Зимняя круглая черная (к-1778, Германия); Зимняя круглая черная (к-1915, Россия); Черная (к-2115, Россия); Дзиуная (к-2182, Белоруссия); Зимняя круглая белая – к-1914, Россия; лоба Белая длинная цилиндрическая – Белая зеленоголовая (к-1902, Китай); Местная (к-2021, Казахстан); Bai си (к-2122, Вьетнам); Altari-mu (к-2151), Euisungbanchung (к-2153), Iangsu (к-2173) из Ю. Кореи; дайконы из Японии – Nakatra haruwaka (к-1958), Саката Тэнсюн (к-2112), All season cross (к-2137), Unsen-4-gatsu (к-1946), Акасудзи (к-2160) и из России Саша (к-2142).

Масса растения и корнеплода образцов редьки при весеннем посеве несколько увеличивалась при выращивании в 2017 году, что связано со сложившимся благоприятным температурно-влажностным режимом для роста и развития растений редьки. При летнем же посеве напротив – сильно снижалась, т.к. сложившиеся погодные условия отрицательно повлияли на ростовые процессы растений редьки (рис. 19а). Выявлены отрицательные корреляционные связи между суммой осадков и массой растения ($r=-0,52$, $p\leq 0,05$) и корнеплода ($r=-0,38$, $p\leq 0,05$).

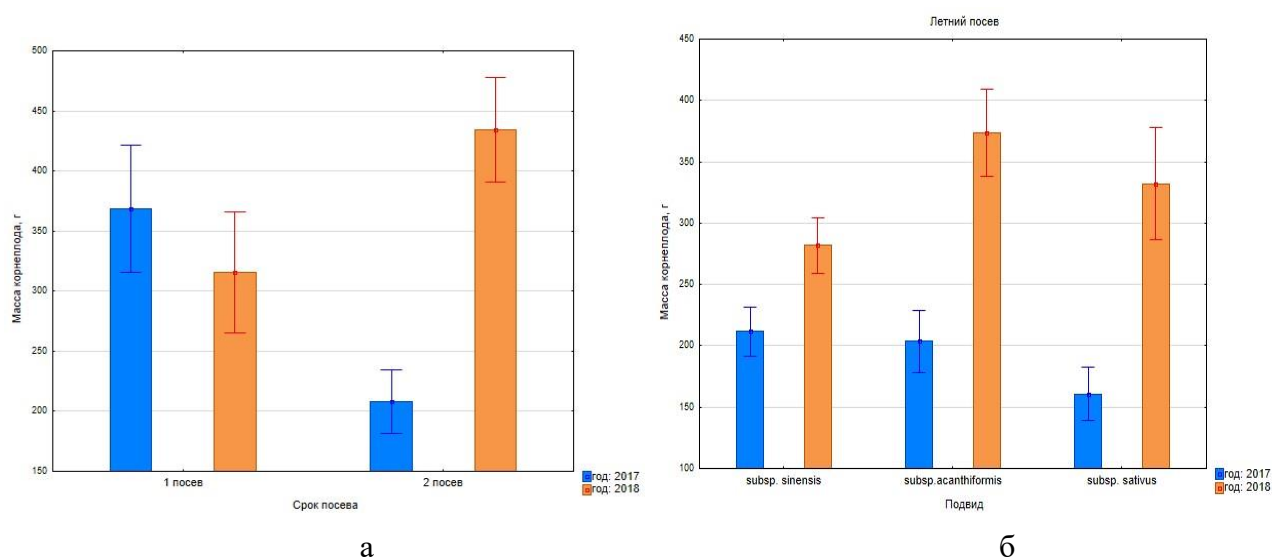


Рис. 19. Изменчивость массы корнеплода образцов редьки: а - при весеннем (1) и летнем (2) сроках посева для 20 обр.; б – при летнем посеве 80 обр.

При летнем посеве отмечено увеличение массы растения и корнеплода у всех образцов в 2018 году, при этом наибольшую массу формировали образцы японского подвида, меньшую – образцы китайского подвида. В 2017 году, напротив, образцы китайского подвида формировали большую массу растения и корнеплода по сравнению с образцами других подвидов (рис. 19б).

Климатические условия Ленинградской области сильно отличаются от климатических условий места происхождения образцов редьки китайского и японского подвида, в связи с этим наблюдалась сильная изменчивость массы растения и корнеплода редьки, однако, выделены образцы с малым варьированием этих признаков: белые лобы из Ю. Кореи – Анбенму (к-1891), Altari-mu (к-2151), Euisungbanchung (к-2153), Iangsu (к-2173); красные лобы из Китая Red ball of Changchou (к-1906) и Афганистана Местная (к-1967); дайкон из Японии Миясигэ Оонага (к-2034).

Трехфакторный и двухфакторный дисперсионный анализ (приложение 12 и 13) позволили выявить относительные доли изменчивости фенологических и морфологических признаков, обусловленной разными факторами, результаты представлены в таблице 15.

На признак «продолжительность вегетативного периода» при двух сроках посева оказывали практически равное влияние факторы «генотип» и «срок посева» – доля влияния составила 33,4 и 35,6%, соответственно, кроме того, взаимодействие этих факторов (11,3%), также влияло на проявление этого признака. При выращивании только при летнем посеве в разные годы наибольший вклад в дисперсию признака вносил генотип – 98,7%.

При выращивании редьки в разные сроки на признак «стеблевание» наибольшее влияние оказывает фактор «срок посева» – 49,7%, также фактор «генотип» и взаимодействие «генотип×срок посева» – 27,3 и 21,1%, соответственно. Только при летнем сроке посева на признак «стеблевание» оказывает фактор «генотип» и взаимодействие «генотип×год» – 59,2% и 35,4%. Найдена положительная корреляционная зависимость между количеством растений,

перешедших в фазу стеблевания, с длиной светового дня ($r=0,70$, $p \leq 0,05$) и суммой осадков ($r=0,57$, $p \leq 0,05$) и отрицательная с суммой активных температур ($r=-0,53$, $p \leq 0,05$) (табл. 14).

Таблица 15. Вклад факторов и их взаимодействий в общую дисперсию количественных признаков редьки ($p \leq 0,05$)

Признак	Факторы, %			Взаимодействия, %			
	Генотип (A)	Год (B)	Срок посева (C)	A×B	A×C	C×B	A×C×B
Трехфакторный дисперсионный анализ (20 обр.)							
Вегетативный период	33,4	4,3	35,6	3,3	11,3	7,0	3,1
Стеблевание	27,3	0,0	49,7	0,5	21,1	0,0	0,5
Высота розетки	23,6	0,1	43,3	3,5	21,2	4,4	3,9
Диаметр розетки	36,0	3,4	11,6	7,7	35,7	0,5	5,0
Длина листа	29,8	9,9	22,7	5,0	28,3	0,4	3,6
Ширина листа	40,9	17,5	0,4	9,1	24,1	0,2	6,1
Длина корнеплода	64,5	15,4	0,1	5,0	5,5	3,6	5,8
Диаметр корнеплода	56,4	1,3	1,0	15,2	15,5	0,9	7,5
Масса растения	27,0	12,4	2,1	11,4	16,0	25,5	5,7
Масса корнеплода	37,0	7,3	0,4	12,5	16,0	18,9	7,9
Двухфакторный дисперсионный анализ (80 обр.)							
Вегетативный период	98,7	0,2	-	1,0	-	-	-
Стеблевание	59,2	5,2	-	35,4	-	-	-
Высота розетки	45,4	14,8	-	39,6	-	-	-
Диаметр розетки	68,8	-	-	30,8	-	-	-
Длина листа	51,8	24,8	-	22,5	-	-	-
Ширина листа	44,6	20,7	-	32,4	-	-	-
Длина корнеплода	78,4	11,1	-	10,3	-	-	-
Диаметр корнеплода	69,3	5,4	-	22,9	-	-	-
Масса растения	30,1	48,0	-	21,8	-	-	-
Масса корнеплода	40,1	26,2	-	33,6	-	-	-

Изменчивость признаков листового аппарата при двух сроках посева зависит от разных факторов. Высота розетки в первую очередь зависит от срока посева (43,3%) и в равной степени от генотипа и взаимодействия «генотип×срок посева» составляет 23,6 и 21,2%, соответственно. Диаметр розетки и длина листа практически равной степени зависят от генотипа и взаимодействия «генотип×срок посева», при этом вклад фактора «срок посева» также немаловажен (табл. 15). В изменчивость признака «ширина листа» наибольший вклад вносит фактор «генотип», а также существенное влияние оказывают фактор «год» и взаимодействие «генотип×срок посева». При летнем выращивании наибольший вклад в изменчивость признаков листового аппарата вносит фактор «генотип», вклад фактора «год» и взаимодействия «генотип×год» также достаточен.

Основной вклад в изменчивость признака «длина корнеплода» вносят факторы «генотип» (64,5%) и «год» (15,4%), вклад остальных факторов и взаимодействий был в пределах 0,1-5,8%.

В изменчивость признаков корнеплода в обоих вариантах дисперсионного анализа основной вклад вносит фактор «генотип» (более 50,0%), также фактор «год» оказывает немаловажное влияние на признак «длина корнеплода» и взаимодействие «генотип×год» на признак «диаметр корнеплода».

В общую дисперсию признаков «масса растения и корнеплода» при двух сроках посева в равной степени вносят вклад фактор «генотип» – 27,0 и 37,0% и взаимодействие «год×срок посева» – 25,5 и 18,9%, немаловажен также вклад остальных взаимодействий – «генотип×год» (11,4 и 12,5%), «генотип×срок посева» (16,0 и 16,0%). При летнем выращивании больший вклад в изменчивость признака «масса растения» вносит фактор «год» (48,5%), а в изменчивость массы корнеплода – «генотип» (40,1%).

Заключение к главе

В результате оценки образцов *R. sativus* по фенологическим и морфологическим признакам выявлено широкое их варьирование, что обусловлено большим генетическим разнообразием редиса и редьки различного эколого-географического происхождения. Выявлены закономерности формирования изменчивости.

Установлена изменчивость продолжительности вегетативного периода у репрезентативной выборки коллекции редиса и редьки, которая составила для редиса 21,9-39,1 дней, для редьки – 33,8-87,0 дней, что в целом согласуется с литературными данными. По данному признаку коллекция редиса разделена на пять достоверно различных групп, редьки – на четыре группы. Найдены статистически значимые различия между европейскими и китайскими формами редиса. Между сорто типами Красный овально-округлый, Розово-красный овальный, Светло-розовый овальный, Розово-красный с белым кончиком округлый и цилиндрический существенных различий не выявлено, образцы этих сорто типов могут принадлежать к разным группам спелости. Среди сорто типов редьки значимо различаются зимние и летние европейские редьки с азиатскими подвидами и между собой. Образцы лобы белой, зеленой и розово-красной разновидности практически не различаются по продолжительности вегетативного периода, кроме образцов сорто типа Красная цилиндрическая лировидная – образцы характеризуются более поздним сроком наступления технической спелости корнеплода. Сорто типы дайкона не имеют статистически значимых различий по продолжительности вегетативного периода. Установлена значительная зависимость длины вегетативного периода от условий выращивания у редиса и от сроков посева и года исследований у редьки, выявлен ряд положительных и отрицательных корреляция с условиями среды. Выявлено сокращение вегетативного периода у редиса в условиях интенсивной светокультуры и увеличение в зимней теплице, а также незначительное сокращение в открытом грунте по сравнению с весенней теплицей, у редьки продолжительность вегетативного периода заметно сокращалась при весеннем сроке посева. Отмечено, что образцы редиса европейского подвида с длинным корнеплодом, в целом, более позднеспелые, чем с округлой, овальной или цилиндрической формой корнеплода. Среди образцов редьки китайского и японского подвида

есть скороспелые генотипы, но в целом образцы данных подвидов характеризуются ранней и средней группой спелости.

При оценке фотопериодической реакции *R. sativus* изучали влияние на продолжительность вегетативного периода и параметров растений длины дня и интенсивности освещенности. Отмечено, что европейские формы редисов округлых разновидностей и образцы китайского подвида малочувствительны/нейтральны к изменению длины дня. В условиях короткого 12-ти часового дня в интенсивной светокультуре основным лимитирующим фактором, влияющим на преждевременный переход в фазу стеблевания, является высокая интенсивность освещения. Образцы редиса сортотипа Темно-красный округлый не пригодны для выращивания в условиях интенсивной светокультуры. Выявлено, что наиболее чувствительные к фотопериоду во всех условиях выращивания образцы редиса находились среди сортотипов Красный длинный и Белый круглый, образцы сортотипа Белый длинный – в условиях открытого грунта и весенней теплицы, сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый – в условиях открытого грунта и светокультуры, сортотипа Темно-красный округлый – в условиях светокультуры.

Условия нарастающего светового дня и кратковременное воздействие пониженных температур в открытом грунте при весеннем посеве сильно влияют на онтогенез растений редьки. Образцы китайского и японского подвида практически не пригодны для выращивания в весенние сроки в условиях Ленинградской области. Отчетливо проявилась приспособленность европейских летних редек к быстрому формированию корнеплода в условиях увеличивающегося светового дня и обратная реакция у китайских и японских форм. При этом выделены образцы редьки китайского и японского подвида, способные формировать товарный корнеплод в условиях нарастающего светового дня без образования цветоноса или лишь с небольшим количеством цветущих растений. При этом отмечено, что ранний переход в фазу стеблевания не сказывается на качестве корнеплодов редьки, в то время как у редиса масса корнеплодов растений после начала стеблевания практически не растет, а качество резко ухудшается.

Изучение коллекции редиса и редьки по морфологическим параметрам листового аппарата и корнеплода и признакам продуктивности позволило выявить амплитуду варьирования важных морфологических признаков и выделить образцы, которые могут быть использованы в качестве исходного материала в селекции. В целом различия между сортотипами редиса по основным морфологическим признакам листа и корнеплода и продуктивности четко проявляются на уровне подвидов: европейский и китайский, а также между розово-красной, пестрой и белой разновидностями европейского подвида. Сортотип Красный длинный, который относится к розово-красной разновидности, статистически значимо отличается по всем изученным признакам от других сортотипов этой разновидности, и по своим морфологическим показателям оказался ближе к сортотипам китайской розовой разновидности. Существенных различий между сортотипами редьки по морфологическим признакам розетки и листа, и продуктивности не найдено, существенные различия между сортотипами найдены по признакам корнеплода.

Выявлено, что наибольшей амплитудой варьирования у редиса обладают признаки длины и массы корнеплода; каждая из выбранных сред выращивания являлась дифференцирующей и выявляла специфическое проявление признаков листового аппарата и корнеплода. Изменчивость признаков в весенней теплице была наибольшей. Основным вклад в изменчивость большинства фенотипических признаков вносит фактор «генотип», что означает, что большая часть изменчивости признаков заложена в генетической основе образцов. Также установлено наличие взаимодействия «генотип×условие выращивания», что обуславливает ответную реакцию образцов на изменение условий среды.

У редьки средняя изменчивость выявлена по признакам листового аппарата, а признаки корнеплода имеют высокую степень изменчивости. Высокая вариабельность морфологических признаков редьки обусловлена в первую очередь контрастными климатическими условиями сроков выращивания, что в свою очередь позволило установить пределы варьирования признаков под влиянием условий среды. Отмечено, что в равной степени в изменчивость большинства фенотипических признаков при двух сроках выращивания вносят фактор «генотип» и взаимодействие «генотип×срок посева», что говорит об экологической пластичности и высокой климатической адаптивности образцов редьки японского и китайского подвида. При летнем выращивании в изменчивость большинства признаков основной вклад вносил фактор «генотип», но при этом отмечено, что взаимодействие «генотип×год» играет немаловажную роль в развитии фенотипических признаков под влиянием неблагоприятных климатических условий в годы выращивания.

Установлены корреляции различной степени связи между фенотипическими признаками редиса и редьки и условиями среды. Выявлено, что продолжительность светового дня, освещенность, сумма температур и осадков в различной степени, но существенно влияют на процесс онтогенеза этих культур.

Выделены образцы редиса и редьки с малой изменчивостью основных фенотипических признаков в разных условиях выращивания. Так, интерес представляют образцы редиса сортотипов Красный овально-округлый и Розово-красный с белым кончиком округлый для выращивания в защищенном и открытом грунте, сортотипов Светло-розовый овальный и Розово-красный с белым кончиком цилиндрический – для светокультуры. Среди коллекции редьки интерес представляют образцы зимних редьек европейского происхождения, среди азиатских подвигов – лобы зеленой разновидности и дайконы сортотипа Камейдо, Миновасе и Сироагири.

3.2. Урожайность и параметры экологической пластичности и адаптивности образцов *R. sativus*

Почвенно-климатические условия Ленинградской области характеризуются резкой сменой факторов окружающей среды в течение года (засухи, заморозки в весенний период, в отдельные годы переувлажнение и др.), поэтому для выращивания овощной продукции требуются сорта с широким уровнем адаптивности, устойчивые к раннему стеблеванию, способные противостоять абиотическим стрессам. К сожалению, практически отсутствуют данные об особенностях формирования урожайности культур *R. sativus* в условиях Ленинградской области. Вопросы экологической пластичности и стабильности, а также адаптивности сортов редиса и редьки в условиях данного региона изучены недостаточно.

Главным условием создания высококачественного сорта является сочетание в нем экологической пластичности и продуктивности. При этом большое внимание уделяется параметрам, оказывающим влияние на потенциальную урожайность сорта. Селекция на адаптивность направлена на изучение экологической стабильности культуры, что связано с тем, что среднее значение признака и средовая чувствительность находятся под самостоятельным генетическим контролем и относительно независимы (Жученко, 1980, 1988; Кильчевский, 1997; Кильчевский, Хотылева, 2008). При оценке исходного материала по хозяйственно-ценным признакам необходимо определить статистические параметры количественных признаков, их вариабельность под влиянием факторов внешней среды, их вклад и характер влияния на параметры продуктивности культуры и экологическую устойчивость изучаемых сортов.

3.2.1 Урожайность и параметры экологической пластичности и адаптивности образцов редиса

Формирование урожайности – сложный многоступенчатый процесс, находящийся под воздействием комплекса внешних факторов.

Нами исследована урожайность и товарность редиса в условиях интенсивной светокультуры, открытого и защищенного грунта у большого разнообразия образцов и выделено 34 урожайных образца в пределах изученных сортотипов (табл. 16).

Среди выделенных образцов сортотипа Красный овально-округлый средняя масса корнеплода колебалась в пределах 10,5-19,6 г, и в отдельных условиях выращивания могла достигать до 26,5 г (к-2198). Выбранные образцы характеризуются ультраскороспелыми и скороспелыми сроками спелости и устойчивостью к раннему стеблеванию на уровне 1-3 баллов. Общая урожайность изменялась в среднем в пределах 2,6-3,9 кг/м², при этом возможно повышение урожайности этих образцов за счет увеличения количества растений на 1 м². У данных образцов отмечалась довольно высокая товарность в условиях зимней теплицы, корнеплоды практически не были подвержены деформации. Снижение товарности у этих образцов связано с неодновременным формированием корнеплодов, наличием треснувших корнеплодов и началом раннего стеблевания у некоторых образцов. Доля корнеплода от общей массы растения у образцов составила 55-62%.

Таблица 16. Общая урожайность и товарность образцов редиса в ИС, открытом и защищенном грунте в среднем за 2016-2018 гг. (1 – зимняя теплица, 2 – весенняя теплица, 3 – открытый грунт, 4 – интенсивная светокультура)

Образец	Масса корнеплода, г					Общая урожайность, кг/м ²					Товарность, %				
	1	2	3	4	X _{ср}	1	2	3	4	X _{ср}	1	2	3	4	X _{ср}
<i>Сортотип Красный овально-округлый</i>															
Испанский, к-1545	13,3	19,1	24,5	21,4	19,6	2,7	3,8	4,9	4,3	3,9	73,8	92,7	90,7	83,0	85,0
Dreienbrunnen, к-1742	25,6	13,1	15,5	17,4	17,9	5,1	2,6	3,1	3,5	3,6	93,0	68,0	82,9	80,0	81,0
Champion, к-2111	13,5	16,7	17,7	17,7	16,4	2,7	3,3	3,5	3,5	3,3	84,7	62,8	86,3	83,0	79,2
Rosso Quarantino, к-2127	13,1	16,4	23,4	16,9	17,5	2,6	3,3	4,7	3,4	3,5	86,2	88,0	94,0	94,0	90,6
Saxa 455 Extra chort Top Osena, к-2154	12,3	11,9	21,1	15,9	15,3	2,5	2,4	4,2	3,2	3,1	85,5	87,7	97,5	94,0	91,2
Neoro, к-2166	17,2	20,3	18,5	19,1	18,8	3,4	4,1	3,7	3,8	3,8	74,0	72,8	94,5	84,0	81,3
KD, к-2167	14,0	12,9	25,0	20,6	18,1	2,8	2,6	5,0	4,1	3,6	84,2	81,3	60,5	92,8	79,7
Ранний красный, к-2170	19,0	10,6	17,4	15,1	15,5	3,8	2,1	3,5	3,0	3,1	87,0	71,5	78,2	80,0	79,2
Vetomag, к-2192	12,0	17,4	24,2	14,6	17,0	2,4	3,5	4,8	2,9	3,4	94,0	90,0	94,8	88,0	91,7
Коралл, к-2198	13,9	15,7	26,4	12,5	17,1	2,8	3,1	5,3	2,5	3,4	89,0	68,2	92,4	70,0	79,9
Bov, к-2404	11,4	11,6	12,2	6,9	10,5	2,8	2,9	3,1	1,7	2,6	93,3	77,3	87,5	50,0	77,0
Minitas, к-2405	9,6	11,2	15,6	8,8	11,3	2,4	2,8	3,9	2,2	2,8	69,7	62,0	96,6	99,0	81,8
Notar, к-2408	16,1	15,7	18,4	9,9	15,0	3,2	3,1	3,7	2,0	3,0	92,8	80,0	95,1	85,0	88,2
<i>Сортотип Розово-красный с белым кончиком округлый</i>															
Местный, к-2130	15,4	15,4	20,3	26,1	19,3	3,1	3,1	4,1	5,2	3,9	51,3	79,7	75,3	77,3	70,9
Gaudry, к-2168	25,5	26,7	26,5	14,9	23,4	5,1	5,3	5,3	3,0	4,7	70,8	87,7	76,1	75,0	77,4
Rund halbrod halbweiss, к-2375	27,1	23,5	32,0	15,9	24,6	5,4	4,7	6,4	3,2	4,9	75,7	81,3	74,1	75,0	76,5
Crimson Giant, к-2393	29,6	27,7	25,0	12,8	23,8	5,9	5,5	5,0	2,6	4,8	78,2	86,2	68,0	65,0	74,4
<i>Сортотип Розово-красный с белым кончиком цилиндрический</i>															
Ohlsens Enke Halflong, к-1762	15,8	21,7	19,5	23,4	20,1	3,2	4,3	3,9	4,7	4,0	62,3	57,4	81,0	89,0	72,4
Pernot OJO/52, к-2175	18,4	21,6	20,2	10,3	17,6	3,7	4,3	4,0	2,1	3,5	61,3	75,0	82,4	80,0	74,7
Delikat, к-2176	15,8	19,0	19,7	18,1	18,2	3,2	3,8	3,9	3,6	3,6	75,3	58,3	73,2	90,0	74,2
Sermino, к-2234	25,6	28,1	20,8	12,2	21,6	5,1	5,6	4,2	2,4	4,3	69,5	67,2	67,2	80,0	71,0
Местный, к-2245	12,3	21,0	15,4	23,2	18,0	2,5	4,2	3,1	4,6	3,6	55,3	76,6	72,8	70,0	68,7
<i>Сортотип Белый длинный</i>															
Московский паровой, к-1546	17,0	24,2	20,9	20,3	20,6	3,4	4,8	4,2	4,1	4,1	72,7	82,3	51,3	60,7	66,8
White Icicle, к-2087	19,6	19,4	20,1	27,9	21,8	3,9	3,9	4,0	5,6	4,4	59,9	75,0	55,0	42,8	58,2
Balady, к-2136	20,0	23,8	24,4	26,1	23,5	4,0	4,8	4,9	5,2	4,7	30,7	83,9	50,5	70,0	58,8

Syla, к-2347	15,2	27,9	22,9	18,6	21,1	3,0	5,6	4,6	3,7	4,2	61,0	80,4	43,2	80,9	66,4
Без названия, к-2379	29,0	30,3	20,7	20,2	25,1	5,8	6,1	4,1	4,0	5,0	63,0	74,7	41,3	40,0	54,7
Jegcsap, к-2383	31,7	31,9	21,2	22,9	26,9	6,3	6,4	4,2	4,6	5,4	72,5	81,0	44,4	70,0	67,0
<i>Сортотип Белый круглый</i>															
White Globe Hailstone, к-2106	21,5	24,4	15,9	21,2	20,7	4,3	4,9	3,2	4,2	4,1	62,2	49,3	78,0	50,0	59,9
<i>Сортотип Желтый круглый</i>															
Helios, к-2360	18,0	14,2	20,9	16,7	17,4	3,6	2,8	4,2	3,3	3,5	63,0	51,0	80,7	90,0	71,2
<i>Сортотип Красный длинноцилиндрический цельнолистный</i>															
Красный великан, к-1667	23,8	31,5	32,4	19,6	26,8	4,8	6,3	6,5	3,9	5,4	54,7	74,3	73,0	42,3	61,1
Местный, к-2260	16,1	30,4	31,0	21,4	24,7	3,2	6,1	6,2	4,3	4,9	64,3	82,7	78,2	52,0	69,3
<i>Сортотип Красно-розовый короткоцилиндрический цельнолистный</i>															
Дарози сурх местный, к-1946	21,7	22,1	30,4	21,2	23,9	4,3	4,4	6,1	4,2	4,8	45,7	76,7	50,1	54,5	56,7
<i>Сортотип Белый круглый цельнолистный</i>															
Вировский белый, к-1666	18,2	28,8	32,8	36,5	29,1	3,6	5,8	6,6	7,3	5,8	59,6	52,7	85,1	41,0	59,6
Х _{ср} по коллекции	17,1	17,8	20,3	16,5	18,0	3,4	3,6	4,1	3,3	3,6	59,1	63,0	65,7	66,3	63,4
НСР ₀₅	3,5	3,8	3,3	4,1	5,4	0,7	0,7	0,6	0,8	1,1					

Образцы пестрой разновидности с округлой и цилиндрической формой корнеплода имели массу корнеплода в среднем по всем условиям выращивания 17,6-24,6 г, корнеплоды большей массы формировали образцы сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый. Образцы характеризовались устойчивостью к раннему стеблеванию на уровне 1-4 баллов и принадлежали к скороспелой группе спелости. Снижение товарности происходило в основном из-за раннего стеблевания и быстрого дряблени корнеплода. Доля корнеплода от общей массы растения у образцов была в пределах 49,5-62,5%.

Образцы сортотипа Белый длинный характеризовались массой корнеплода 20,6-26,9 г и общей урожайностью 4,1-5,4 кг/м². Образцы относились к позднеспелой группе спелости, и устойчивость к раннему стеблеванию была на уровне 1-5 баллов в зависимости от образца. У данной группы образцов отмечалось снижение товарности до 58-67%, что связано в первую очередь с ранним стеблением, деформацией корнеплодов при малообъемном выращивании. Доля корнеплода от общей массы растения была в пределах 47,8-57,2%.

Образец сортотипа Белый круглый, несмотря на 100% стебление во всех условиях выращивания, формировал крупный корнеплод массой 15,9-24,4 г и долго сохранял свои товарные качества. Снижение товарности до 49-78% происходило из-за наличия треснувших корнеплодов и пораженных гнилью.

Образец сортотипа Желтый круглый характеризовался средней устойчивостью к раннему стеблеванию (2-4 балла) и имел массу корнеплода в пределах 14,2-20,9 г. Товарность была довольно высокой в условиях открытого грунта и светокультуры и снижалась в защищенном грунте. Доля корнеплода составила 57,6%.

Образцы китайского подвида с красным цилиндрическим и белым круглым корнеплодом были наиболее урожайными. Они формировали крупные корнеплоды массой 23,9-29,1 г, отличающиеся плотной сочной мякотью, долго сохраняющей свои товарные качества. Данные образцы относятся к очень позднеспелой группе и практически полностью устойчивы к раннему стеблеванию. Снижение товарности происходило в основном из-за неодновременного формирования корнеплодов и их деформации при малообъемном выращивании, отмечалось поражение гнилью в отдельные годы при высокой влажности.

Для корректного проведения расчетов параметров экологической пластичности устанавливают наличие взаимодействия «генотип-среда» с помощью дисперсионного анализа. Вклад изучаемых факторов в общую изменчивость признака и основное их взаимодействие существенны на 5 %-м уровне значимости (Кадычegov и др., 2012).

В формирование урожайности за годы исследований (2016-2018 гг.) наибольший вклад вносит взаимодействие «генотип×условие выращивания» – 54,2%, немаловажное влияние оказал фактор «генотип» – 33,2%, что указывает на высокую адаптивность изучаемых образцов. Остальные факторы и их взаимодействия практически не оказывали влияния на формирование товарной урожайности (табл. 17).

Таблица 17. Значимость и вклад факторов в формировании товарной урожайности образцов редиса при $p \leq 0,05$ (трехфакторный дисперсионный анализ)

Фактор	Степени свободы	SS	MS	F _{факт}	Доля фактора, %
Генотип	86	733,46	8,53	8977	33,16
Год	2	1,56	0,78	819	0,07
Условие выращивания	3	149,50	49,83	52454	6,76
Генотип×год	172	34,39	0,20	210	1,55
Генотип×условие выращивания	258	1198,71	4,65	4890	54,20
Год×среда	6	2,20	0,37	387	0,10
Генотип×год×условие выращивания	516	90,97	0,18	186	4,11
Ошибка	1044	0,99	0,00		
Общая дисперсия	2087				

Для характеристики условий выращивания рассчитан индекс условий среды (табл. 18). В формировании урожайности образцов редиса лучшие условия сложились в открытом грунте $I_j = +0,4$, что позволило сформировать наибольшую урожайность как отдельных образцов, так и среднюю (2,7 кг/м²). Худшие условия сложились в зимней теплице $I_j = -0,3$, что отрицательно сказалось на урожайности (2,0 кг/м²).

Для оценки экологической пластичности генотипов используют два параметра: коэффициент линейной регрессии (b_i) и коэффициент стабильности (S_i^2). Первый показывает пластичность сорта на изменение условий выращивания, а второй характеризует стабильность сорта в различных условиях среды.

Чем выше значение коэффициента b_i (>1), тем большей отзывчивостью обладает данный сорт. Такие сорта требовательны к высокому уровню агротехники, так как только в этом случае они дадут максимум отдачи. В случае $b_i < 1$ сорт реагирует слабее на изменение условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов. Такие сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где от них наибольшая отдача при минимуме затрат. При условии $b_i = 1$ имеется полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания, нулевое или близкое к нулю значение b_i говорит о том, что сорт не реагирует на изменение среды (Рыбась, 2014, 2015).

Важным свойством адаптивности является экологическая стабильность сортов – устойчивость к стрессовым факторам среды, способность давать стабильный урожай при любых условиях. Коэффициент стабильности сорта (S_i^2) рассчитывают на основе средней урожайности сорта и индекса среды, он показывает отклонение фактического урожая от теоретического. Чем меньше отклонение, тем стабильнее сорт.

Наиболее ценными считаются сорта, у которых $b_i > 1$, а S_i^2 близок к 0, они отзывчивы на улучшение условий и имеют стабильную урожайность. Однако чаще рост пластичности сорта способствует снижению его стабильности.

Таблица 18. Товарная урожайность, параметры экологической пластичности и адаптивности образцов редиса в ИС, открытом и защищенном грунте в среднем за 2016-2018 гг. (1–зимняя теплица, 2–весенняя теплица, 3–открытый грунт, 4 – интенсивная светокультура)

Образец	Товарная урожайность, кг/м ²					Параметры экологической пластичности			Параметры адаптивности				
	1	2	3	4	X _{ср}	b _i	S _i ²	CV, %	Y ₂ -Y ₁	OAC	σ ² (CAG _i)	СЦГ _i	Hom
<i>Сортотип Красный овально-округлый</i>													
Испанский, к-1545	2,0	3,5	4,4	3,5	3,4	3,2	5,7	30,7	-2,4	1,1	0,9	1,5	4,7
Dreienbrunnen, к-1742	4,8	1,8	2,6	2,8	3,0	-3,0	6,0	42,7	-2,9	0,7	1,6	1,1	2,4
Champion, к-2111	2,3	2,1	3,0	2,9	2,6	0,7	0,5	18,1	-0,9	0,3	0,2	1,8	15,9
Rosso Quarantino, к-2127	2,3	2,9	4,4	3,2	3,2	2,8	4,3	28,3	-2,1	0,9	0,7	1,7	5,4
Saxa 455 Extra chort Top Osen, к-2154	2,1	2,1	4,1	3,0	2,8	2,4	3,7	34,0	-2,0	0,5	0,9	1,4	4,1
Neoro, к-2166	2,6	3,0	3,5	3,2	3,1	1,1	0,7	13,0	-0,9	0,8	0,1	2,2	25,0
KD, к-2167	2,4	2,1	3,0	3,8	2,8	0,2	0,9	27,4	-1,7	0,5	0,5	1,5	5,9
Ранний красный, к-2170	3,3	1,5	2,7	2,4	2,5	-0,9	1,2	29,9	-1,7	0,2	0,5	1,1	4,6
Vetomag, к-2192	2,2	3,1	4,6	2,6	3,1	3,4	6,1	32,9	-2,3	0,8	1,1	1,5	3,9
Коралл, к-2198	2,5	2,1	4,9	1,7	2,8	3,6	8,3	50,3	-3,1	0,5	2,1	0,9	1,7
Bov, к-2404	2,6	2,2	2,7	0,9	2,0	0,8	1,3	41,4	-1,8	-0,3	0,9	0,7	2,7
Minitas, к-2405	1,7	1,7	3,7	2,2	2,3	2,6	4,0	41,2	-2,0	0,0	1,1	1,1	2,8
Notar, к-2408	3,0	2,5	3,5	1,7	2,7	1,2	1,2	28,9	-1,8	0,4	0,6	1,3	5,3
<i>Сортотип Розово-красный с белым кончиком округлый</i>													
Местный, к-2130	1,6	2,5	3,1	4,0	2,8	1,2	2,2	37,2	-2,4	0,5	1,0	1,1	3,2
Gaudry, к-2168	3,6	4,7	4,0	2,2	3,6	1,5	2,5	28,3	-2,4	1,3	1,1	1,7	5,0
Rund halbrod halbweiss, к-2375	4,1	3,8	4,7	2,4	3,8	1,6	2,5	26,4	-2,3	1,5	0,9	1,9	6,3
Crimson Giant, к-2393	4,6	4,8	3,4	1,7	3,6	-0,3	3,2	39,8	-3,1	1,3	2,0	1,3	2,9
<i>Сортотип Розово-красный с белым кончиком цилиндрический</i>													
Ohlsens Enke Halflong, к-1762	2,0	2,5	3,2	4,2	2,9	0,8	1,6	32,1	-2,2	0,7	0,9	1,4	4,0
Pernot OJO/52, к-2175	2,3	3,2	3,3	1,6	2,6	2,1	2,7	30,9	-1,6	0,3	0,6	1,3	4,9
Delikat, к-2176	2,4	2,2	2,9	3,3	2,7	0,3	0,4	17,7	-1,0	0,4	0,2	1,8	14,1
Sermino, к-2234	3,6	3,8	2,8	2,0	3,0	-0,3	1,1	27,4	-1,8	0,7	0,7	1,6	6,0
Местный, к-2245	1,4	3,2	2,2	3,3	2,5	0,9	1,5	35,9	-1,8	0,2	0,8	1,1	3,6
<i>Сортотип Белый длинный</i>													
Московский паровой, к-1546	2,5	4,0	2,1	2,5	2,8	-0,0	1,0	29,8	-1,8	0,5	0,7	1,5	5,0

Среди изучаемого набора образцов выделены два образца редиса – Neogo (к-2166, Нидерланды) и Champion (к-2111, Чили), имеющие высокую товарную урожайность (3,1 и 2,6 кг/м²), $b_i = 1,1$ и 0,7 и стабильность близкую к 0 ($Si_2=0,7$ и 0,5). Сочетание высокой экологической пластичности и стабильности у данных генотипов показывает, что они отзывчивы на улучшение условий выращивания и при этом имеют стабильную урожайность.

К образцам интенсивного типа, характеризующимся достаточно высокой урожайностью и хорошо отзывающимся на улучшение условий выращивания (b_i значительно выше 1), но имеющим низкую стабильность, относятся в основном образцы сортотипа Красный овально-округлый: Испанский (к-1545, Россия), Dreienbrunnen (к-1742, Германия), Rosso Quarantino (к-2127, Италия), Saxa 455 Extra short Top Osená (к-2154, Дания), Vetomag (к-2192, Венгрия), Коралл (к-2198, Чехия), Minitas (к-2405, Нидерланды); образец сортотипа Розово-красный с белым кончиком цилиндрический – Pernot OJO/52 (к-2175, Швеция), и сортотипа Белый длинный – Jegcsar (к-2383, Венгрия), и образцы китайского подвида: Красный великан (к-1667, Россия), Местный (к-2260, Россия) и Вировский белый (к-1666, Россия). Отрицательный коэффициент регрессии у некоторых образцов показывает, что в неблагоприятных условиях они обычно характеризуются повышенной урожайностью относительно средней для сорта.

К группе образцов, характеризующихся средней пластичностью и средней стабильностью, относятся образцы сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый: Местный (к-2130, Азербайджан), Gaudry (к-2168, Нидерланды), Rund halbröt halbwass (к-2375, Дания); сортотипа Белый длинный – Balady (к-2136, Венгрия) и Без названия (к-2379, Ливан); образец сортотипа Красный овально-округлый – Notar (к-2408, Нидерланды), Желтый круглый – Helios (к-2360, Чехия), и китайского подвида – Дарози сурх местный (к-1946, Таджикистан).

К группе образцов, характеризующихся низкой пластичностью (b_i значительно ниже 1) и высокой стабильностью, относятся образцы сортотипа Красный овально-округлый – KD (к-2167, Нидерланды), Розово-красный с белым кончиком цилиндрический – Delikat (к-2176, Швеция), Белый длинный – White Icicle (к-2087, Чили) и Белый круглый – White Globe Hailstone (к-2106, Чили). Данные образцы слабо или полностью не реагируют на изменение среды, и важной особенностью является то, что в неблагоприятных условиях они снижают урожай не так сильно, как интенсивные сорта, но в условиях интенсивного земледелия от них не стоит ожидать рекордной продуктивности.

К группе образцов, характеризующихся низкой пластичностью и стабильностью, относятся образцы сортотипов: Красный овально-округлый – Ранний красный (к-2170, Россия), Bov (к-2404, Нидерланды); Розово-красный с белым кончиком округлый – Crimson Giant (к-2393, Канада), и цилиндрический – Ohlsens Enke Halflong (к-1762, Дания), Sermino (к-2234, Франция), Местный (к-2245, Аргентина); Белый длинный – Московский паровой (к-1546, Россия) и Sylá (к-2347, Дания). Данные образцы предназначены для выращивания в конкретных условиях выращивания.

Коэффициент вариации является относительным показателем изменчивости. Низкой изменчивостью товарной урожайности характеризовался образец сортотипа Белый круглый – White Globe Hailstone (к-2106, Чили); средней – образцы сортотипов: Красный овально-

округлый – Neoro (к-2166, Нидерланды) и Champion (к-2111, Чили); Розово-красный с белым кончиком цилиндрический – Delikat (к-2176, Швеция) и Белый длинный – White Icicle (к-2087, Чили), остальные образцы имели значительную изменчивость урожайности.

Разность между минимальной (Y_2) и максимальной (Y_1) урожайностью отражает уровень устойчивости сортообразцов к стрессовым условиям произрастания (Гончаренко, 2005). Чем меньше разрыв между наибольшим и минимальным показателями, тем выше стрессоустойчивость образца и шире диапазон его приспособительных возможностей. В нашем исследовании высокой устойчивостью ($-0,9 - -0,5$) к стрессу характеризовались образцы Neoro (к-2166, Нидерланды), Champion (к-2111, Чили); White Icicle (к-2087, Чили) и White Globe Hailstone (к-2106, Чили); средней устойчивостью ($-1,9 - -1,0$) – KD (к-2167, Нидерланды), Ранний красный (к-2170, Россия), Bov (к-2404, Нидерланды), Minitas (к-2405, Нидерланды), Notar (к-2408, Нидерланды), Московский паровой (к-1546, Россия), Helios (к-2360, Чехия), Дарози сурх местный (к-1946, Таджикистан) и образцы сортотипа Розово-красный с белым кончиком цилиндрический, кроме Ohlsens Enke Halflong (к-1762, Дания).

Наибольшими эффектами общей адаптивной способности (ОАС) обладают образцы сортотипов: Красный овально-округлый – Испанский (к-1545, Россия); Розово-красный с белым кончиком округлый – Gaudry (к-2168, Нидерланды), Rund halbrod halbweiss (к-2375, Дания) и Crimson Giant (к-2393, Канада); Белый длинный – Jegcsap (к-2383, Венгрия), и образцы китайского подвида – Красный великан (к-1667, Россия), Местный (к-2260, Россия) и Вировский белый (к-1666, Россия). Они обеспечивают максимальный средний урожай во всей совокупности сред.

Параметр дисперсии САС $\sigma^2(\text{CAsi})$ характеризует специфическую адаптивную способность, т.е. в благоприятных условиях среды образец с высокой величиной данного показателя формирует относительно большую урожайность. Наибольшая дисперсия САС $\sigma^2(\text{CAsi})$ отмечена у образцов Коралл (к-2198, Чехия), Crimson Giant (к-2393, Канада), Jegcsap (к-2383, Венгрия), Без названия (к-2379, Ливан), Красный великан (к-1667, Россия), Местный (к-2260, Россия) и Вировский белый (к-1666, Россия).

Селекционная ценность генотипа (СЦГ) позволяет отобрать высокопродуктивные генотипы со стабильным проявлением урожайности. Они могут быть использованы в селекции сортов с высокой продуктивностью в сочетании с экологической стабильностью. По данному показателю выделены образцы Neoro (к-2166, Нидерланды), Champion (к-2111, Чили), Rund halbrod halbweiss (к-2375, Дания), White Globe Hailstone (к-2106, Чили), White Icicle (к-2087, Чили), Delikat (к-2176, Швеция).

Одним из важных показателей, характеризующих устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов среды, является гомеостаз, являющийся универсальным свойством в системе взаимоотношения генотипа и внешней среды. Гомеостаз – не что иное, как способность генотипа сводить к минимуму последствия воздействия неблагоприятных внешних условий (Кондратенко и др., 2014).

Критерием гомеостатичности сортов можно считать их способность поддерживать низкую вариабельность признаков продуктивности. Таким образом, связь гомеостатичности

(Ном) с коэффициентом вариации (CV) характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды. В наших исследованиях наиболее стабильными в меняющихся условиях выращивания оказались образцы White Globe Hailstone (к-2106, Чили), Neoro (к-2166, Нидерланды), Champion (к-2111, Чили), Delikat (к-2176, Швеция) и White Icicle (к-2087, Чили). Об этом свидетельствуют наименьшее значение коэффициента вариации и высокая гомеостатичность. Высокая вариабельность и низкая гомеостатичность отмечены у образцов Коралл (к-2198, Чехия) и Без названия (к-2379, Ливан), что говорит о нестабильности этих образцов и их низкой адаптивности.

3.2.2 Урожайность и параметры экологической пластичности и адаптивности образцов редьки

В нашем исследовании наблюдались значительные достоверные различия урожайности образцов редьки в зависимости от года и срока выращивания.

Нами исследована урожайность и товарность редьки при весеннем и летнем посеве у образцов европейского, китайского и японского подвида и выделены наиболее урожайные образцы в пределах каждого сортогруппы (табл. 19).

Образцы зимней европейской редьки черной и белой разновидности выращивались только при летнем сроке посева. Масса корнеплода в среднем была в пределах 241,0-413,5 г. Образцы полностью устойчивы к раннему стеблеванию, т.к. являются двулетними культурами. Доля корнеплода от общей массы растения была в пределах 63-76%. Снижение товарности происходило в основном из-за одновременного формирования корнеплодов и их растрескиваемости.

Среди образцов редьки китайского подвида выделено три образца белой разновидности, и по два образца зеленой и красной разновидности с массой корнеплода 117,0-361,0 г, причем образцы белой разновидности имели большую массу корнеплода. Данные образцы выращивались при двух сроках посева, но при весеннем сроке у образцов отмечался ранний переход в фазу стеблевания практически у всех образцов без образования корнеплода, кроме образцов Белозеленая (к-1816, Казахстан) и Ара-си́и (к-2094, Япония). Доля корнеплода от общей массы растения у выделенных образцов была в пределах 45-70%. Снижение товарности происходило в основном из-за наличия треснувших и недоразвитых корнеплодов, а также из-за поражения личинками капустной мухи. Отмечено, что местный образец лобы (к-2148, Казахстан) практически не был поражен личинками капустной мухи.

Образцы японского подвида весенне-летней и осенне-зимней групп разновидностей характеризовались массой корнеплода в среднем 174,0-459,0 г и общей урожайностью 1,7-4,4 кг/м². Образцы имели устойчивость к раннему стеблеванию 1-6 баллов при весеннем посеве и 1-3 баллов при летнем в зависимости от образца. У данной группы образцов отмечалась большая изменчивость товарности корнеплодов – 35-87%, что связано в первую очередь с одновременным формированием корнеплодов, поражением их личинками капустной мухи и

наличием пустот внутри корнеплода. Доля корнеплода от общей массы растения была в пределах 55,0-83,5%.

Таблица 19. Общая урожайность и товарность образцов редьки при весеннем и летнем посеве в среднем за 2017-2018 гг. (1–весенний посев, 2–летний посев)

Образец	Масса корнеплода, г			Общая урожайность, кг/м ²			Товарность, %		
	1	2	X _{ср}	1	2	X _{ср}	1	2	X _{ср}
<i>Редька европейская сортотип Зимняя черная круглая</i>									
Round Black Spanish, к-1870	-	242,6	242,6	-	2,3	2,3	-	93,5	93,5
Зимняя круглая черная, к-1915	-	268,3	268,3	-	2,6	2,6	-	82,5	82,5
Runder schwarzer, к-2012	-	305,6	305,6	-	2,9	2,9	-	94,0	94,0
Round Black Spanish, к-2084	-	241,1	241,1	-	2,3	2,3	-	87,5	87,5
Дзиуная, к-2182	-	413,5	413,5	-	3,9	3,9	-	74,5	74,5
<i>Редька европейская сортотип Зимняя белая круглая</i>									
Зимняя белая, к-1499	-	310,7	310,7	-	3,0	3,0	-	79,0	79,0
Зимняя круглая белая, к-1914	-	305,6	305,6	-	2,9	2,9	-	96,5	96,5
Сквировская белая, к-2025	-	355,8	355,8	-	3,4	3,4	-	72,5	72,5
<i>Лоба сортотип Белая длинно-цилиндрическая</i>									
Chinese white winter к-2101,	-	374,1	374,1	-	3,6	3,6	-	79,0	79,0
Altari-mu, к-2151	-	361,0	361,0	-	3,4	3,4	-	57,5	57,5
Jangsu, к-2173	-	312,8	312,8	-	3,0	3,0	-	91,5	91,5
<i>Лоба сортотип Зеленая цилиндрическая</i>									
Белозеленая, к-1816	133,2	265,2	199,2	1,3	2,5	1,9	68,7	67,5	68,1
Местная, к-2148	-	206,9	206,9	-	2,0	2,0	-	89,0	89,0
<i>Лоба сортотип Красная округлая лировиднолистная</i>									
Нежная, к-1983	-	179,1	179,1	-	1,7	1,7	-	72,5	72,5
Ара-suji, к-2094	111,5	124,1	117,8	1,1	1,2	1,1	26,7	35,3	31,0
<i>Дайкон весенне-летний</i>									
Turnip, к-2033	370,4	339,5	354,9	3,5	3,2	3,4	63,7	58,5	61,1
Unzen shigatsu, к-2063	266,3	295,9	281,1	2,5	2,8	2,7	33,3	37,5	35,4
Коно Хаябутори, к-2110	268,3	314,1	291,2	2,6	3,0	2,8	81,3	88,0	84,7
Минотоки №2, к-2111	130,4	289,0	209,7	1,2	2,8	2,0	63,3	71,0	67,2
Саката Тэнсюн, к-2112	327,8	419,0	373,4	3,1	4,0	3,6	65,0	49,5	57,3
Eifuku 2, к-2134	378,3	373,8	376,0	3,6	3,6	3,6	66,0	66,5	66,3
Местная, к-2155	-	381,9	381,9	-	3,6	3,6	-	83,5	83,5
Лебидка, к-2156	300,1	386,2	343,2	2,9	3,7	3,3	56,3	60,0	58,2
Нацу Салари, к-2157	406,2	511,5	458,9	3,9	4,9	4,4	70,0	75,0	72,5
Ясато рисо, к-2159	116,1	344,2	230,1	1,1	3,3	2,2	65,0	93,0	79,0
Акасудзи, к-2160	-	400,7	400,7	-	3,8	3,8	-	64,0	64,0
Nongwoo-iljin, к-2170	-	295,7	295,7	-	2,8	2,8	-	72,5	72,5
Гасцинец, к-2183	255,3	377,7	316,5	2,4	3,6	3,0	68,3	74,5	71,4
<i>Дайкон осеннее-зимний</i>									
Kuoba Капуо, к-2113	392,5	422,3	407,4	3,7	4,0	3,9	36,7	38,5	37,6
Eifuku, к-2133	273,2	247,9	260,5	2,6	2,4	2,5	73,7	70,0	71,8
Shinuchi Sobutori, к-2136	379,0	365,2	372,1	3,6	3,5	3,5	39,3	47,5	43,4
All season cross, к-2137	-	262,9	262,9	-	2,5	2,5	-	83,0	83,0
Саша, к-2142	-	251,3	251,3	-	2,4	2,4	-	85,5	85,5
Синсюу Дзи, к-2158	140,5	209,0	174,8	1,3	2,0	1,7	23,3	68,5	45,9
Saedon, к-2175	385,7	256,7	321,2	3,7	2,4	3,1	77,3	86,5	81,9
Back-ok, к-2177	398,2	312,4	355,3	3,8	3,0	3,4	82,0	78,5	80,3
Shinmyeong, к-2178	490,6	319,0	404,8	4,7	3,0	3,9	77,0	78,5	77,8
Петербургский, вр.3337	243,5	247,0	245,2	2,3	2,4	2,3	70,0	70,0	70,0
X_{ср} по коллекции	286,8	264,5	271,2	2,7	2,5	2,6	59,8	65,8	64,5
<i>HCP₀₅</i>	63,5	51,8	61,5	0,7	0,5	0,6			

Для оценки параметров экологической пластичности и адаптивности было выбрано 20 образцов редьки китайского и японского подвида, выращенных при двух сроках посева.

В формирование урожайности данных образцов за годы исследований (2017–2018 гг.) наибольший вклад вносят фактор «генотип» – 39,9% и взаимодействие «год×срок посева» – 22,8%, немаловажное влияние оказали взаимодействия «генотип×срок посева» и «генотип×год×срок посева». Остальные факторы практически не оказывали влияния на формирование товарной урожайности (табл. 20).

Таблица 20. Значимость и вклад факторов в формировании товарной урожайности образцов редьки при $p \leq 0,05$ (трехфакторный дисперсионный анализ)

Фактор	Степень свободы	SS	MS	F _{факт.}	Доля фактора, %
Генотип	19	107,33	5,64	4498,4	39,9
Год	1	8,01	8,01	6376,5	3,0
Срок посева	1	0,02	0,02	16,2	0,0
Генотип×год	19	13,53	0,71	567,1	5,0
Генотип×срок посева	19	45,86	2,41	1921,8	17,0
Год×срок посева	1	61,26	61,26	48778,6	22,8
Генотип×год×срок посева	19	33,06	1,74	1385,5	12,3
Ошибка	80	0,10	0,00		
Общая дисперсия	159	269,17			

Для характеристики условий выращивания рассчитан индекс условий среды (табл. 21). В формировании урожайности образцов редьки лучшие условия сложились при летнем посеве в 2018 году ($I_j = +0,8$) и при весеннем посеве в 2017 году ($I_j = +0,4$), что позволило сформировать наибольшую урожайность как отдельных образцов, так и среднюю (2,9 и 2,5 кг/м²). Худшие условия сложились при летнем посеве в 2017 году ($I_j = -0,9$) и при весеннем посеве в 2018 году ($I_j = -0,4$), что отрицательно сказалось на средней урожайности (1,2 и 1,7 кг/м²).

Для оценки экологической пластичности генотипов использовали два параметра: коэффициент линейной регрессии (b_i) и коэффициент стабильности (S_i^2).

Ценными являются образцы интенсивного типа, которые характеризуются достаточно высокой урожайностью и хорошо отзывающиеся на улучшение условий выращивания (b_i значительно выше 1), но имеющие низкую стабильность. В нашем исследовании выделено два образца дайкона, сочетающие эти параметры – Shinuchi Sobutori (к-2136, Япония) и Нацу Салари (к-2157, Япония).

К группе образцов, характеризующихся хорошей отзывчивостью на улучшение условий выращивания ($1 \leq b_i < 2$), но имеющих среднюю стабильность, относятся образцы дайкона из Японии – Ясато рисо (к-2159), Куоба Каурио (к-2113), Eifuku (к-2133), Eifuku 2 (к-2134); Ю. Кореи – Shinmyeong (к-2178), России – Петербургский (вр.к-3337), Белоруссии – Гасцинец (к-2183) и Украины – Лебидка (к-2156).

К группе образцов, характеризующихся низкой пластичностью (b_i значительно ниже 1) и высокой стабильностью, относятся образцы лобы Белозеленая (к-1816, Казахстан) и Ара-суji (к-2094, Япония) и дайконы из Японии Минотоки №2 (к-2111), Саката Тэнсюн (к-2112), Синсюу Дзи (к-2158).

К группе образцов, характеризующихся низкой пластичностью и средней стабильностью, относятся образцы дайкона из Японии Turnip (к-2033), Unzen shigatsu (к-2063), Коно Хаяабутори (к-2110), и Ю. Кореи Saedom (к-2175), Back-ok (к-2177).

Низкой изменчивостью товарной урожайности характеризовался образец Саката Тэнсюн (к-2112, Япония), остальные образцы имели значительную изменчивость урожайности ($CV=22,0-91,1\%$).

Высокая устойчивость ($-0,9 - -0,2$) к стрессовым условиям произрастания была характерна для образцов лобы – Белозеленая (к-1816, Казахстан) и Ара-суji (к-2094, Япония) и дайкона Саката Тэнсюн (к-2112, Япония). Средней устойчивостью ($-1,6 - -1,2$) характеризовались образцы дайкона из Японии – Turnip (к-2033), Unzen shigatsu (к-2063), Коно Хаяабутори (к-2110), Синсюу Дзи (к-2158) и Минотоки №2 (к-2111).

Наибольшими эффектами общей адаптивной способности (ОАС) обладают образцы дайкона из Японии Eifuku 2 (к-2134), Нацу Салари (к-2157), и Ю. Кореи Back-ok (к-2177), Shinmyeong (к-2178).

Наибольшая вариация специфической адаптивной способности $\sigma^2_{(CAG)}$ отмечена у образцов Shinuchi Sobutori (к-2136, Япония), Shinmyeong (к-2178, Ю. Корея), Ясато рисо (к-2159, Япония), Нацу Салари (к-2157, Япония) и Петербургский (вр.к-3337, Россия).

По показателю селекционная ценность генотипа (СЦГ) выделены образцы Саката Тэнсюн (к-2112, Япония), Коно Хаяабутори (к-2110, Япония), Turnip (к-2033, Япония), Back-ok (к-2177, Ю. Корея) и Нацу Салари (к-2157, Япония). Они могут быть использованы в селекции сортов с высокой продуктивностью в сочетании с экологической стабильностью.

В наших исследованиях наиболее стабильными при изменении условий выращивания оказались образцы Саката Тэнсюн (к-2112, Япония), Коно Хаяабутори (к-2110, Япония), Turnip (к-2033, Япония) и Back-ok (к-2177, Ю. Корея). Высокая вариабельность урожайности и низкая гомеостатичность у остальных образцов говорит об их нестабильности и низкой адаптивности.

Заключение к главе

В результате изучения урожайности выделены высокоурожайные образцы редиса и редьки разных подвидов. Отмечено, что образцы редиса сортотипа Красный овально-округлый, имея небольшую массу корнеплода, за счет своей скороспелости способны формировать высокотоварные корнеплоды во всех изученных условиях выращивания, при этом возможно повышение урожайности за счет увеличения количества растений на 1 м^2 ; образцы редиса других разновидностей и сортотипов характеризуются большей массой корнеплода и урожайностью. Снижение товарности редиса в большей степени связано с одновременным формированием корнеплодов, ранним стеблеванием и ухудшением качества корнеплода (растрескивание, дрябление), редьки – с неоднородностью по времени формирования корнеплодов, их растрескиваемостью и поражением личинками капустной мухи.

На формирование урожайности образцов редиса в годы исследования наибольшее влияние оказывало взаимодействие «генотип×условие выращивания», а также значительное влияние оказал фактор «генотип», что указывает в целом на высокую адаптивность изученных образцов и как следствие среднюю вариабельность их урожайности в зависимости от условий выращивания.

Для оценки параметров экологической пластичности и адаптивности изучено 20 образцов редьки китайского и японского подвида, выращенных при двух сроках посева. В формирование их урожайности за годы исследований наибольший вклад вносили фактор «генотип» и взаимодействие «год×срок посева», немаловажное влияние оказали взаимодействия «генотип×срок посева» и «генотип×год×срок посева».

Исходя из рассчитанного индекса среды, выявлено, что худшие условия для развития растений редиса сложились в зимней теплице, а лучшие – в открытом грунте; для редьки – лучшие условия сложились при летнем посеве в 2018 году и при весеннем посеве в 2017 году, худшие условия – при летнем посеве в 2017 году и при весеннем посеве в 2018 году, что сказалось в разной степени на урожайности образцов.

При изучении экологической пластичности и стабильности выявлены только два образца редиса (Neoro, к-2166, Нидерланды и Champion, к-2111, Чили), которые отзывчивы на улучшение условий выращивания и при этом имеют стабильную урожайность. Выделены следующие группы образцов редиса и редьки по признакам пластичности и стабильности: образцы интенсивного типа – преимущественно образцы редиса сортотипа Красный овально-округлый и образцы китайского подвида, и селекционные образцы дайкона из Японии; образцы, характеризующиеся средней пластичностью и средней стабильностью – преимущественно образцы редиса сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый и дайкона типа Миновасе и Миясиге; образцы, характеризующиеся низкой пластичностью и высокой стабильностью – образцы редиса белой и желтой разновидности и некоторые образцы лобы зеленой и розово-красной разновидности и дайконы из Японии; а также образцы, характеризующиеся низкой пластичностью и стабильностью – селекционные образцы редиса розово-красной, пестрой и белой разновидности предназначенные для выращивания в определенных культивационных сооружениях, и некоторые образцы дайкона типа Ниненго и Сироагири, которые предназначены для выращивания на тяжелых глинистых почвах.

Низкая изменчивость товарной урожайности отмечена у образца редиса белой разновидности и дайкона типа Камейдо, средняя у некоторых образцов редиса розово-красной разновидности и единично – среди образцов пестрой и белой разновидности.

Высокой устойчивостью к стрессовым условиям произрастания характеризовались преимущественно образцы редиса сортотипов Розово-красный с белым кончиком цилиндрический и Красный овально-округлый и образцы лобы.

Наибольшими эффектами ОАС и САС обладают в основном образцы редиса сортотипов Розово-красный с белым кончиком округлый и образцы китайского подвида.

Выделены высокопродуктивные генотипы редиса и редьки со стабильным проявлением урожайности и высокой гомеостатичностью.

3.3. Комплексная биохимическая характеристика культур *R. sativus*

Исследование химических элементов в растительном сырье актуально как с теоретической, так и с практической точки зрения. Химические составляющие нативных комплексов растений могут быть использованы в качестве лекарственных и профилактических средств в терапии различных заболеваний, а также как маркеры – индикаторы при проведении биогеохимических, экологических и фитохимических исследований (Ловкова и др., 1990).

Пищевая ценность редиса и редьки определяется не только содержанием основных компонентов химического состава, но и наличием биологически активных веществ. Видовые и сортовые особенности, условия и место выращивания, фаза роста растений влияют на концентрацию химических веществ (Шебалина и др., 1985). Для селекции представляет большой интерес знание закономерностей в изменении химического состава корнеплодов в зависимости от сортовых особенностей и условий среды. Улучшение вкусовых качеств и повышение содержания БАВ является одной из актуальных задач селекции этих культур.

Нами проведено сравнительное биохимическое исследование корнеплодов 78 образцов редиса, выращенных в зимней теплице, и 27 образцов из них – еще в открытом грунте, а также листьев 9 образцов редиса с салатным типом листа; корнеплодов 79 образцов редьки.

Применяя метаболомное профилирование, установлено около 200 компонентов химического состава образцов редиса и редьки. Идентифицировано 140 компонентов из групп органических кислот (22,9%), свободных аминокислот (17,9%), в том числе незаменимых, свободных жирных кислот (12,1%), в том числе незаменимых, многоатомных спиртов (7,1%), сахаров (16,4%), а также фенолсодержащих соединений (13,6%), алканов (6,4%) и прочие вторичные метаболиты (3,6%).

3.3.1 Содержание сухих веществ в корнеплодах

Важным показателем, характеризующим питательную ценность овощей, является содержание массы сухих веществ, определяющее выход полезной продукции. У многих овощей из-за высокой оводненности тканей содержание массы сухих веществ небольшое (4-9%).

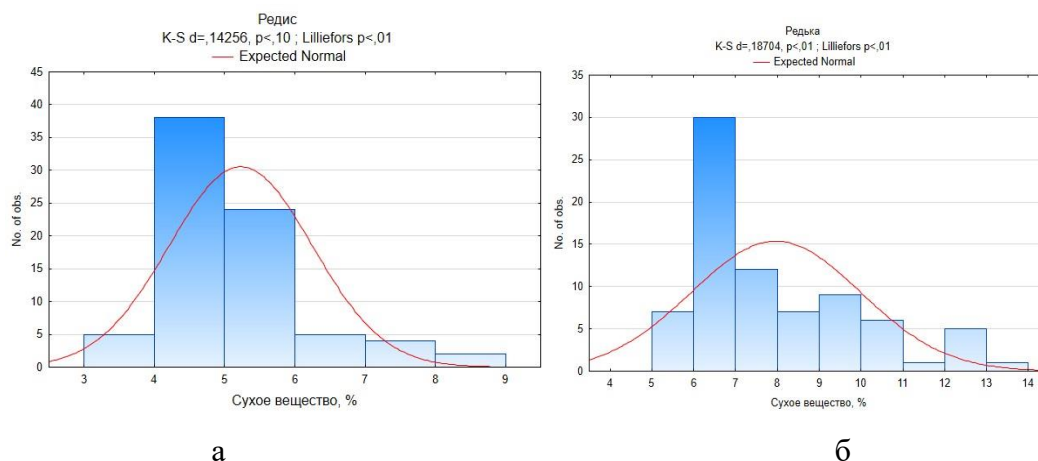


Рис. 20. Гистограмма распределения образцов *R. sativus* по содержанию сухого вещества в корнеплодах (а – редис, б – редька)

В нашем исследовании общий диапазон сортовой изменчивости по содержанию сухого вещества в корнеплодах был довольно высок. Содержание сухого вещества в корнеплодах колебалось у редиса от 3,72 до 8,56% (CV=19,7%), у редьки – от 5,52 до 13,52% (CV=25,4%).

Большинство изученных образцов редиса имели содержание сухого вещества в пределах 4,0-5,0% (рис. 20). Это раннеспелые образцы розово-красных и красных сортотипов с округлым и овальным корнеплодом и среднеспелые сортотипа Розово-красный с белым кончиком цилиндрический. Небольшой процент сухого вещества (до 4%) имели ультраскороспелые образцы, от 5,0 до 6,0% сухого вещества содержали желтые, розово-красные с белым кончиком овальные и цилиндрические и белые редисы. Наибольшее количество сухого вещества (более 6%) отмечалось у образцов китайского подвида, цилиндрических с белым кончиком образцов из Пакистана (French Breakfast, к-1939) и Швеции (к-2176, Delikat), белых длинных образцов из России (к-1546, Московский паровой), Дании (к-2347, Syla) и Бурунди (к-2424, Местный), которые могут быть использованы в качестве источников для селекции на повышенное содержание сухого вещества.

По сравнению с редисом образцы редьки накапливали больше сухого вещества, что связано с биологическими особенностями культуры. У большинства образцов редьки отмечалось накопление сухого вещества в пределах 6,0-7,0% – это в основном образцы дайкона из Японии разновидности Миновасе и типа Миясиге, и несколько образцов лобы белой разновидности из Ю. Кореи и Вьетнама, зеленой и розово-красной разновидности из Китая и стран Средней Азии. Накопление небольшого процента сухого вещества (до 6%) отмечено у местных образцов лобы белой разновидности из Киргизии и Египта, а также у образцов лобы из Чили и Монголии и двух образцов дайкона сортотипа Камейдо (к-2134) и Миновасе (к-2157). Содержание сухого вещества в пределах 7,0-9,0% было присуще образцам лобы белой разновидности из Ю. Кореи, зеленой разновидности из Китая и Казахстана и розово-красной разновидности из России и Японии и образцам дайкона европейского происхождения и Ю. Кореи. Наибольший процент сухого вещества (более 9,0%) накапливали все образцы зимних европейских редек, несколько образцов лобы белой – Altari-mu (к-2151, Ю. Корея), зеленой – Маргиланская (к-1815, Узбекистан), Лоба (к-1825, Китай) и розово-красной разновидности – Хун-дын-лун (к-1895, Китай) и дайконы осенне-зимней группы разновидностей – Wase-Sakurajima (к-1942, Япония) и Saedon (к-2175, Ю. Корея).

3.3.2 Углеводный состав корнеплодов

Около 80% сухого вещества представлено углеводным комплексом, состоящим из сахаров, крахмала, клетчатки, пектиновых и др. веществ.

Преобладающая часть сухих веществ корнеплодов редиса и редьки представлена моно- и дисахаридами, в связи с чем, этот показатель имеет большое значение для сравнительной оценки образцов. В зависимости от сорта содержание сахаров в сухом веществе может достигать 25-55% (Ермаков, 1961).

В наших исследованиях содержание сахаров в сухом веществе составляло у редиса 3,5-75,7%, у редьки – 0,8-28,8%.

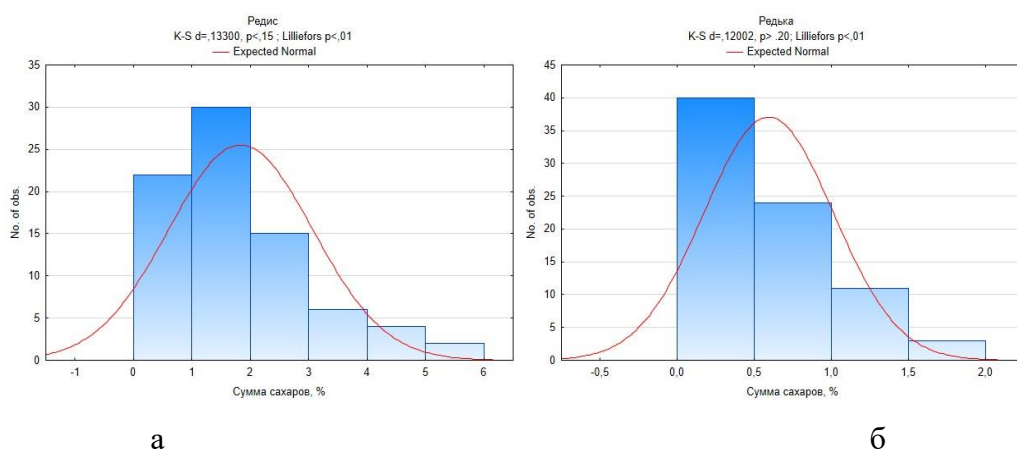


Рис. 21. Гистограмма распределения образцов *R. sativus* по содержанию сахаров в корнеплодах (а – редис, б – редька)

Общее содержание сахаров в среднем составило в редисе 1,84% (0,16-5,45%) и в редьке – 0,59% (0,10-1,93%) (рис. 21).

Низкое содержание сахаров (менее 1,0%) отмечалось у большинства образцов редиса ультраскороспелой и скороспелой группы спелости у сортотипов Красный овально-округлый, Розово-красный с белым кончиком округлый и цилиндрический, и у двух образцов среднеспелой группы спелости – Oval Amager (к-2180, Швеция) и Московский паровой (к-1546, Россия). Высоким содержанием сахаров (более 3,0%) характеризовались образцы пестрой разновидности – Datil encarnalo (к-2313, Испания), De Pomtaise demi-long rose about blanc (к-2199, Франция), French Breakfast (к-1939, Пакистан); белой разновидности – White Icicle (к-2087, Чили), Без названия (к-2379, Ливан), Syla (к-2347, Дания); розово-красной разновидности – Саратовский (к-2210, Россия) и образцы китайской разновидности – Местный (к-2260, Россия), Местный (к-1923, Китай) и Вировский белый (к-1666, Россия). Образцы Местный (к-2424, Бурунди) и Дарози сурх местный (к-1946, Таджикистан) накапливали наибольшее количество сахаров – 5,0 и 5,5%, соответственно. Остальные изученные образцы накапливали сахара в пределах 1,0-2,8%.

Образцы редьки чаще характеризовались низкими значениями содержания сахаров в корнеплодах по сравнению с литературными данными (Ермаков, 1961). Более половины изученных образцов накапливали сахаров менее 0,5%, 30% образцов имели суммарное содержание сахара в пределах 0,5-1,0% (рис. 21б). Лишь 18,0% образцов редьки накапливали сахаров более 1,0%, это образцы лобы белой (к-1978, к-2101, к-2122, к-2153), зеленой (к-1825, к-2148) и розово-красной разновидности (к-1906, к-1967) и дайконы (к-1958, к-2184, к-1946, к-2034, к-2093, к-2158).

Основная часть сахаров в корнеплодах представлена моносахаридами: у редиса – 23,0-95,1% от суммы сахаров, и у редьки – 51,2-98,7%. Моносахариды представлены большей частью гексозами: у редиса – 95,5-99,8% от суммы моносахаридов, у редьки – 97,9-99,8%; содержание пентоз составляет у редиса – 0,1-1,4%, у редьки – 0,1-1,5%. Кроме того, определены такие моносахариды, как глицеральдегид ($C_3H_6O_3$) и глюкозамин ($C_6H_{13}NO_5$). Олигосахариды

представлены в основном дисахаридами – сахарозой, мальтозой и рутинозой, и трисахаридом – раффинозой. Содержание олигосахаридов находится в пределах 4,9-77,0% от суммы сахаров у редиса и 1,3-48,8% у редьки.

В целом, у изученных образцов *R. sativus* идентифицировано 16 моно- и олигосахаридов (табл. 22). 1,3% образцов редиса и редьки содержали ксилозу, 64,0% образцов редьки – мальтозу, 2,5% образцов редиса и 42,0% редьки содержали рутинозу, 34,6% образцов редьки – раффинозу, 94,9% образцов редиса содержали рибозу и ликсозу.

Таблица 22. Состав и содержание сахаров в образцах *R. sativus*, ммоль/100 г

№	Сахара	Редис		Редька	
		Mean±SD	X _{min} -X _{max}	Mean±SD	X _{min} -X _{max}
Моносахариды					
1	Глицеральдегид	20,38±8,12**	1,66-41,04	11,68±9,01**	3,48-45,91*
2	Глюкозамин	2,50±1,37	0,27-7,32	1,44±1,12	0,03-2,12*
Пентозы					
3	Арабиноза	4,29±2,21	0,64-10,89*	1,57±1,50	0,02-36,65*
4	Рибоза	5,74±4,05	0,00-15,26	7,81±7,73	0,13-48,40*
5	Ликсоза	1,99±1,39	0,00-6,70*	0,48±0,42	0,01-3,36*
6	Ксилоза	2,56	-	2,64	-
Гексозы					
7	Альтроза	10,40±5,70**	0,64-26,39	5,28±5,20	0,02-31,29*
8	Фруктоза	1925,55±1399,04**	103,84-6897,33*	612,22±464,83**	25,47-2106,59
9	Сорбоза	474,39±436,34	17,96-3236,81*	151,15±119,21**	14,69-644,98*
10	Галактоза	174,04±107,25**	12,02-540,10	153,58±140,13	10,43-754,76*
11	Манноза	1943,62±1507,46	103,85-6647,69*	866,12±733,62**	108,94-3986,46*
12	Глюкоза	4941,23±3339,35**	159,96-13012,31	1274,00±909,31**	125,59-4506,25*
Олигосахариды					
Дисахариды					
13	Сахароза	985,82±658,42**	125,85-2931,43	296,93±250,97**	13,51-1050,97*
14	Мальтоза	9,14±6,57	0,34-35,85	3,93±3,04	0,07-20,23*
15	Рутиноза	0,23±0,20	0,09-0,37*	1,24±0,71	0,02-5,55*
Трисахариды					
16	Раффиноза	5,27±4,36	0,18-63,74*	1,04±0,74	0,04-4,76*
Всего:		10504,39±6789,94**	917,37-28708,31*	3385,31±2389,05**	566,82-11444,26*

* – показатели, у которых распределение отличается от нормального

** – показатели, по которым найдены статистически достоверные различия между образцами при p<0,05 (Kruskal-Wallis test, Tukey's HSD test).

Идентифицированы метаболически активные производные сахаров – фосфатные (глицеральдегид-3-фосфат, фруктоза-6-фосфат, глюкоза-1-фосфат) и метильные формы (метилглюкофуранозид, метилглюкозид, метилпентафуранозид, метилманнозид). Суммарное среднее содержание фосфатных производных сахаров в редисе составило 8,04 ммоль/100 г (1,99-36,20 ммоль/100 г), в редьке – 1,69 ммоль/100 г (0,08-18,80 ммоль/100 г); среднее содержание метильных форм составило в редисе 39,70 ммоль/100 г (3,39-759,08 ммоль/100 г), в редьке – 12,15 ммоль/100 г (0,06-73,70 ммоль/100 г). Определенные фосфатные формы содержали все образцы редиса, глюкоза-1-фосфат содержали 12,8% редьки. Отдельные метильные формы присутствовали не во всех образцах редиса и редьки: в образцах редьки отсутствовали метилглюкозид и метилманнозид, метилглюкофуранозид содержали 80,7% образцов, метилпентафуранозид – лишь 1 образец (к-2094); у редиса отмечено содержание

метилглюкофуранозида и метилглюкозида во всех образцах, метилпентафуранозида – у 77,0% образцов и метилманнозида – у 2 образцов (к-2097, к-2424).

3.3.3 Содержание органических кислот в корнеплодах

В литературе найдено недостаточно информации о количественном и качественном составе органических кислот редиса и редьки.

Органические кислоты (ОК) являются активными метаболитами углеводного обмена, обладают дезинфицирующими свойствами, придают продуктам более яркий вкус. Они являются основными и промежуточными продуктами основных путей обмена веществ и играют защитную роль от абиотических и биотических факторов внешней среды (Соловьева и др., 2019).

У изученных образцов редиса и редьки установлено 26 органических кислот, включая аскорбиновую кислоту, 23 из которых были общими для обеих культур (табл. 23). Отмечено наибольшее количество яблочной (1161,9 и 181,8 ммоль/100 г), лимонной (310,3 и 88,8 ммоль/100 г), глицериновой (151,7 ммоль/100 г), фосфорной (119,7 ммоль/100 г) и аскорбиновой кислоты (32,4 и 52,2 мг/100 г) у редиса и редьки, соответственно. Содержание остальных органических кислот не превышало в среднем 10 ммоль/100 г.

75,6% образцов редиса содержали глюкуроновую кислоту, 98,7% – азелаиновую, 97,4% – галактуроновую и 82,0% – абиетиновую. 66,7% образцов редьки содержали пировиноградную кислоту, 56,4% – малеиновую и у местного образца из М. Азии (к-725) обнаружена галактоновая кислота. Остальные органические кислоты присутствовали во всех образцах в разном количественном соотношении.

В целом суммарное содержание органических кислот в корнеплодах редиса было больше, чем в редьке. Небольшое количество (до 1,0 моль/100 г) органических кислот содержали образцы редиса европейской разновидности розово-красной и пестрой разновидности из стран Европы. Наибольшим содержанием органических кислот отличались образцы Местный (к-2424, Бурунди) – 4,48 моль/100 г, Гиочел (к-2325, Молдавия) – 3,94 моль/100 г, Изящный (к-2193, Болгария) – 3,56 моль/100 г и Flevo (к-2369, Нидерланды) – 3,50 моль/100 г. Среди образцов редьки небольшим содержанием органических кислот (до 0,1 моль/100 г) характеризовались в основном образцы зимних европейских редек и некоторые дайконы из Японии и Ю. Кореи. Наибольшее содержание отмечено у образцов зеленой: Местная (к-2148, Казахстан) – 1,08 моль/100 г, и розово-красной лобы: Red ball of changchou (к-1906, Китай) – 1,32 моль/100 г и Ара суji (к-2094, Япония) – 1,52 моль/100 г, и четырех образцов дайкона из Японии: Haruysi 360 (к-2128) – 1,09 моль/100 г, Unzen-4-gatsu (к-1946) – 1,17 моль/100 г, Синсюу дзи (к-2158) – 1,67 моль/100 г и Миясигэ оонага (к-2034) – 2,04 моль/100 г.

Таблица 23. Состав и содержание органических кислот в корнеплодах *R. sativus*, ммоль/100 г

№	Органические кислоты	Редис		Редька	
		Mean±SD	X _{min} -X _{max}	Mean±SD	X _{min} -X _{max}
1	Абиетиновая	1,68±1,00	0,08-18,70*	4,62±3,37	1,15-20,55*
2	Азелаиновая	4,02±1,18	0,24-38,05*	0,91±0,18	0,03-6,32*
3	Винная	0,62±0,30	0,07-4,86*	0,43±0,36	0,01-5,44*
4	Галактоновая	-	-	2,95	-
5	Галактуроновая	2,84±2,43	0,01-13,42*	-	-
6	Глицериновая	151,74±131,80**	22,15-1427,82*	24,27±21,33	1,21-153,48*
7	Глюкаровая	2,53±2,04	0,18-14,21*	1,78±1,05	0,07-22,60*
8	Глюконовая	4,08±2,72**	0,28-17,65*	3,28±3,23	0,09-54,05*
9	Глюкуроновая	2,69±2,59**	0,04-17,85*	1,48±1,08**	0,05-13,20*
10	Кетоглутаровая	0,94±0,79	0,12-4,80*	0,46±0,37	0,02-2,79*
11	Кетоглюконовая	2,21±1,19**	0,29-6,48	1,23±1,18**	0,03-8,79*
12	Лимонная	310,31±237,16	27,73-1261,80*	88,76±86,96	4,41-574,85*
13	Малеиновая	1,22±0,77	0,20-4,18*	0,85±0,66	0,09-2,99*
14	Метилмалоновая	4,77±2,35**	0,45-11,73	-	-
15	Молочная	25,51±9,86**	8,42-63,19	11,34±9,20**	1,43-53,43*
16	Пировиноградная	5,61±2,85**	0,43-14,55	1,65±1,26	0,17-5,68
17	Пипеколовая	3,40±2,31	0,42-15,03*	0,78±0,38	0,05-4,84*
18	Рибоновая	8,32±3,88**	1,44-19,40	5,23±4,80**	0,04-31,68*
19	Треоновая	9,78±5,29**	0,84-27,93	2,94±2,10	0,08-18,65*
20	Фосфорная	119,67±86,05**	27,60-547,45*	55,88±45,08**	2,72-427,88*
21	Фумаровая	4,86±1,88	0,72-9,66	2,43±2,10	0,18-13,42*
22	Щавелевая	23,43±11,07**	1,85-53,88	1,61±1,01	0,12-14,82*
23	Эритроновая	1,11±0,73	0,11-3,87*	2,10±2,02	0,05-18,52*
24	Яблочная	1161,89±579,79**	305,75-2459,06	181,78±172,71**	8,84-930,96*
25	Янтарная	32,44±19,99	1,82-102,76*	8,62±8,02	0,39-61,62*
Всего:		1884,91±876,48**	498,66-4480,58	400,73±417,16	27,26-2041,26

* – показатели, у которых распределение отличается от нормального

** – показатели, по которым найдены статистически достоверные различия между образцами при $p < 0,05$ (Kruskal-Wallis test, Tukey's HSD test).

Аскорбиновая кислота (витамин С) является одним из важных биологически активных веществ культур *R. sativus*. В корнеплодах редиса и редьки она находится в свободном состоянии. Среднее содержание аскорбиновой кислоты в корнеплодах редиса составляет 32,4 мг/100 г (19,0-46,2 мг/100 г), в редьке – 52,2 мг/100 г (39,5-73,3 мг/100 г) (рис. 22).

Амплитуда изменчивости аскорбиновой кислоты в корнеплодах редиса была средней (CV=19,0%). Небольшое содержание (до 25 мг/100г) отмечалось у образцов пестрой, розово-красной разновидности средней группы спелости, а также у единичных образцов белой и желтой разновидности (рис. 22а). Большинство образцов накапливало аскорбиновую кислоту в пределах 25-30 и 35-40 мг/100г, к ним относились образцы разной сортотипической принадлежности. Более 40 мг/100 г аскорбиновой кислоты содержали образцы сортотипа Красный овально-округлый из Нидерландов Revosa (к-2228) и Neoro (к-2166), из Болгарии

Lubimi (к-2219) – 40,80 мг/100г, Местные образцы из Турции (к-2120, к-2415) и Ливана – 40,85, 40,83 и 41,49 мг/100 г, Молдавии (к-2325, Гиочел), Исландии (к-2343, Saxa) и Танзании (к-2133, Cherry Belle) – 43,52, 44,27 и 46,22 мг/100г.

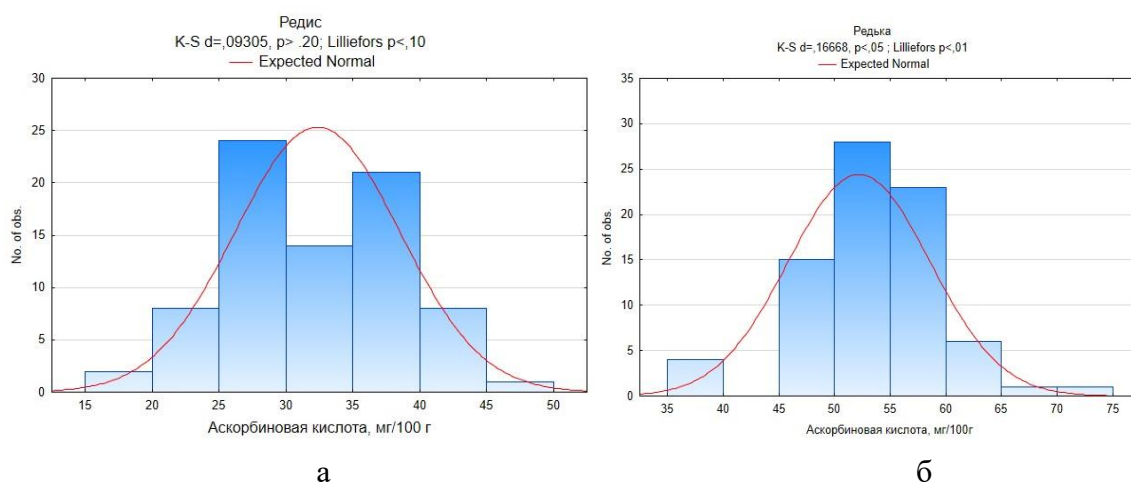


Рис. 22. Гистограмма распределения образцов *R. sativus* по содержанию аскорбиновой кислоты в корнеплодах (а – редис, б – редька)

Изменчивость содержания аскорбиновой кислоты в корнеплодах редьки была меньше ($CV=12,2\%$), чем у редиса. Содержание аскорбиновой кислоты менее 40 мг/100 г отмечалось у образцов европейской зимней черной редьки (к-1870, к-2182), белой лобы (к-1805) и дайкона (к-2110) (рис. 22б). Основная часть образцов характеризовалась содержанием аскорбиновой кислоты в пределах 45-60 мг/100 г. Образцы дайкона из Японии (к-2063, к-2093), лобы зеленой (к-1865), белой (к-1978) и розово-красной (к-1983) разновидности накапливали аскорбиновую кислоту 62,0 мг/100 г. Наибольшее содержание отмечено у образцов розово-красной лобы №129 (к-2100, Монголия) и Red ball of changchou (к-1906, Китай) – 67,7 и 73,3 мг/100 г, соответственно.

Кроме того, у образцов редиса и редьки были идентифицированы лактонные (треоно-1,4-лактон, эритроно-1,4-лактон, 1,4-лактон и 1,5-лактон глюконовой кислоты, 1,4-лактон глюкаровой кислоты) и фосфатные (6-фосфат глюконовой кислоты) формы кислот. Лактонные формы – биологически активные формы органических кислот, способные к связыванию тяжелых металлов, защищающие клетку от повреждения внешними факторами, фосфатные формы отражают активность процессов обмена в растении (Соловьева и др., 2019).

Среднее суммарное содержание лактонных форм кислот в редисе составило 69,74 ммоль/100 г (4,18-379,98 ммоль/100 г), в редьке – 10,33 мМ (0,26-184,48 ммоль/100 г); содержание фосфатных форм составило в редисе 5,88 ммоль/100 г (0,76-25,70 ммоль/100 г), в редьке – 1,69 ммоль/100 г (0,07-19,93 ммоль/100 г).

Идентифицированные лактонные и фосфатные формы содержали все образцы редиса, у образцов редьки не обнаружены 1,5-лактон глюконовой кислоты и 1,4-лактон глюкаровой кислоты, треоно-1,4-лактон содержали 87,2% образцов, 6-фосфат глюконовой кислоты обнаружен у 97,4% образцов.

3.3.4 Аминокислотный состав корнеплодов

Основные азотистые вещества травянистых растений – белки, свободные аминокислоты и их амиды, нуклеиновые кислоты, нуклеотиды, азотистые основания. 60-70% их содержания приходится на белки и 30-40% на небелковые соединения азота, которые на 80-90% состоят из аминокислот и их амидов (Новиков, 2012). Свободные аминокислоты важная группа соединений, участвующих в синтезе специфических тканевых белков, ферментов, нуклеиновых кислот, сложных углеводов, жиров, гормонов и других, необходимых для живых организмов компонентов (Shkrobotko et al., 2009; Shulyakovskaya et al., 2007), способствующих поддержанию функциональной стабильности в стрессовых условиях среды (Sampieva et al., 2010). Аминокислоты, обладая широким спектром фармакологического действия, придают другим веществам легкоусвояемую форму, одновременно усиливая их эффект (Shilova et al., 2008).

У изученных образцов *R. sativus* идентифицировано 24 свободных аминокислоты, 21 из которых были общими для обеих культур (табл. 24). Диапазон изменчивости свободных аминокислот у образцов редиса был в пределах 29,24-884,60 ммоль/100 г, у образцов редьки – 11,13-886,16 ммоль/100 г. В образцах *R. sativus* присутствуют все 8 незаменимых аминокислот. Предел их варьирования составил 3,09-134,96 ммоль/100 г у редиса и 1,38-120,59 ммоль/100 г – у редьки, что составляет 14,3 и 15,8% от общего суммарного содержания свободных аминокислот.

Из заменимых аминокислот у редиса найдено 16, у редьки – 13 – не обнаружены гидроксипролин, гистидин и цистеин. Гидроксипролин содержали 97,4% образцов редиса, цистин – 85,9%, глицин содержали 68,0% образцов редьки. Остальные свободные аминокислоты присутствовали во всех образцах в разном количественном соотношении.

Образцы редиса характеризовались большим содержанием свободных аминокислот в отличие от редьки. Содержанием аминокислот в пределах 300-700 ммоль/100 г характеризовались образцы пестрой разновидности, в особенности представители сортотипа Розово-красный с белым кончиком цилиндрический, а также образцы белой разновидности с длинным и округлым корнеплодом. Более 700 ммоль/100 г содержали образцы пестрой разновидности с округлой (к-2375, к-2168) и цилиндрической (к-2311) формой корнеплода и белой разновидности (к-2347, к-2424). Причем валин, лейцин, изолейцин больше накапливали образцы китайского подвида с белой окраской корнеплода и сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый, треонин, метионин и фенилаланин – образцы сортотипов Розово-красный с белым кончиком округлый и Белый длинный, а лизин и триптофан – образцы китайского подвида.

Таблица 24. Состав и содержание свободных аминокислот в корнеплодах *R. sativus*, ммоль/100 г

№	Аминокислоты	Редис		Редька	
		Mean±SD	X _{min} -X _{max}	Mean±SD	X _{min} -X _{max}
Незаменимые, всего		39,08±28,40	3,09-134,96	21,59±19,56	1,38-120,59*
1	Валин	13,78±10,45	0,75-51,13*	7,20±6,38	0,15-39,37*
2	Изолейцин	5,58±5,03	0,15-51,73*	4,01±3,38	0,35-19,26*
3	Лейцин	2,04±1,73	0,07-12,48*	1,20±0,51**	0,07-8,44*
4	Лизин	1,19±0,99	0,15-6,51*	3,09±2,73	0,32-11,57*
5	Метионин	2,51±2,43	0,07-10,44*	1,10±0,92	0,12-8,65*
6	Треонин	11,19±8,29**	1,34-43,06*	3,33±2,61**	0,07-27,19*
7	Триптофан	1,94±1,42	0,16-5,93*	2,19±1,15**	0,07-16,05*
8	Фенилаланин	2,05±2,03**	0,13-9,69*	2,62±2,26	0,22-10,28*
Заменимые, всего		266,00±160,45	26,15-749,64*	136,16±132,58	8,81-767,63*
9	Аланин	8,09±4,08**	0,43-24,66*	1,71±0,69	0,22-11,85*
10	Аспарагиновая кислота	25,43±17,58	1,97-117,32*	9,00±8,42	0,53-40,40*
11	Аспарагин	10,35±6,80	0,54-33,29*	2,20±1,88	0,07-19,91*
12	ГАМК	10,23±6,77**	0,51-49,44*	10,33±9,87	0,15-90,65*
13	Гидроксипролин	1,08±1,01	0,03-7,36*	-	-
14	Гистидин	5,71±4,08	0,64-22,76*	-	-
15	Глицин	5,55±3,37**	0,79-21,20*	4,96±4,66	0,25-16,92*
16	Глутаминовая кислота	33,08±28,70	2,76-179,05*	13,95±12,60	0,96-79,09*
17	Глутамин	74,77±56,74**	5,40-266,09*	28,50±27,07	0,69-180,10*
18	Оксопролин	51,32±34,65**	6,51-202,73*	43,79±32,29**	3,29-193,12*
19	Орнитин	1,36±1,00	0,08-5,23*	1,00±0,56	0,03-6,89*
20	Пролин	14,97±14,15	0,44-171,59*	1,05±0,91	0,08-6,64*
21	Серин	14,32±10,09**	0,66-54,48*	4,12±3,97	0,07-29,71*
22	Тирозин	4,30±2,22	0,16-72,78*	12,01±10,11	0,08-99,64*
23	Цистеин	1,99±1,08	0,10-12,25*	-	-
24	Цистин	2,66±2,05	0,19-15,34*	2,19±2,05	0,07-10,87*
Всего:		305,08±185,87**	29,24-884,60*	157,76±143,78	11,13-886,16*

* – показатели, у которых распределение отличается от нормального

** – показатели, по которым найдены статистически достоверные различия между образцами при $p < 0,05$ (Kruskal-Wallis test, Tukey's HSD test).

У редьки высоким содержанием свободных аминокислот (более 350 ммоль/100 г) характеризовались образцы лобы и дайкона из Японии и Ю. Кореи. Наибольшее содержание отмечено у образцов из Японии розово-красной лобы Ара суji (к-2094) – 884,78 ммоль/100 г и дайкона Миясигэ оонага (к-2034) – 886,16 ммоль/100 г. Содержание незаменимых аминокислот было больше в образцах японской редьки, по сравнению с остальными подвидами.

У образцов *R. sativus* обнаружен лактам орнитина – продукт внутримолекулярного ацилирования аминогруппы карбоксилем. Его содержание в образцах редиса было в пределах 0,03-1,39 ммоль/100 г и в образцах редьки – 0,16-1,93 ммоль/100 г.

3.3.5 Содержание фенольных соединений в корнеплодах

Одной из важных групп биологически активных веществ, содержащихся растениях *R. sativus*, являются фенольные соединения (ФС) (Бильтрикова и др., 2014). Это ароматические соединения, содержащие в своей молекуле бензольное ядро с одной или несколькими гидроксильными группами. Интенсивность их накопления зависит от силы действия

стрессовых факторов среды, возраста растения и освещенности (Maslennikov et al., 2013; Misin et al., 2010). Накопление ФС в различных частях растений тесно связано с их функцией и фазой развития (Sazhina et al., 2011).

Их биологическая активность заключается в способности связывать ионы тяжелых металлов, катализирующих окислительные процессы, с образованием устойчивых неактивных комплексов, а также взаимодействовать с высокоактивными свободными радикалами, возникающими при аутооксидации, например, липидных компонентов, переводя их в малоактивные (Кудрявцев и др., 2009).

В результате исследований было идентифицировано 17 фенольных соединений различной природы: свободные фенолкарбоновые кислоты (ФК) (среднее содержание у редиса – $2,58 \pm 1,18$ и редьки – $2,31 \pm 2,14$ ммоль/100 г), хиноны ($7,80 \pm 3,79$ и $4,77 \pm 4,02$ ммоль/100 г), алициклические ФС ($84,71 \pm 82,31$ и $5,65 \pm 5,12$ ммоль/100 г), фенилпропаноиды ($14,60 \pm 11,47$ и $5,19 \pm 4,92$ ммоль/100 г) и флавоноиды ($1,57 \pm 1,19$ ммоль/100 г), в том числе – α -токоферол ($0,50 \pm 0,30$ ммоль/100 г) (табл. 25).

Таблица 25. Состав и содержание фенольных соединений в корнеплодах *R. sativus*, ммоль/100 г

№	Фенольные соединения	Редис		Редька	
		Mean $\pm$ SD	X _{min} -X _{max}	Mean $\pm$ SD	X _{min} -X _{max}
1	Гидрохинон	0,26 $\pm$ 0,21	0,02-1,09*	0,19 $\pm$ 0,13	0,02-1,18*
2	Метиларбутин	2,63 $\pm$ 1,77**	0,10-22,26*	-	-
3	Пирогаллол	0,42 $\pm$ 0,28**	0,11-1,13	0,53 $\pm$ 0,49	0,02-3,11*
4	Салициловая кислота	0,59 $\pm$ 0,25	0,07-6,99*	-	-
5	Протокатеховая кислота	-	-	0,36 $\pm$ 0,15	0,03-2,31*
6	4-гидроксibenзойная кислота	1,42 $\pm$ 0,79**	0,12-4,09*	1,60 $\pm$ 1,21**	0,07-8,19*
7	α -циано-4-гидроксикоричная кислота	4,29 $\pm$ 4,16	0,44-24,12*	2,66 $\pm$ 2,11	0,17-16,06*
8	Феруловая кислота	6,54 $\pm$ 5,68	0,39-71,47*	2,33 $\pm$ 2,19	0,02-21,11*
9	Кофейная кислота	0,81 $\pm$ 0,65	0,06-5,39*	0,20 $\pm$ 0,12	0,02-1,92*
10	Синаповая кислота	2,42 $\pm$ 1,60	0,29-8,61*	-	-
11	Шикимовая кислота	50,83 $\pm$ 49,31	0,86-468,24*	2,88 $\pm$ 2,42	0,31-21,22*
12	Хинная кислота	33,13 $\pm$ 29,57**	1,80-156,45*	2,77 $\pm$ 2,54	0,18-16,71*
13	Хлорогеновая кислота	0,68 $\pm$ 0,41	0,03-3,58*	-	-
14	Никотиновая кислота	0,73 $\pm$ 0,47**	0,04-3,01*	0,41 $\pm$ 0,39	0,03-2,00*
15	α -Токоферол	0,50 $\pm$ 0,30	0,05-9,31*	-	-
16	Плюмбагин	7,41 $\pm$ 3,68**	1,19-17,99	4,15 $\pm$ 3,24**	0,07-27,87*
17	Катехин	1,57 $\pm$ 1,19	0,10-10,14*	-	-
	Всего	113,69$\pm$105,57	20,41-533,48*	17,92$\pm$17,19	1,81-91,94*

* – показатели, у которых распределение отличается от нормального

** – показатели, по которым найдены статистически достоверные различия между образцами при $p < 0,05$ (Kruskal-Wallis test, Tukey's HSD test).

Содержание гидрохинона и его гликозида – метиларбутина – было в пределах 0,21-22,71 ммоль/100 г у редиса и 0,02-1,18 ммоль/100 г – у редьки. Метиларбутин идентифицирован только у образцов редиса. Идентифицированным представителем триоксибензола является пирогаллол, он встречался во всех образцах редиса и у 32,1% образцов редьки. Нафтохиноны

представлены плюмбагином, его содержание колебалось в пределах $7,41 \pm 3,68$ ммоль/100 г в образцах редиса и $4,15 \pm 3,24$ ммоль/100 г – у 97,5% образцов редьки.

Оксибензойные кислоты представлены салициловой, протокатеховой, 4-гидроксibenзойной. Суммарное содержание у редиса в пределах 0,57-9,63 ммоль/100 г и у редьки – 0,19-10,44 ммоль/100 г. Протокатеховая кислота обнаружена только у 84,6% образцов редьки, а салициловая – у 74,4% образцов редиса.

Основную часть фенольных соединений составили фенилпропаноиды: α -циано-4-гидроксикоричная, феруловая, кофейная, синаповая и хлорогеновая кислоты, а также алициклические фенольные соединения: шикимовая и хинная кислоты. Общее содержание алициклических ФС составило у образцов редиса в пределах 4,87-500,91 ммоль/100 г, у редьки – 0,63-25,67 ммоль/100 г; фенилпропаноидов – 3,07-83,38 и 0,30-39,10 ммоль/100 г, соответственно. Синаповая и хлорогеновая кислоты не обнаружены у образцов редьки, у 59% образцов редиса встречалась хлорогеновая кислота.

Определены витамины: никотиновая кислота (витамин В₃) и α -токоферол (витамин Е), образцы редьки содержали только никотиновую кислоту. Катехин обнаружен только у образцов редиса, его содержание было в пределах 0,10-10,14 ммоль/100 г.

Высокое содержание фенольных соединений отмечено у образцов редиса розово-красной и белой разновидности, наименьшее – у образцов пестрой разновидности. Среди образцов редек суммарное высокое содержание фенольных соединений отмечено у образца Миясиге оонага (к-2034, Япония) – 91,94 ммоль/100 г, у остальных образцов суммарное содержание не превышало 60,0 ммоль/100 г.

Также у образцов редиса были обнаружены тритерпеновые гликозиды – α -амирин, β -амирин и лупеол. Их содержание было в пределах: амирин – 0,06-11,93 ммоль/100 г, лупеол – 0,12-17,51 ммоль/100 г.

3.3.6 Содержание свободных жирных кислот и алканов в корнеплодах

Липидный комплекс растений представлен структурными и запасными формами. Большая часть липидов находится в тканях листьев и соцветий, меньшая – в корнях и стеблях растений. В процессе вегетации содержание липидов снижается в зеленой массе, особенно в репродуктивную фазу развития (Новиков, 2012).

Некоторые жирные кислоты являются типичными вторичными метаболитами: они встречаются лишь в растениях определенных таксономических групп и не являются компонентами мембран клеток. Такие жирные кислоты отличаются от «обычных» длиной углеродной цепи, необычным расположением и количеством двойных связей, наличием дополнительных функциональных групп и циклов. В углеродных алифатических цепях могут находиться заместители различной химической природы, такие как метильные, гидроксильные, карбонильные группы, оксо- и эпокси группы, циклопропановые или цикlopентановые группировки. В эту же группу включены жирные кислоты с тройными связями,

конъюгированными двойными связями, с разветвленной углеродной цепочкой, с двойными связями в *транс*-форме (Борисова и др., 2014).

У образцов *R. sativus* в корнеплодах обнаружено 12 свободных насыщенных и ненасыщенных жирных кислот (ЖК). Суммарное содержание ЖК варьировало в образцах редиса от 14,65-390,66 ммоль/100 г, в образцах редьки – 5,32-156,25 ммоль/100 г (табл. 26).

Насыщенные ЖК представлены пеларгоновой, ундециловой, лауриновой, тридециловой, пальмитиновой, стеариновой, арахидиновой, бегеновой и лигноцериновой кислотами, их суммарное содержание составило у образцов редиса 10,41-210,96 ммоль/100 г, у редьки – 4,44-104,47 ммоль/100 г. У образцов редьки не обнаружены пеларгоновая, лауриновая, арахидиновая, бегеновая и лигноцериновая кислоты, лигноцериновая кислота присутствовала у 87,2% образцов редиса.

Таблица 26. Состав и содержание свободных жирных кислот и алканов в корнеплодах *R. sativus*, ммоль/100 г

№	Жирные кислоты/воска	Редис		Редька	
		Mean±SD	X _{min} -X _{max}	Mean±SD	X _{min} -X _{max}
1	Пеларгоновая (C _{9:0})	3,21±1,20	0,13-30,88*	-	-
2	Ундециловая (C _{11:0})	31,93±16,16	0,39-69,68	0,61±0,58	0,04-4,67*
3	Лауриновая (C _{12:0})	1,02±0,56**	0,05-2,58	-	-
4	Тридециловая (C _{13:0})	3,79±2,00**	0,14-8,39	0,76±0,43	0,02-4,45*
5	Пальмитиновая (C _{16:0})	24,09±9,18**	2,48-52,23	13,47±11,85**	3,49-85,46*
6	Стеариновая (C _{18:0})	21,73±10,68	2,56-77,35	3,36±2,23	0,79-13,08*
7	Олеиновая (C _{18:1})	9,49±7,95	1,22-81,07*	2,49±2,20	0,14-24,73*
8	Линолевая (C _{18:2})	32,87±19,22**	0,48-110,37	-	-
9	Линоленовая (C _{18:3})	11,05±7,96**	0,67-40,31*	3,87±3,52	0,08-30,06*
10	Арахидиновая (C _{20:0})	2,99±2,27	0,17-12,49*	-	-
11	Бегеновая (C _{22:0})	8,62±7,39	0,52-45,96*	-	-
12	Лигноцериновая (C _{24:0})	4,69±3,98	0,49-39,35*	-	-
Жирные кислоты, всего:		154,88±57,75**	14,65-390,66	24,44±22,10	5,32-156,25*
13	nC ₁₇	1,13±0,79	0,09-4,11	-	-
14	nC ₁₈	3,71±1,49	1,39-5,52	5,32	5,32
15	nC ₂₂	-	-	0,29±0,26	0,04-1,99*
16	nC ₂₄	2,50±2,01	0,18-15,68*	2,26±0,83	1,04-3,55
17	nC ₂₅	-	-	5,92±3,60	2,81-9,80
18	nC ₂₆	-	-	9,92±6,82	0,65-16,99
19	nC ₂₈	-	-	3,16±3,04	0,05-18,11*
20	nC ₂₉	-	-	2,99±2,75	0,55-11,90
21	nC ₃₁	0,62±0,48	0,10-2,57*	4,04±1,97	1,78-6,44
Алканы, всего:		4,73±3,38	0,87-17,39*	5,86±5,42	0,09-52,56*

* – показатели, у которых распределение отличается от нормального

** – показатели, по которым найдены статистически достоверные различия между образцами при p<0,05 (Kruskal-Wallis test, Tukey's HSD test).

Ненасыщенные ЖК представлены моно- (олеиновая) и полиненасыщенными (линолевая и линоленовая) кислотами. Их суммарное содержание колебалось в пределах 4,23-224,60

ммоль/100 г у редиса и 0,26-51,78 ммоль/100 г у редьки. Соотношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в редисе составило 1,9:1, в редьке – 2,9:1.

Высоким суммарным содержанием свободных жирных кислот выделились образцы пестрой разновидности – Розово-красный с белым кончиком (к-1543, Россия), French Breakfast (к-1939, Пакистан) и De Pontvil (к-2197, Франция) и образец сортотипа Красный овально-округлый – Helgo (к-2251, Великобритания), они характеризовались содержанием жирных кислот более 240 ммоль/100 г. Образцы редьки характеризовались небольшим содержанием жирных кислот, среднее суммарное содержание не превышало 55 ммоль/100 г, более 60 ммоль/100 г содержали образцы лобы – Белозеленая (к-1816, Казахстан) и Ara suji (к-2094, Япония).

Кроме того, у образцов редиса были идентифицированы жирные кислоты с дополнительными функциональными группами: метильными – метил альфа-леноленовая кислота, метил лигноцериновая (у 71,8% образцов) кислоты, и гидроксильными – гидроксистеариновая, гидроксипальмитиновая, гидроксиглицинолединовая кислоты. У образцов редьки найдены только жирные кислоты с гидроксильной группой: гидроксипальмитиновая (у 40,3%), гидроксистероидиновая (у 50,6%) и гидроксимелиссовая (образец к-2034, Миясигэ Оонага) кислоты.

Воска – сложные эфиры одиночных жирных кислот и одноатомных спиртов с длинной углеводородной цепочкой. Эпидермис различных органов высших растений покрыт кутикулой, на которой обычно имеется восковой налет различной толщины. Этот восковой слой носит название кутикулярного воска. Растительные воска имеют сложный состав. Кутикулярный воск представляет собой многокомпонентную смесь, которая состоит из относительно простых углеводов (прежде всего, алканов), восковых эфиров, а также жирных кислот, спиртов и кетонов. Обязательными компонентами кутикулярного воска являются углеводороды, причем у многих высших растений они выступают главной его частью. Углеводороды воска представлены алканами с длиной углеводородной цепочки около 30 атомов – C_{29} - C_{31} . Алканы обычно содержат нечетное количество атомов углерода ($n = 27, 29, 31$), что обусловлено их образованием из соответствующих карбоновых кислот. Из жирных кислот больше всего растительные воска содержат пальмитиновой кислоты. В меньшем количестве найдены стеариновая, олеиновая и миристиновая кислоты (Борисова и др., 2014).

В корнеплодах образцов *R. sativus* обнаружено 9 алканов с углеводородной цепочкой различной длины (табл. 26). Суммарное количество у образцов редиса было в пределах 0,87-17,39 ммоль/100 г, у редьки – 0,09-52,56 ммоль/100 г. У редиса не обнаружены алканы с длиной углеродной цепочки C_{22} , C_{25} , C_{26} , C_{28} , C_{29} ; C_{18} – обнаружено у 25,6% образцов, C_{31} – у 26,9%. Образцы редьки характеризовались наличием большего количества алканов, идентифицированы: C_{24} – у 10,3% образцов, C_{25} – у 5,1%, C_{28} – у 94,9%, C_{29} – у 29,5%, C_{26} – у 9,0%, C_{31} – у 5,1% и C_{18} – у образца из Афганистана (к-1967, Местный).

Высокое содержание алканов (12,02-17,39 ммоль/100 г) отмечено у образцов редиса китайского подвида – Местный (к-2260, Россия), Вировский белый (к-1666, Россия), и образцов европейского подвида – Syla (к-2347, Дания) и Demi-long ecarlata a boret blanc (к-64, Франция).

У образцов редьки наибольшим содержанием алканов характеризовались также образцы китайского подвида преимущественно зеленой и розово-красной разновидности: Местная (к-2000, Узбекистан), №129 (к-2100, Монголия) и Хун-дын-лун (к-1895, Китай).

3.3.7 Содержание спиртов и фитостеролов в корнеплодах

В образцах *R. sativus* найдено 10 многоатомных спиртов, восемь из которых относятся к сахароспиртам (глицерол, эритритол, ксилитол, арабинитол, сорбитол, ононитол, инозитол, галактинол), и один – простейший стабильный аминспирт (этаноламин) (табл. 27).

Общее содержание спиртов у редиса варьировало от 17,98 до 251,86 ммоль/100 г, у редьки – от 2,06 до 260,07 ммоль/100 г. У образцов редиса не были обнаружены арабинитол и ононитол, ксилитол встречался у 92,3% образцов, 84,6% образцов редьки содержали этаноламин. Образцы редиса и редьки с белой окраской корнеплода содержали в сумме больше спиртов, чем образцы с другой окраской корнеплода. Наибольшее содержание выявлено у образцов редиса белой (к-2424, к-2379) и пестрой (к-2197, к-1939, к-2156) разновидности, и у редьки: Chengsugeng zung (к-2184, Ю. Корея), Синсюу дзи (к-2158, Япония) и Миясигэ оонага (к-2034, Япония).

У образцов редиса обнаружен представитель изопреноидов – фитол – гидрированный дитерпеновый спирт, который входит в состав хлорофилла. Его содержание колебалось в пределах 0,07-11,63 ммоль/100 г.

Таблица 27. Состав и содержание спиртов и фитостеролов в корнеплодах *R. sativus*, ммоль/100 г

№	Спирты/стеролы	Редис		Редька	
		Mean±SD	X _{min} -X _{max}	Mean±SD	X _{min} -X _{max}
1	Этаноламин	2,38±1,64	0,08-8,08*	2,26±2,15	0,04-23,62*
2	Глицерол	4,36±3,27**	0,18-20,69*	5,45±4,71	0,49-72,14*
3	Эритритол	4,52±2,20**	0,49-12,36	2,08±1,41	0,05-9,75*
4	Ксилитол	0,34±0,27	0,05-4,41*	0,36±0,25	0,01-3,11*
5	Арабинитол	-	-	2,44±2,00	0,04-13,30*
6	Сорбитол	1,65±1,18**	0,14-7,18*	0,95±0,33	0,04-9,03*
7	Ононитол	-	-	1,62±1,08	0,09-13,33*
8	Инозитол	45,80±43,59	0,20-223,95*	26,73±20,26	0,88-164,69*
9	Галактинол	5,50±2,87**	0,81-13,00*	4,37±4,02	0,08-26,16*
10	Фитол	2,36±1,61	0,07-11,63*	-	-
Спирты, всего:		66,84±47,98	17,98-251,86*	45,91±43,81	2,06-260,07*
11	Стигмастерол	0,54±0,33	0,08-4,32*	0,33±0,27	0,05-2,72*
12	Изофукостерол	5,26±1,22	0,15-99,54*	-	-
13	Кампестерол	9,12±3,05**	2,32-17,43	1,98±1,85	0,09-8,77*
14	Ситостерол	17,84±5,99**	5,42-36,63	6,20±4,97	0,87-25,74*
Фитостеролы, всего:		32,48±19,70	8,32-136,78*	8,37±6,93	1,05-32,54*

* – показатели, у которых распределение отличается от нормального

** – показатели, по которым найдены статистически достоверные различия между образцами при p<0,05 (Kruskal-Wallis test, Tukey's HSD test).

Фитостеролы относятся к группе стероидных спиртов, естественным образом присутствующих в растениях. Они являются структурными компонентами клеточной мембраны.

У изученных образцов *R. sativus* идентифицировано 4 фитостерола: стигмастерол, изофукостерол, кампестерол, ситостерол. Изофукостерол присутствовал только в образцах редиса, 45,0% образцов редиса и 58,0% образцов редьки содержали стигмастерол. Общее содержание фитостеролов было в пределах у редиса 8,32-136,78 ммоль/100 г, у редьки - 1,05-32,54 ммоль/100 г.

3.3.8 Химический состав листьев редиса

Одним из важных направлений селекции редиса является создание сортов и гибридов с салатным типом листа. В результате изучения коллекции редиса было выделено 9 образцов со слабоопушенным и неопушенным типом листа.

В результате биохимического анализа листьев редиса определено содержание основных компонентов химического состава листьев (табл. 28). Все представленные образцы редиса значительно отличались между собой по содержанию химических элементов. Образцы розово-красной разновидности (к-2133, к-2343) накапливали значительно больше сухого вещества в листьях, чем остальные. Высокое содержание аскорбиновой кислоты отмечено у образца китайского подвида Красный великан (к-1667, Россия).

Таблица 28. Биохимический состав листьев редиса

№	Образец	Сухое вещество, %	Аскорбиновая кислота, мг/100г	Хлорофилл а, мг/100г	Хлорофилл b, мг/100г	Каротиноиды, мг/100г	Каротины, мг/100г	β -каротин, мг/100г
1	к-2133, Танзания	9,04 ^a	45,12 ^a	68,28 ^a	24,08 ^a	26,77 ^a	7,27 ^a	4,43 ^a
2	к-2343, Исландия	9,29 ^a	39,48 ^b	62,74 ^a	22,24 ^a	24,73 ^b	7,08 ^a	4,04 ^a
3	к-1667, Россия	6,97 ^b	50,76 ^c	45,88 ^b	15,49 ^b	18,00 ^c	4,54 ^b	2,89 ^b
4	к-1916, Таджикистан	7,37 ^c	39,48 ^b	98,69 ^c	17,91 ^c	18,92 ^c	5,01 ^b	3,20 ^b
5	к-1666, Россия	6,04 ^b	39,48 ^b	63,76 ^a	25,22 ^a	20,97 ^d	6,51 ^c	3,92 ^c
6	к-1923, Китай	5,88 ^d	45,12 ^a	65,88 ^a	22,56 ^a	23,83 ^b	8,92 ^d	3,99 ^c
7	к-1921, Китай	5,28 ^d	39,48 ^b	57,93 ^d	20,69 ^d	20,12 ^d	6,03 ^c	3,43 ^c
8	к-1233, Китай	6,44 ^b	39,48 ^b	70,63 ^e	25,74 ^e	24,28 ^b	7,11 ^a	4,24 ^a
9	к-2424, Бурунди	5,60 ^d	45,12 ^a	77,25 ^e	26,85 ^e	27,41 ^a	8,87 ^d	4,76 ^d
Х _{ср.}		6,88	42,61	67,89	22,30	22,78	6,82	3,88
НСР ₀₅		0,91	3,22	2,05	1,23	1,00	1,09	0,78

^{a-e}Значения с разным надстрочным индексом в столбце существенно различались при $p < 0,05$ (Tukey's HSD test).

Высокое содержание хлорофиллов отмечено у образцов китайского подвида Дарози сурх (к-1916, Таджикистан), Дунганский (к-1233, Китай) и европейского подвида розово-красной

(Cherry Belle, к-2133) и белой (Местный, к-2424) разновидности. У местных образцов с белым корнеплодом китайского (к-1923) и европейского (к-2424) подвида отмечено высокое содержание каротиноидов и каротинов. Высокое содержание β -каротина обнаружено только у образца из Бурунди (к-2424, Местный).

В листьях редиса идентифицировано 16 органических кислот: молочная (4,94-20,11 ммоль/100 г), щавелевая (0,74-6,60 ммоль/100 г), пировиноградная (0,16-1,43 ммоль/100 г), фосфорная (0,31-1,97 ммоль/100 г), фумаровая (2,13-9,45 ммоль/100 г), малеиновая (0,52-3,22 ммоль/100 г), янтарная (5,29-24,19 ммоль/100 г), глицериновая (1,34-6,36 ммоль/100 г), яблочная (14,73-118,21 ммоль/100 г), эритроновая (0,14-1,65 ммоль/100 г), треоновая (3,43-23,55 ммоль/100 г), азелаиновая (1,21-3,08 ммоль/100 г), рибоновая (0,55-1,41 ммоль/100 г), лимонная (1,86-12,01 ммоль/100 г), абиетиновая (0,38-1,12 ммоль/100 г) и леулиновая (0,16-1,77 ммоль/100 г) кислоты. Содержание азелаиновой, малеиновой, треоновой и фумаровой кислот было выше в листьях, чем в корнеплодах. Наибольшее количество органических кислот накапливали в листьях образцы китайского подвида розово-красной (к-1233) и белой (к-1921, к-1923) разновидности (табл. 29).

Также в листьях были идентифицированы лактонные формы кислот: треоно-1,4-лактон, эритроно-1,4-лактон, 1,4-лактон и 1,5-лактон глюконовой кислоты. Среднее суммарное содержание лактоновых форм кислот составило 12,06 ммоль/100 г (3,68- 46,35 ммоль/100 г).

Таблица 29. Основные группы соединений метаболомного профиля листьев редиса, ммоль/100 г

№	Образец	Органические кислоты	Сахара	Фенольные соединения	Аминокислоты	Жирные кислоты	Спирты
1	к-2133, Танзания	72,36 ^a	97,73 ^a	12,15 ^a	23,52 ^a	111,62 ^a	11,21 ^a
2	к-2343, Исландия	56,71 ^b	41,01 ^b	15,15 ^a	16,35 ^b	55,41 ^b	7,27 ^b
3	к-1667, Россия	61,72 ^b	39,91 ^b	10,24 ^a	14,66 ^b	48,56 ^c	6,28 ^b
4	к-1916, Таджикистан	110,48 ^c	89,37 ^a	26,68 ^b	22,41 ^a	67,73 ^d	11,51 ^a
5	к-1666, Россия	94,09 ^c	211,29 ^c	11,46 ^a	21,62 ^a	45,64 ^c	11,16 ^a
6	к-1923, Китай	171,53 ^d	218,12 ^c	26,71 ^b	15,31 ^b	96,03 ^e	14,66 ^c
7	к-1921, Китай	200,52 ^d	272,24 ^d	31,98 ^c	33,85 ^c	55,48 ^b	13,97 ^c
8	к-1233, Китай	180,66 ^d	435,67 ^e	36,02 ^c	37,51 ^c	42,32 ^c	16,33 ^d
9	к-2424, Бурунди	60,59 ^b	97,99 ^a	6,46 ^d	13,36 ^d	25,69 ^f	5,49 ^e
Х _{ср}		112,07	167,04	19,65	22,06	60,94	10,87
НСР ₀₅		13,02	32,29	2,03	1,47	5,07	1,33

^{a-f}Значения с разным надстрочным индексом в столбце существенно различались при $p < 0,05$ (Tukey's HSD test).

Содержание сахаров в листьях редиса было низким, моносахариды накапливались в пределах 26,77-398,65 ммоль/100 г, дисахариды – 5,38-62,72 ммоль/100 г. В целом, в листьях идентифицировано 10 моно- и олигосахаридов. Моносахариды представлены гексозами, олигосахариды – сахарозой и раффинозой. Наибольшее количество сахаров в листьях накапливали образцы китайского подвида (табл. 29). Из метаболически активных производных

сахаров в листьях присутствовали – глицеральдегид-3-фосфат (0,41-2,05 ммоль/100 г) и метилглюкофуранозид (0,50-6,63 ммоль/100 г).

Основными фенольными соединениями, идентифицированными в листьях, были фенилпропаноиды: α -циано-4-гидроксикоричная (1,78-13,39 ммоль/100 г), феруловая (1,00-7,04 ммоль/100 г), кофейная (0,74-7,62 ммоль/100 г), а также алициклические фенольные соединения: шикимовая (0,92-7,95 ммоль/100 г) и хинная (0,70-4,62 ммоль/100 г) кислоты, из фенольных кислот обнаружена 4-гидроксibenзойная кислота (0,42-2,84 ммоль/100 г). Содержание 4-гидроксibenзойной, α -циано-4-гидроксикоричной и кофейной кислот выше, чем в корнеплодах.

В листьях редиса идентифицировано 15 свободных аминокислот, из которых 5 – незаменимые: валин, лейцин, изолейцин, треонин и фенилаланин. Предел их варьирования составил 1,15-8,82 ммоль/100 г, а заменимых аминокислот – 10,41-32,41 ммоль/100 г.

В листьях редиса обнаружено 11 свободных насыщенных и ненасыщенных жирных кислот (ЖК). Суммарное содержание ЖК варьировало от 25,68 до 111,62 ммоль/100 г. Насыщенные ЖК представлены ундециловой, лауриновой, тридециловой, пальмитиновой, миристиновой, пентадециловой, стеариновой и бегеновой кислотами, их суммарное содержание составило 25,23-72,62 ммоль/100 г. Ненасыщенные ЖК представлены моно- (олеиновая) и полиненасыщенными (линолевая и линоленовая) кислотами. Их суммарное содержание колебалось в пределах 0,49-44,99 ммоль/100 г. Отмечено высокое содержание пальмитиновой кислоты по сравнению с корнеплодами.

Кроме того, идентифицированы жирные кислоты с дополнительными функциональными группами: гидроксильными – гидроксистеариновая, гидроксинервоновая, гидроксibenгеновая, гидроксигиноцериновая, гидроксicerотиновая кислоты.

В листьях определено 7 многоатомных спиртов, восемь из которых относятся к сахароспиртам (глицерол, эритритол, ксилитол, арабинитол, инозитол, галактинол), и один – простейший стабильный аминоспирт (этаноламин).

Общее содержание спиртов в листьях редиса варьировало от 5,49 до 16,32 ммоль/100 г. Глицерол и ксилитол накапливался в большем количестве в листьях, чем корнеплодах. Высокое суммарное содержание спиртов отмечено у образцов редиса китайского подвида.

3.3.9 Изменчивость компонентов химического состава корнеплодов редиса в условиях защищенного и открытого грунта

Сравнительное изучение 27 образцов редиса по химическому составу в условиях защищенного (зимняя теплица) и открытого грунта выявило существенную разницу в качественном и количественном содержании различных групп химических веществ (табл. 30).

Отмечено увеличение содержания сухого вещества в корнеплодах при выращивании в открытом грунте, но при этом сокращалось содержание сахаров практически в 2 раза. Вероятно, такая закономерность связана с недостаточной увлажненностью в открытом грунте, а также с быстрым переходом в генеративную фазу, в результате чего в корнеплодах образовывалось

больше клетчатки. Основной вклад в изменчивость признака «сухое вещество» вносит фактор генотип (66,4%), а в признак «сумма сахаров» – взаимодействие «генотип×условие выращивания» (44,4%) (табл. 31), что в свою очередь означает, что изменчивость признака «сухое вещество» заложена в генетической основе образцов, а изменчивость признака «сумма сахаров» обуславливается реакцией образцов на изменение условий среды.

Содержание аскорбиновой кислоты в среднем увеличивалось в открытом грунте, что могло быть связано с тем, что изученная выборка представлена в основном раннеспелыми образцами, известно, что раннеспелые образцы накапливают больше аскорбиновой кислоты, чем позднеспелые. И так как в условиях зимней теплицы вегетативный период значительно увеличивался, то содержание аскорбиновой кислоты в корнеплодах снижалось. По результатам дисперсионного анализа, выявлено, что больший вклад в изменчивость содержания аскорбиновой кислоты вносит фактор «условие выращивания» – 57,7% (табл. 31), таким образом, воздействие внешних факторов в сильной степени влияет на накопление данного вещества.

Таблица 30. Изменчивость содержания компонентов химического состава в зависимости от условия выращивания

Группа соединений	Условие	X_{cp}	Min-max	Std. Dev.	CV, %
Сухое вещество, %	Зимняя теплица	5,55	3,96-7,21	0,91	16,5
	Открытый грунт	6,37	5,16-9,08	1,00	15,7
	Среднее	5,96	3,97-9,08	1,04	17,4
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Зимняя теплица	28,90	19,00-43,69	4,50	15,6
	Открытый грунт	42,80	27,20-57,12	7,20	16,8
	Среднее	35,85	19,00-57,12	9,19	25,6
Сумма сахаров, %	Зимняя теплица	2,48	0,50-5,45	1,36	54,7
	Открытый грунт	1,22	0,16-3,66	0,71	58,3
	Среднее	1,84	0,16-5,45	1,25	67,7
Органические кислоты, М	Зимняя теплица	2,21	0,51-3,97	0,97	43,8
	Открытый грунт	0,60	0,26-1,39	0,27	45,3
	Среднее	1,41	0,26-3,97	1,07	76,3
Фенольные соединения, мМ	Зимняя теплица	187,06	41,74-581,04	157,18	84,0
	Открытый грунт	79,11	19,50-207,60	45,12	57,0
	Среднее	133,09	19,50-581,04	127,23	95,6
Аминокислоты, мМ	Зимняя теплица	345,96	127,88-830,92	205,28	59,3
	Открытый грунт	432,53	62,80-1252,70	285,68	66,1
	Среднее	389,25	62,80-1252,70	251,38	64,6
Жирные кислоты, мМ	Зимняя теплица	167,26	45,60-279,00	62,05	37,1
	Открытый грунт	150,29	43,34-354,00	81,22	54,0
	Среднее	158,77	43,34-354,00	72,44	45,6

Содержание суммы органических и жирных кислот, а также фенольных соединений увеличивалось в условиях зимней теплицы, содержание суммы аминокислот, напротив, увеличивалось в условиях открытого грунта. В результате анализа генотип-средовых взаимодействий, выявлено, что изменчивость признака «содержание органических кислот»

обуславливается в большей степени фактором «условие выращивания» – 56,6%, изменчивость признака «содержание фенольных соединений» – фактором «генотип» (42,3%), а изменчивость признаков «содержание аминокислот и жирных кислот» – взаимодействием «генотип×условие выращивания» (56,3 и 52,6%). Таким образом, накопление органических кислот сильно связано с условиями среды, а накопление аминокислот, фенольных соединений и жирных кислот практически в равной степени обуславливается генетическими факторами и взаимодействием их с внешними факторами.

Таблица 31. Вклад факторов и их взаимодействий в общую дисперсию биохимических признаков редиса при $p \leq 0,05$ (двухфакторный дисперсионный анализ)

№	Признак	Факторы, %		Взаимодействие, %
		Генотип (А)	Условие выращивания (В)	А×В
1	Сухое вещество	66,4	15,5	18,0
2	Аскорбиновая кислота	26,1	57,7	15,5
3	Сумма сахаров	29,8	25,8	44,4
4	Органические кислоты	22,4	56,6	21,0
5	Фенольные соединения	42,3	18,2	39,5
6	Аминокислоты	40,8	3,0	56,3
7	Жирные кислоты	46,1	1,4	52,6

В результате анализа качественного состава органических кислот, выявлено, что в условиях открытого грунта не накапливались метилмалоновая и галактуроновая кислоты, а содержание малеиновой, эритроновой, кетоглюкаровой, кетоглюконовой, азелаиновой, винной и абиетиновой кислот было выше в условиях открытого грунта.

Из идентифицированных фенольных соединений, оксибензойные кислоты, некоторые фенилпропаноиды (феруловая, кофейная и хлорогеновая кислоты) и α -токоферол накапливались больше в условиях открытого грунта. Гидрохинон, пирогаллол и катехин обнаружены только в образцах редиса, выращенных в условиях защищенного грунта.

Из жирных кислот, арахидоновая кислота обнаружена только в образцах, которые выращивались в защищенном грунте, а содержание пальмитиновой, линоленовой, олеиновой, пеларгоновой, лигноцериновой и бегеновой кислот было выше в образцах, выращенных в открытом грунте.

Содержание незаменимых аминокислот, кроме лейцина и треонина, а также некоторых заменимых аминокислот (аспарагин, аспарагиновая кислота, серин, пролин, орнитин и глутаминовая кислота) увеличивалось в условиях защищенного грунта.

Выявлено, что в целом образцы редиса пестрой разновидности (*var. striatus*) более стабильны в накоплении сухого вещества, аскорбиновой кислоты, фенольных соединений и аминокислот при разных условиях выращивания.

Заключение к главе

В результате проведенных биохимических исследований культур *R. sativus* получены новые данные об их химическом составе. С помощью метаболомного профилирования, идентифицировано 140 компонентов химического состава из групп органических кислот, свободных аминокислот, в том числе незаменимых, свободных жирных кислот, в том числе незаменимых, многоатомных спиртов, сахаров, а также фенолсодержащих соединений, алканов и др., которые обладают широким спектром биологического действия. Идентифицированы метаболически активные производные сахаров, лактонные и фосфатные формы органических кислот, тритерпеновые гликозиды и изопреноиды, жирные кислоты с дополнительными функциональными метильными и гидроксильными группами. Определены диапазоны изменчивости как основных компонентов химического состава, так и вторичных метаболитов.

Высокое содержание сухого вещества выявлено у большинства образцов редиса и редьки китайского подвида и позднеспелых образцов европейского подвида.

Небольшое количество органических кислот содержали образцы редиса европейской разновидности розово-красной и пестрой разновидности из стран Европы, у редьки в основном образцы зимних европейских редек и некоторые дайконы из Японии и Ю. Кореи.

Образцы редиса характеризовались большим содержанием свободных аминокислот в отличие от редьки. Высокое содержание выявлено у образцов редиса пестрой и белой разновидности, причем валин, лейцин, изолейцин больше накапливали образцы китайского подвида с белой окраской корнеплода и сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый, треонин, метионин и фенилаланин – образцы сортотипов Розово-красный с белым кончиком округлый и Белый длинный, а лизин и триптофан – образцы китайского подвида. У редьки высоким содержанием свободных аминокислот характеризовались образцы лобы и дайкона из Японии и Ю. Кореи. Содержание незаменимых аминокислот было больше в образцах японской редьки, по сравнению с остальными подвидами.

Высокое содержание фенольных соединений отмечено у образцов редиса розово-красной и белой разновидности, наименьшее – у образцов пестрой разновидности. Среди образцов редек суммарное высокое содержание фенольных соединений отмечено у только у одного образца (Миясиге оонага, к-2034, Япония), у остальных - суммарное содержание не превышало 60,0 ммоль/100 г.

Высокое суммарное содержание свободных жирных кислот выявлено у образцов редиса пестрой разновидности. Образцы редьки характеризовались небольшим содержанием жирных кислот, среднее суммарное содержание не превышало 55 ммоль/100 г. Высокое содержание алканов отмечено у образцов редиса и редьки китайского подвида. Образцы редиса и редьки с белой окраской корнеплода содержали в сумме больше спиртов, чем образцы с другой окраской корнеплода.

Выделены образцы редиса и редьки, которые отличались повышенным содержанием сухого вещества, аскорбиновой кислоты и БАВ, которые могут быть вовлечены в селекционный процесс по улучшению вкусовых и питательных качеств растений редиса и редьки.

Сравнительное изучение образцов редиса разного географического происхождения в условиях открытого и защищенного грунта Ленинградской области по химическому составу позволило выявить закономерности в изменении химического состава корнеплодов в зависимости от сортовых особенностей и условий среды. Выявлено, что в целом образцы редиса пестрой разновидности (var. *striatus*) более стабильны в накоплении сухого вещества, аскорбиновой кислоты, фенольных соединений и аминокислот в разных условиях выращивания.

3.4. Сопряженность количественных признаков *R. sativus*, взаимосвязь и направленность их изменчивости

Корреляционный анализ находит широкое применение в биологических исследованиях. Это связано с возможностью выявления и объективной количественной оценки взаимосвязей между количественными признаками, что в свою очередь, позволяет находить новые объективные закономерности их варьирования и на этой основе делать прогнозы уровня неизвестных либо сложных признаков по величине известных и более простых. Однако в большинстве случаев содержательная интерпретация результатов корреляционного анализа затрудняется многофакторностью формирования признаков: внешними условиями, генотипом организма, моментом наблюдения (стадией развития) и т.д. По этой причине непосредственно наблюдаемые (фенотипические) корреляции чрезвычайно лабильны. В соответствии с основными типами биологической изменчивости признаков, принято различать следующие основные типы корреляций между ними (Драгавцев, 1973):

Фенотипические – корреляции, определяемые в генетически гетерогенной популяции на экологически неоднородном фоне;

Экологические – корреляции, обусловленные влиянием экологических различий на генетически гомогенную популяцию, например, вегетативный клон или чистую линию;

Генотипические – корреляции, выявляемые на экологически однородном фоне в генетически гетерогенной популяции.

Используя метод главных компонент, выделяют факторы, определяющие наиболее существенные связи между морфологическими признаками сортов растений, интерпретируемые как генетические (Сазонова, 1971).

При подборе исходного материала для селекционной работы необходимо учитывать не только хозяйственно ценные признаки, но также степень и характер корреляций между ними. В практическом плане, наличие таких связей позволяет по улучшению одного признака в той или иной степени улучшать и другие, положительно сопряженные с ним, что способствует ускорению селекционного процесса на отдельных его этапах (Мавлянова, 2017). С помощью факторного анализа можно изучить направленность изменчивости образцов и установить генетические факторы, детерминирующие наиболее существенные корреляции между основными признаками растений и их взаимосвязь с почвенно-климатическими условиями (Елисеева, 2007). Структура корреляционных связей у редиса и редьки является экологически зависимой. Во влажных субтропиках у редиса уменьшается число достоверных связей. Наиболее экологически устойчивые корреляции между высотой розетки листьев и длиной пластинки листа, высотой розетки и длиной черешка, длиной и шириной пластинки листа, длиной и диаметром корнеплода (Даньков, 2001; Куликов, 2005). При селекции на стабильную продуктивность учитывают специфику корреляций в зависимости от стабильности продуктивности генотипа (Федорова, 2005).

3.4.1 Сопряженность количественных признаков редиса, взаимосвязь и направленность их изменчивости

Вычисление фенотипической корреляции (табл. 32) проводилось после объединения всех исходных данных 11 признаков в суммарную выборку, а также отдельно по каждому условию выращивания (приложение 14). В результате, из выявленных форм связи изученных признаков преобладали слабые; средние корреляции отмечены между признаками розетки и листа, и массы растения и корнеплода; высокая корреляция отмечена между высотой и диаметром розетки, длиной и шириной листа, индексом корнеплода и длиной, и диаметром корнеплода, массой растения и массой корнеплода.

Таблица 32. Фенотипическая корреляция основных количественных признаков редиса ($p \leq 0,05$)

№	Признак	Признак										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Стеблевание, %	1,00	0,35	0,34	0,16	0,12	0,11	0,11	-	0,23	0,24	-0,18
2	Высота розетки, см		1,00	0,72	0,65	0,58	0,46	-	0,39	0,59	0,48	0,25
3	Диаметр розетки, см			1,00	0,68	0,66	0,54	-0,11	0,46	0,64	0,54	0,43
4	Длина листа, см				1,00	0,80	0,45	-	0,35	0,65	0,55	0,37
5	Ширина листа, см					1,00	0,45	-	0,34	0,68	0,55	0,44
6	Длина корнеплода, см						1,00	-0,55	0,95	0,53	0,46	0,45
7	Диаметр корнеплода, см							1,00	-0,73	0,18	0,28	-0,33
8	Индекс корнеплода								1,00	0,36	0,28	0,45
9	Масса растения, г									1,00	0,91	0,38
10	Масса корнеплода, г										1,00	0,26
11	Вегетативный период, дни											1,00

При анализе сопряженности признаков в каждом условии выращивания (приложение 14) выявлено, что в целом в условиях весенней теплицы и интенсивной светокультуры корреляции между признаками проявлялись сильнее, нежели в условиях зимней теплицы и открытом грунте.

Стандартизация по экологическому фактору, проявляющая генотипические связи, изменила корреляционную картину (табл. 33). Усиление части фенотипических связей после экологической стандартизации связано со снижением экологического «шума».

Выявлена средняя корреляционная зависимость между признаком «стеблевание» и признаками розетки ($r=0,51-0,54$, $p \leq 0,05$). У признаков листового аппарата тесные связи ($r > 0,80$, $p \leq 0,05$) выявлены между собой (высотой и диаметром розетки, длиной и шириной листа). Во всех случаях корреляции носят положительный характер.

У признаков корнеплода проявление сильных корреляций не носит всесторонний характер. Длина корнеплода имеет сильную корреляцию с диаметром розетки ($r=0,71$, $p \leq 0,05$), и среднюю ($r=0,53 \dots 0,60$, $p \leq 0,05$) с высотой розетки, длиной и шириной листа. Диаметр корнеплода отрицательно связан с диаметром розетки ($r=-0,27$, $p \leq 0,05$) и длиной корнеплода ($r=-0,70$, $p \leq 0,05$). Индекс корнеплода сильно коррелирует с длиной корнеплода ($r=0,97$, $p \leq 0,05$)

и отрицательно с диаметром корнеплода ($r=-0,82$, $p\leq 0,05$). Масса растения и корнеплода сильно связаны со всеми признаками листового аппарата ($r=0,69\ldots 0,82$, $p\leq 0,05$) и средне с длиной корнеплода ($r=0,56\ldots 0,61$, $p\leq 0,05$), слабо с индексом корнеплода ($r=0,41\ldots 0,47$, $p\leq 0,05$).

Таблица 33. Генотипическая корреляция основных количественных признаков редиса ($p \leq 0,05$)

№	Признак	Признак										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Стеблевание, %	1,00	0,51	0,54	0,37	0,44	0,29	-	0,23	0,48	0,38	0,20
2	Высота розетки, см		1,00	0,89	0,84	0,82	0,60	-0,19	0,53	0,79	0,69	0,61
3	Диаметр розетки, см			1,00	0,84	0,81	0,71	-0,27	0,64	0,82	0,73	0,66
4	Длина листа, см				1,00	0,90	0,54	-	0,44	0,80	0,72	0,61
5	Ширина листа, см					1,00	0,53	-	0,42	0,81	0,72	0,50
6	Длина корнеплода, см						1,00	-0,70	0,97	0,61	0,56	0,61
7	Диаметр корнеплода, см							1,00	-0,82	-	-	-0,34
8	Индекс корнеплода								1,00	0,47	0,41	0,57
9	Масса растения, г									1,00	0,96	0,62
10	Масса корнеплода, г										1,00	0,59
11	Вегетативный период, дни											1,00

Отмечена сильная корреляция между массой корнеплода и массой растения ($r=0,96$, $p\leq 0,05$). Вегетативный период средне коррелирует с признаками листа и корнеплода, кроме диаметра и доли корнеплода ($r=-0,38\ldots -0,34$, $p\leq 0,05$).

На основании выявленных корреляций можно установить взаимосвязь ряда признаков листового аппарата и корнеплода. Масса растения и корнеплода в большей степени зависит от размеров листового аппарата, нежели от размеров корнеплода. Средняя взаимосвязь вегетативного периода с признаками листового аппарата и корнеплода характеризует среднеспелые и позднеспелые образцы как наиболее урожайные.

При анализе сопряженности биохимических признаков между собой и с фенотипическими признаками (табл. 34), выявлено, что содержание сухих веществ в корнеплодах средне коррелирует с вегетативным периодом ($r=0,65$, $p\leq 0,05$), высотой и диаметром розетки ($r=0,60\ldots 0,64$, $p\leq 0,05$) и суммой сахаров в корнеплоде ($r=0,61$, $p\leq 0,05$), слабо с остальными признаками листа и корнеплода, при этом с диаметром корнеплода носит отрицательный характер. Содержание аскорбиновой кислоты в корнеплодах отрицательно слабо коррелирует с длиной и индексом корнеплода ($r=-0,32$, $p\leq 0,05$), вегетативным периодом ($r=-0,35$, $p\leq 0,05$) и средне с содержанием сухих веществ в корнеплоде ($r=-0,68$, $p\leq 0,05$). Суммарное содержание сахаров в корнеплоде слабо коррелирует с признаками розетки, массой растения и корнеплода и вегетативным периодом. Содержание сухих веществ в листьях отрицательно связано с их содержанием в корнеплоде ($r=-0,88$, $p\leq 0,05$) и с признаками листового аппарата.

Таблица 34. Корреляция биохимических, морфологических и фенологических признаков редиса
($p \leq 0,05$)

Признак	Признак						
	Сухое вещество (корн.), %	Аскорбиновая кислота, мг/100г	Сумма сахаров, %	Сухое вещество (лист), %	Хлорофиллы, мг/100г	Каротиноиды, мг/100г	β -каротин, мг/100г
Высота розетки, см	0,64	-	0,22	-0,80	-	-	-
Диаметр розетки, см	0,60	-	0,32	-0,75	-	-	-
Длина листа, см	0,46	-	0,22	-0,86	-	-	-
Ширина листа, см	0,38	-	-	-0,84	-	-	-
Длина корн., см	0,46	-0,32	-	-	-	-	-
Диаметр корн., см	-0,35	-	-	-	-	-	-
Индекс корн.	0,48	-0,32	-	-	-	-	-
Масса растения, г	0,45	-	0,28	-0,79	-	-0,59	-
Масса корн., г	0,37	-	0,23	-0,75	-	-0,71	-0,63
Вегетативный период, дни	0,65	-0,35	0,38	-0,84	-0,58	-0,67	-0,62
Сухое вещество (корнеплод), %	1,00	-0,68	0,61	-0,88	-	-	-

Содержание хлорофиллов отрицательно средне коррелирует с вегетативным периодом ($r=-0,58$, $p \leq 0,05$). Содержание каротиноидов отрицательно связано с вегетативным периодом ($r=-0,67$, $p \leq 0,05$), массой растения и корнеплода. β -каротин отрицательно связан с массой корнеплода и вегетативным периодом.

Изучение корреляций морфологических, фенологических признаков и биохимического состава корнеплодов не выявило существенных зависимостей в большинстве случаев. Средняя связь содержания сухих веществ в корнеплоде с вегетативным периодом и суммой сахаров позволяет предположить, что образцы с более поздним сроком созревания имеют в корнеплодах большее суммарное содержание сахаров. Содержание аскорбиновой кислоты в корнеплоде в средней и слабой степени отрицательно связано с содержанием сухих веществ в корнеплоде и вегетативным периодом, что характеризует скороспелые образцы редиса большим содержанием аскорбиновой кислоты.

В селекционных исследованиях представляют интерес особенности сопряженного наследования признаков листового аппарата и корнеплода, а также содержания основных компонентов химического состава. В результате анализа 13 фенотипических и биохимических признаков методом главных компонент было установлено, что их изменчивость определяется в основном пятью факторами (табл. 35, рис. 23).

Таблица 35. Дисперсия главных компонент основных фенотипических и биохимических признаков редиса

Компонента	Собственные значения	% от общей дисперсии	Кумулятивные собственные значения	Кумулятивность, %
1	6,89	53,00	6,89	53,00
2	2,30	17,73	9,19	70,73
3	1,14	8,76	10,33	79,49
4	0,91	7,04	11,25	86,53
5	0,66	5,05	11,91	91,58

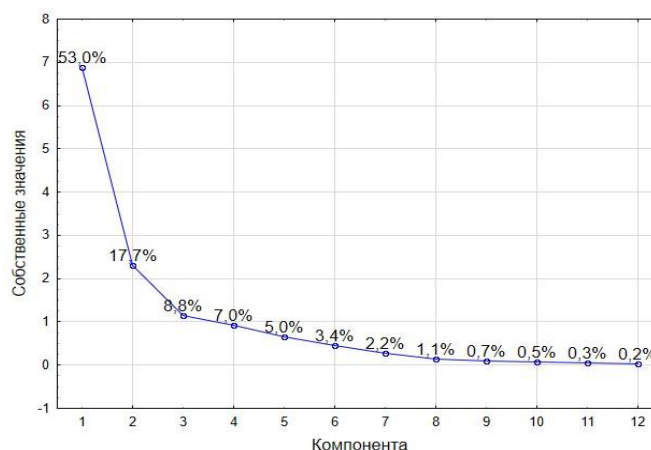


Рис. 23 Выделение главных компонент

В совокупности они определяют общую дисперсию на 91,58%. При этом, первая компонента определяет ее на 53,00%, которая характеризует параметры розетки и листа, массу растения и корнеплода. Вектор направленности изменчивости по всем признакам положительный (табл. 36, рис. 24а).

Таблица 36. Матрица факторных нагрузок между основными фенотипическими и биохимическими признаками редиса

Признак	Компонента				
	I	II	III	IV	V
Стеблевание	0,23	-0,08	0,02	0,94	0,03
Высота розетки	0,78	0,22	-0,11	0,26	0,39
Диаметр розетки	0,78	0,32	0,01	0,28	0,34
Длина листа	0,88	0,13	0,06	0,10	0,23
Ширина листа	0,90	0,15	0,01	0,21	0,06
Длина корнеплода	0,47	0,85	0,07	-0,04	0,14
Диаметр корнеплода	0,19	-0,94	-0,03	0,02	-0,19
Индекс корнеплода	0,31	0,92	0,03	-0,03	0,18
Масса растения	0,94	0,07	0,06	0,07	0,19
Масса корнеплода	0,92	0,00	0,03	-0,05	0,15
Вегетативный период	0,51	0,25	0,05	-0,16	0,70
Сухое вещество (корнеплод)	0,26	0,27	-0,13	0,14	0,85
Аскорбиновая кислота (корнеплод)	-0,05	-0,08	-0,99	-0,02	0,07
Общая дисперсия	5,26	2,80	1,03	1,13	1,68
Доля общей дисперсии	0,40	0,22	0,08	0,09	0,13

Вторая главная компонента определяет размеры и форму корнеплода (длина, диаметр и индекс). Диаметр корнеплода характеризуется отрицательным вектором направленности изменчивости ($r=-0,94$, $p \leq 0,05$).

Третья компонента характеризует содержание аскорбиновой кислоты в корнеплоде с отрицательным вектором направленности. Для четвертой компоненты значимые корреляции характеризует процент стеблевания. Пятая компонента определяют содержание сухого вещества в корнеплоде и продолжительность вегетативного периода. Вектор направленности изменчивости положительный по обоим признакам.

Таким образом, анализ указывает на независимую связь диаметра корнеплода от остальных морфологических признаков, аскорбиновой кислоты от элементов химического состава. В прямой зависимости связаны признаки листового аппарата, вегетативный период и содержание сухих веществ.

Поскольку первые две компоненты характеризуют большую часть изменчивости признаков, мы рассмотрели расположение образцов в их пространстве (рис. 24б).

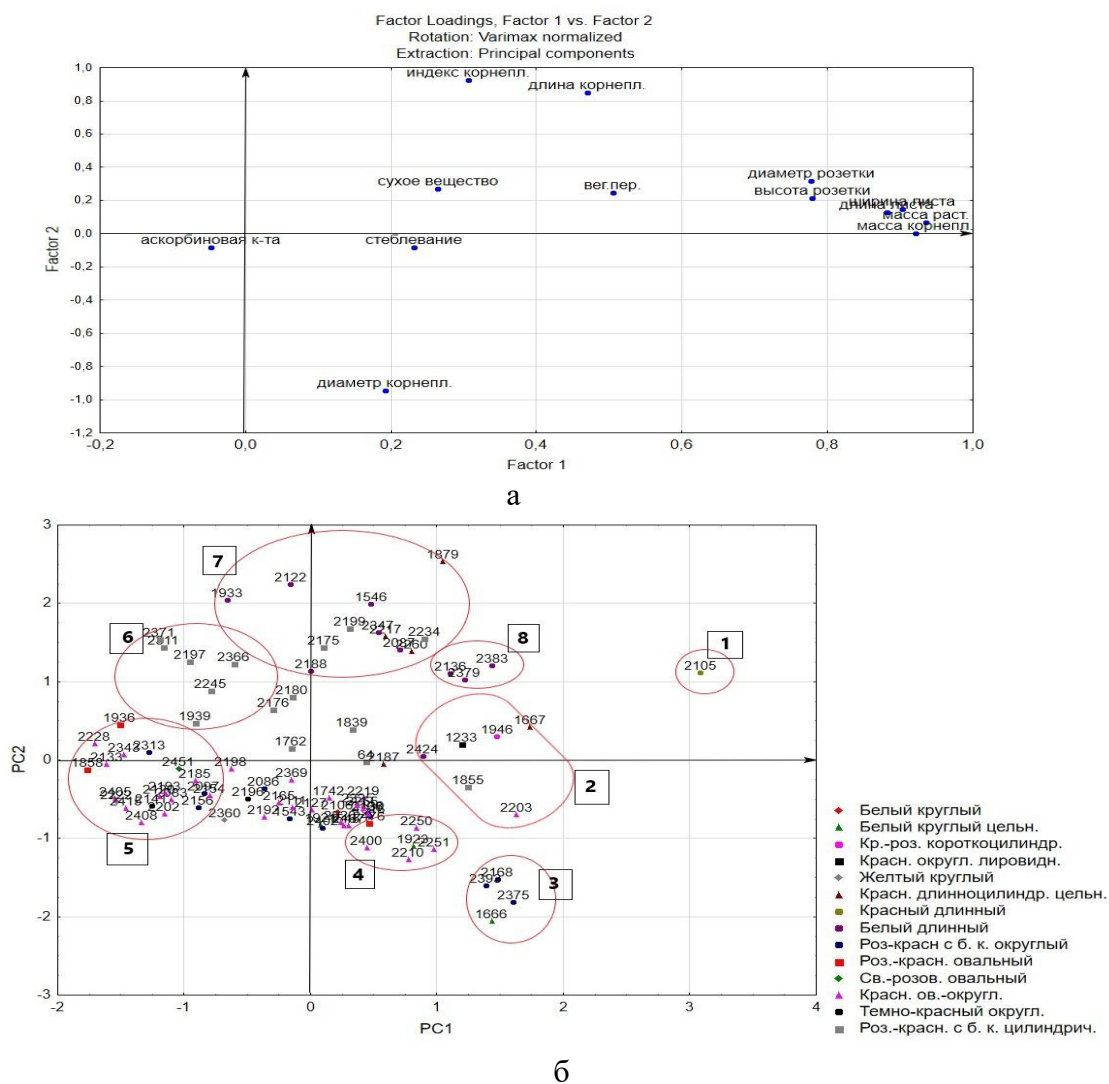


Рис. 24 Распределение признаков (а) и образцов (б) редиса в пространстве первых двух компонент. Цветом обозначены сортотипы образцов, цифрами – номера каталогов образцов в соответствии с приложением 1.

В пространстве двух факторов выделилось 8 групп образцов. Первая группа представлена образцом Long Scarlet (к-2105, Чили), у которого наблюдается экстремально высокая нагрузка по фактору 1 (3,08), также высокая по фактору 2 (1,12) и низкая по фактору 5 (-1,29). Образец принадлежит сортотипу Красный длинный и характеризуется средней продолжительностью вегетативного периода (25-30 дней), высокой массой растения ($62,2 \pm 7,0$ г) и корнеплода ($31,3 \pm 3,2$ г), крупной розеткой листьев и средним содержанием сухого вещества

(4,84%) и аскорбиновой кислоты (27,2 мг/100 г). Образец не устойчив к раннему стеблеванию в условиях длинного дня.

Вторая группа включает 3 образца китайского подвида розовой разновидности (к-1233, Дунганский; к-1667, Красный великан; к-1946, Дарози сурх местный) и 3 образца европейского подвида розово-красной (Feuerkugel, к-2203, Германия), пестрой (Amager, к-1855, Финляндия) и белой разновидности (Местный, к-2424, Бурунди). У образцов наблюдается высокая нагрузка по факторам 1 и 5, средняя по фактору 2 и низкая по фактору 4. Образцы характеризуются крупным корнеплодом округлой или короткоцилиндрической формы со средней массой от 21 до 27 г, крупной розеткой листьев салатного типа (образцы китайского подвида и образец Местный, к-2424), высоким содержанием сухого вещества (5,0-8,2%) и средним содержанием аскорбиновой кислоты (25-38 мг/100 г). Образцы относятся к скороспелой (к-1855, к-2203) и очень позднеспелой группам спелости с устойчивостью к раннему стеблеванию на уровне 1-2 баллов.

Образцы третьей группы имеют высокую нагрузку по фактору 1 и низкую по фактору 2. В эту группу вошли образцы сортотипа Розово-красный с белым кончиком округлый и образец китайского подвида белой разновидности (Вировский белый, к-1666), которые характеризуются корнеплодом плоскоокруглой и округлой формы (индекс 0,9-1,1) и массой 23-29 г, средним содержанием сухого вещества (5,0-6,8%) и аскорбиновой кислоты (24,5-30,0 мг/100 г). Устойчивость к раннему стеблеванию на уровне 1-3 баллов.

В четвертую группу вошло 4 образца сортотипа Красный овально-округлый и 1 образец китайского подвида белой разновидности (Местный, к-1923). Данные образцы имеют низкую нагрузку по фактору 2 и среднюю по фактору 1. Данные образцы характеризуются округлой формой корнеплода с массой 19,5-24,5 г, содержанием сухого вещества в пределах 4,5-5,0% и аскорбиновой кислоты – 27,2-38,0 мг/100 г и имеют низкую устойчивость к раннему стеблеванию.

Пятая группа представлена 20 образцами преимущественно розово-красной разновидности (16 обр.), а также пестрой (3 обр.) и желтой (1 обр.). Образцы имеют низкую нагрузку по фактору 1, 2 и 4, отдельные образцы характеризуются высокой нагрузкой по фактору 3 и 5 (к-2097, к-2141, к-2156, к-2222, к-2313). Данные образцы имеют небольшую компактную розетку листьев и корнеплод небольшой массы округлой и округло-овальной формы. Образцы относятся к ультраскороспелой и скороспелой группам спелости с устойчивостью к раннему стеблеванию на уровне 1-3 баллов.

Шестая группа представлена 6 образцами сортотипа Розово-красный с белым кончиком цилиндрический, у которых наблюдается низкая нагрузка по фактору 1 и высокая по фактору 2. Образцы характеризуются небольшими размерами листовой розетки и длинным цилиндрическим корнеплодом небольшой массы (10-17 г), средним содержанием сухого вещества (4,4-6,4%) и аскорбиновой кислоты (20,4-38,0 мг/100 г).

Седьмая группа объединяет образцы сортотипа Белый длинный (6 обр.), Розово-красный с белым кончиком цилиндрический (3 обр.) и образцы китайского подвида розовой разновидности (3 обр.), у которых выявлена высокая нагрузка по фактору 2, средняя по фактору

1 и низкая по остальным. Образцы характеризуются средними размерами листовой розетки, длинным тонким корнеплодом (индекс 3,3-5,4) со средней массой (17-25 г). Группа включает образцы разных групп спелости – от скороспелых до очень позднеспелых, с устойчивостью к раннему стеблеванию на уровне 2-3 баллов. Некоторые образцы характеризуются высоким содержанием сухого вещества – более 6,0% (к-1546, к-1879, к-1933, к-2188, к-2217, к-2260).

Восьмая группа включает 3 образца сортотипа Белый длинный, у которых выявлена высокая нагрузка по факторам 1, 2 и 3 и низкая по фактору 5. Образцы характеризуются длинным корнеплодом с массой 28-30 г, крупной розеткой листьев относящиеся к позднеспелой группе с устойчивостью к раннему стеблеванию на уровне 3-4 баллов. Содержание сухого вещества и аскорбиновой кислоты среднее – 5,2-5,8% и 21,8-27,2 мг/100 г, соответственно.

Таким образом, представляют интерес образцы редиса из групп 2, 3, 5 и 6, которые можно использовать в качестве источников ценных признаков для селекции, так и для непосредственного выращивания в открытом и защищенном грунте.

3.4.2 Сопряженность количественных признаков редьки, взаимосвязь и направленность их изменчивости

Вычисление фенотипической корреляции (табл. 37) образцов редьки проводилось после объединения всех исходных данных в суммарную выборку, а также отдельно по каждому сроку выращивания (приложение 15). В результате, из выявленных форм связи изученных признаков преобладали слабые; средняя корреляция отмечена между высотой и диаметром розетки, длиной и шириной листа, и признаками корнеплода; высокая корреляционная связь отмечена только между длиной и индексом корнеплода, массой растения и корнеплода.

Таблица 37. Фенотипическая корреляция основных количественных признаков редьки ($p \leq 0,05$)

№	Признак	Признак										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Высота розетки, см	1,00	0,53	0,44	0,25	-	-	-	-	-	-	0,24
2	Диаметр розетки, см		1,00	0,45	0,40	-	0,39	-0,20	0,20	0,20	0,18	-
3	Длина листа, см			1,00	0,64	0,23	0,17	0,13	0,35	0,26	-	-
4	Ширина листа, см				1,00	-	0,28	-	0,30	0,23	0,32	-0,16
5	Длина корнеплода, см					1,00	-0,37	0,90	0,54	0,45	-0,38	-
6	Диаметр корнеплода, см						1,00	-0,66	0,42	0,55	0,42	-0,27
7	Индекс корнеплода							1,00	0,27	-	-0,39	0,14
8	Масса растения, г								1,00	0,88	-	-
9	Масса корнеплода, г									1,00	-	-0,15
10	Вегетативный период, дни										1,00	-0,38
11	Стеблевание, %											1,00

При анализе сопряженности признаков при каждом сроке посева (весенний и летний) (приложение 15) выявлено, что в целом при весеннем сроке посева корреляции между признаками проявлялись сильнее, нежели при летнем сроке.

После стандартизации по экологическому фактору, некоторые фенотипические связи усилилась (табл. 38). У признаков листового аппарата выявлены слабые и средние связи между собой. Во всех случаях корреляции носят положительный характер.

Таблица 38. Генотипическая корреляция основных количественных признаков редьки ($p \leq 0,05$)

№	Признак	Признак										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Высота розетки, см	1,00	0,48	0,49	0,23	-	-	-	-	-	-	0,40
2	Диаметр розетки, см		1,00	0,39	0,44	-0,38	0,55	-0,45	-	-	0,30	-
3	Длина листа, см			1,00	0,58	-	-	-	-	-	-	-
4	Ширина листа, см				1,00	-	0,33	-0,23	-	-	0,50	-
5	Длина корнеплода, см					1,00	-0,74	0,94	0,50	0,30	-0,51	0,31
6	Диаметр корнеплода, см						1,00	-0,86	-	0,34	0,60	-0,34
7	Индекс корнеплода							1,00	0,33	-	-0,48	0,30
8	Масса растения, г								1,00	0,76	-	-
9	Масса корнеплода, г									1,00	-	-
12	Вегетативный период, дни										1,00	-0,43
13	Стеблевание, %											1,00

У признаков корнеплода не найдены достоверные корреляции с высотой розетки и длиной листа. Диаметр корнеплода имеет среднюю корреляцию с диаметром розетки ($r=0,55$, $p \leq 0,05$), и вегетативным периодом ($r=0,60$, $p \leq 0,05$). Длина корнеплода отрицательно связана с диаметром розетки ($r=-0,38$, $p \leq 0,05$), диаметром корнеплода ($r=-0,74$, $p \leq 0,05$) и вегетативным периодом ($r=-0,51$, $p \leq 0,05$). Индекс корнеплода сильно коррелирует с длиной корнеплода ($r=0,94$, $p \leq 0,05$) и отрицательно с диаметром корнеплода ($r=-0,86$, $p \leq 0,05$). Масса растения и корнеплода слабо и средне связаны с длиной корнеплода ($r=0,30 \dots 0,50$, $p \leq 0,05$). Отмечена сильная корреляция между массой корнеплода и массой растения ($r=0,76$, $p \leq 0,05$). Вегетативный период средне коррелирует с шириной листа и признаками корнеплода, причем с длиной и индексом корнеплода отмечена отрицательная взаимосвязь ($r=-0,51$ и $-0,48$, $p \leq 0,05$). Между признаками «стеблевание» и «вегетативный период» выявлена средняя отрицательная взаимосвязь ($r=-0,43$, $p \leq 0,05$) и положительная с высотой розетки ($r=0,40$, $p \leq 0,05$), с признаками корнеплода связи слабые.

На основании выявленных корреляций установлено, что размеры корнеплода в большей степени зависят от диаметра розетки и вегетативного периода, масса растения и корнеплода слабо связаны с другими признаками, средняя взаимосвязь вегетативного периода с признаками листового аппарата и корнеплода характеризует образцы с длинным корнеплодом как более скороспелые.

Анализ сопряженности биохимических признаков между собой и с фенотипическими признаками (табл. 39), выявил, что содержание сухого вещества сильно коррелирует с вегетативным периодом ($r=0,80$, $p \leq 0,05$), средне отрицательно с длиной корнеплода ($r=-0,52$, $p \leq 0,05$), слабо с остальными признаками листа и корнеплода. Содержание аскорбиновой кислоты в корнеплодах отрицательно слабо связано с диаметром корнеплода ($r=-0,23$, $p \leq 0,05$), вегетативным периодом ($r=-0,32$, $p \leq 0,05$) и с содержанием сухого вещества ($r=-0,27$, $p \leq 0,05$).

Суммарное содержание сахаров в корнеплоде слабо связано со всеми изученными признаками, кроме диаметра корнеплода ($r=-0,53$, $p \leq 0,05$), при этом имея разную направленность.

Таблица 39. Корреляция фенотипических и биохимических признаков редьки (уровень значимости: $p \leq 0,05$)

Признак	Признак		
	Сухое вещество, %	Аскорбиновая кислота, мг/100г	Сумма сахаров, %
Диаметр розетки, см	0,31	-	-0,32
Длина листа, см	-	-	-0,29
Ширина листа, см	0,42	-	-0,23
Длина корнеплода, см	-0,52	-	0,36
Диаметр корнеплода, см	0,49	-0,23	-0,53
Индекс корнеплода	-0,45	-	0,44
Вегетативный период, дни	0,80	-0,32	-0,48
Сухое вещество, %	1,00	-0,27	-0,44
Аскорбиновая кислота, мг/100г	-0,27	1,00	0,41

Изучение корреляционного взаимодействия фенотипических и биохимических признаков не выявило существенных зависимостей в большинстве случаев. Сильная корреляционная связь содержания сухих веществ в корнеплоде с вегетативным периодом и средняя отрицательная с суммой сахаров позволяет предположить, что образцы с более поздним сроком созревания имеют в корнеплодах большее содержание сухих веществ, но меньше сахаров.

В результате анализа сопряженности наследования 13 фенотипических и биохимических признаков методом главных компонент было установлено, что их изменчивость определяется в основном пятью факторами (табл. 40, рис. 25).

Таблица 40. Дисперсия главных компонент основных фенотипических и биохимических признаков редьки

Компонента	Собственные значения	% от общей дисперсии	Кумулятивные собственные значения	Кумулятивность, %
1	4,59	35,34	4,59	35,34
2	2,65	20,38	7,24	55,72
3	1,67	12,82	8,91	68,54
4	1,23	9,44	10,14	77,97
5	0,85	6,54	10,99	84,52

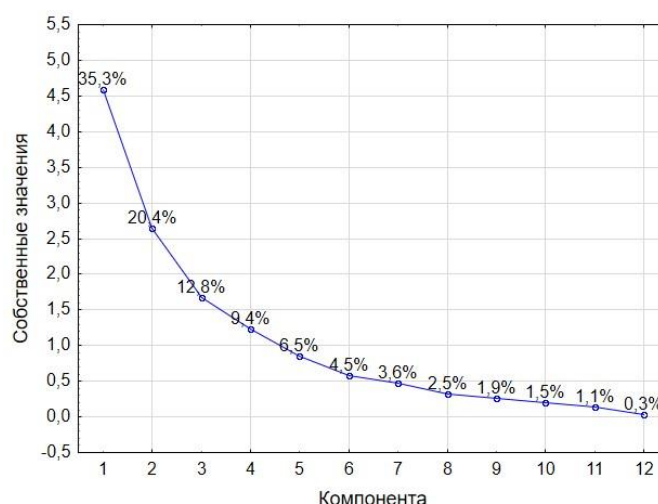


Рис. 25 Выделение главных компонент

В совокупности они определяют общую дисперсию на 84,52%. При этом, первая компонента определяет ее на 35,34%, которая характеризует только размеры и форму корнеплода. Вектор направленности изменчивости диаметра – отрицательный, а длины и индекса корнеплода – положительный (табл. 41, рис. 26а).

Вторая главная компонента определяет признаки листового аппарата (высота и диаметр розетки, длина и ширина листа). Вектор направленности изменчивости по всем признакам положительный.

Таблица 41. Матрица факторных нагрузок между основными фенотипическими и биохимическими признаками редьки

Признак	Компонента				
	I	II	III	IV	V
Высота розетки	-0,16	0,72	0,21	0,41	-0,13
Диаметр розетки	-0,51	0,61	0,15	0,02	-0,11
Длина листа	0,07	0,85	0,09	0,03	0,11
Ширина листа	-0,16	0,79	-0,09	-0,34	0,05
Длина корнеплода	0,88	-0,04	0,37	0,19	-0,07
Диаметр корнеплода	-0,89	0,16	0,26	-0,26	0,09
Индекс корнеплода	0,95	-0,06	0,12	0,14	-0,05
Масса растения	0,24	0,12	0,89	0,06	0,02
Масса корнеплода	-0,10	0,05	0,95	0,04	0,10
Вегетативный период	-0,52	0,29	-0,07	-0,62	0,27
Стеблевание	0,17	0,23	-0,01	0,88	0,06
Сухое вещество	-0,36	0,33	-0,18	-0,63	0,28
Аскорбиновая кислота	0,10	0,00	-0,12	0,09	-0,96
<i>Общая дисперсия</i>	3,28	2,53	2,05	1,97	1,15
<i>Доля общей дисперсии</i>	0,25	0,19	0,16	0,15	0,09

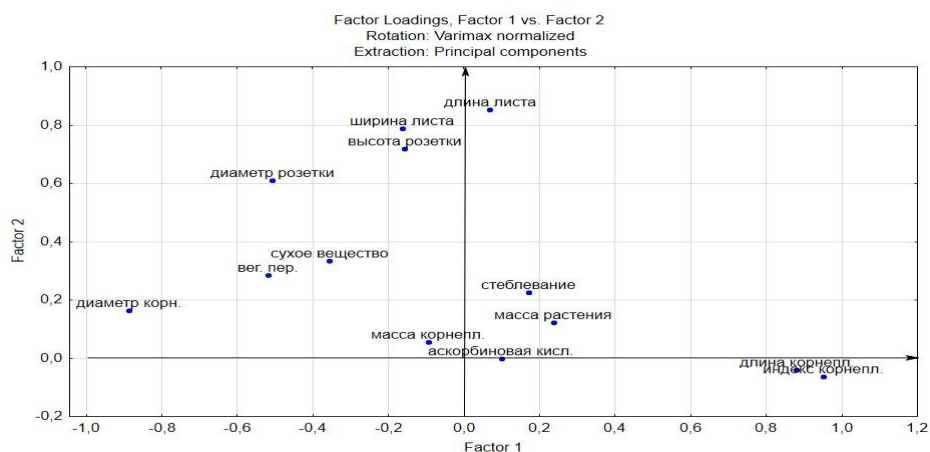
Третья компонента определяет только два признака – массу растения и корнеплода. Вектор направленности изменчивости положительный.

Для четвертой компоненты значимые корреляции характеризуют процент стеблевания с положительным вектором направленности, вегетативный период и содержание сухих веществ с отрицательным вектором направленности.

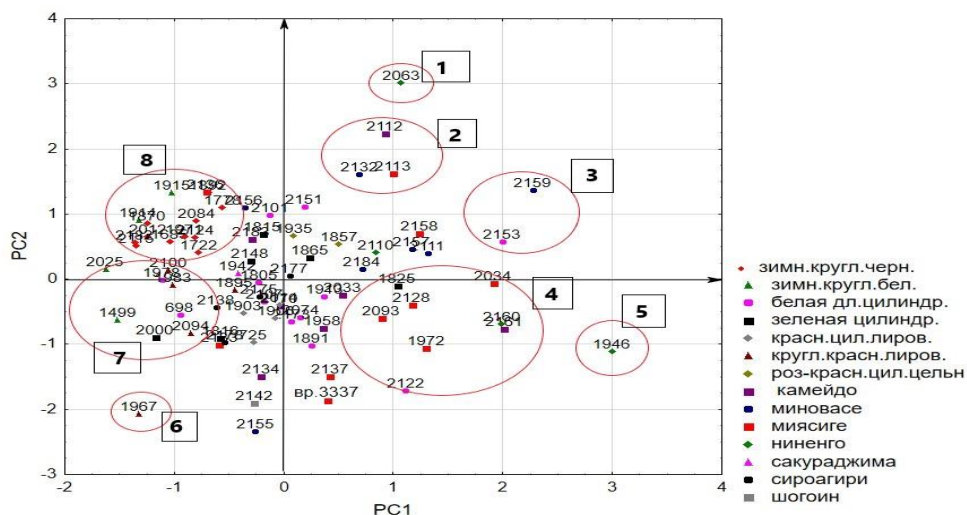
Пятая компонента определяет содержание аскорбиновой кислоты в корнеплоде. Вектор направленности изменчивости отрицательный.

Таким образом, анализ главных компонент указывает на независимую связь признаков листового аппарата, корнеплода, массы растения и корнеплода, при этом диаметр и длина корнеплода имеют разную направленность. Между собой связаны вегетативный период, содержание сухого вещества с отрицательным вектором направленности, переход в фазу стеблевания имеет положительную направленность.

Поскольку первые две компоненты характеризуют большую часть изменчивости признаков, мы рассмотрели расположение образцов в их пространстве (рис. 26б).



а



б

Рис.26 Распределение признаков (а) и образцов (б) редьки в пространстве первых двух компонент. Цветом обозначены сортотипы образцов, цифрами – номера каталогов образцов в соответствии с приложением 2.

В пространстве двух факторов выделилось восемь групп образцов. Первая группа представлена одним образцом Unzen shigatsu (к-2063, Япония), у которого наблюдается высокая нагрузка по фактору 1, 2 и 3 и низкая по фактору 5. Образец относится к сорто типу Ниненго японского подвида и характеризуется большой розеткой листьев и крупным корнеплодом массой $281,1 \pm 78,9$ г и высоким содержанием аскорбиновой кислоты (62,0 мг/100 г). Образец относится к среднеранней группе спелости с низкой устойчивостью к раннему стеблеванию.

Вторая группа включает 3 образца дайкона из Японии Саката Тэнсюн (к-2112), Куоба Кауриу (к-2113) и Faibyoo ookuga (к-2132), у которых выявлена высокая нагрузка по факторам 1, 2 и 4. Образцы относятся к среднеранней группе спелости и характеризуются крупными размерами розетки листьев и корнеплода с массой 250-405 г, средним содержанием сухого вещества (6,4-6,9%) и аскорбиновой кислоты (45,0-56,4 мг/100 г).

Третья группа включает образец лобы белой разновидности (Euisungbanchung, к-2153) и дайкона типа Миновасе (Ясато рисо, к-2159) с высокой нагрузкой по фактору 1 и 2 и низкими по остальным. Образцы характеризуются средними размерами розетки листьев и длинным корнеплодом (индекс 5,5-5,6) с небольшой массой (124-207 г). Образцы среднеранние и устойчивы к раннему стеблеванию на уровне 2-3 баллов.

Четвертая группа состоит из образцов редьки китайского (2 обр.) и японского подвида (6 обр.), у них отмечена высокая нагрузка по фактору 1 и низкая по фактору 2. Образцы характеризуются довольно компактными размерами розетки листьев и узкой пластинкой листа, корнеплод длинный тонкий с массой от 177 до 400 г. В данной группе находятся образцы средне- и высокоустойчивые к раннему стеблеванию. В среднем образцы характеризуются средним содержанием сухого вещества (6,0-7,0%) и аскорбиновой кислоты (45,1-56,4 мг/100 г), но среди них можно выделить образцы редьки Лоба китайская (к-1825, Китай) и Sluio-miyashige (к-1972, Япония) с содержанием сухого вещества 9,0 и 8,0% и образец Mijshige long pointed rooted (к-2093, Япония) с содержанием аскорбиновой кислоты 62,0 мг/100 г.

Пятая группа представлена образцом дайкона Unsen-4-gatsu (к-1946, Япония) с высокой нагрузкой по фактору 1 и низкой по остальным. Образец характеризуется небольшой розеткой листьев и длинным корнеплодом (длина – 23,8 см, диаметр – 3,0 см) с небольшой массой (80,5 г).

Шестая группа включает образец Местной лобы (к-1967, Афганистан) розово-красной разновидности, у которой низкая нагрузка по факторам 1, 2, 3 и 5 и средняя по фактору 4.

Седьмая группа включает 6 образцов лобы белой, розово-красной и зеленой разновидности и 2 образца зимней редьки белой разновидности у которых выявлена низкая нагрузка по фактору 1 и 2, у отдельных образцов выявлена высокая нагрузка по фактору 3 (к-1499, к-2025) и фактору 4 (к-1978, к-2094). Образцы характеризуются средними размерами розетки листьев с корнеплодом плоскоокруглой, округлой и конической формы. Образцы редек зимней белой разновидности (Зимняя белая, к-1499; Сквирская белая, к-2025) характеризуются высокой массой корнеплода (310-355 г) и высоким содержанием сухого вещества (9,8-10,0%).

Восьмая группа представлена 13 образцами редьки европейского подвида зимней черной разновидности и 1 образцом дайкона Shinuchi Sobutori (к-2136, Япония), у которых выявлена

низкая нагрузка по фактору 1, 3 и 4 и высокая по фактору 2 и средняя по фактору 5. Образцы имеют крупную раскидистую розетку листьев и округлый корнеплод, принадлежат к позднеспелой группе спелости, содержание сухого вещества высокое – более 9,0%, аскорбиновой кислоты – среднее.

Таким образом, представляют интерес образцы редьки из групп 2, 4, 7 и 8, которые можно использовать для выращивания в открытом грунте Ленинградской области в разные сроки, а также использовать отдельные образцы в качестве источников хозяйственно-ценных признаков для селекции.

Заключение к главе

Изучение корреляционной структуры фенотипических и биохимических признаков образцов *R. sativus* выявило различные степени связи между ними.

При анализе сопряженности фенотипических признаков редиса при каждом условии выращивания выявлено, что в условиях весенней теплицы и интенсивной светокультуры корреляции между признаками проявлялись сильнее, нежели в условиях зимней теплицы и открытом грунте; у редьки – при весеннем сроке посева корреляции между признаками проявлялись сильнее, нежели при летнем сроке.

Масса растения и корнеплода у редиса в большей степени зависит от размеров листового аппарата, нежели от размеров корнеплода. Средняя взаимосвязь вегетативного периода с признаками листового аппарата и корнеплода характеризует среднеспелые и позднеспелые образцы редиса как наиболее урожайные. У редьки на основании выявленных корреляций установлено, что размеры корнеплода в большей степени зависят от диаметра розетки и вегетативного периода, масса растения и корнеплода слабо связаны с другими признаками, средняя взаимосвязь вегетативного периода с признаками листового аппарата и корнеплода характеризует образцы с длинным корнеплодом как более скороспелые.

Изучение корреляционного взаимодействия морфологических, фенологических признаков с биохимическим составом корнеплодов редиса и редьки не выявило существенных зависимостей в большинстве случаев. У редиса средняя корреляционная связь содержания сухих веществ в корнеплоде с вегетативным периодом и суммой сахаров позволяет предположить, что образцы с более поздним сроком созревания имеют в корнеплодах большее суммарное содержание сахаров. Содержание аскорбиновой кислоты в корнеплоде в средней и слабой степени отрицательно связано с содержанием сухих веществ в корнеплоде и вегетативным периодом, что характеризует скороспелые образцы редиса большим содержанием аскорбиновой кислоты. У редьки сильная связь содержания сухих веществ в корнеплоде с вегетативным периодом и средняя отрицательная с суммой сахаров позволяет предположить, что образцы с более поздним сроком созревания имеют в корнеплодах большее содержание сухих веществ, но меньше сахаров.

В результате анализа 13 фенотипических и биохимических признаков редиса и редьки методом главных компонент было установлено, что их изменчивость определяется в основном пятью факторами. Анализ главных компонент указывает на разную связь диаметра корнеплода

от остальных морфологических признаков, аскорбиновой кислоты от элементов химического состава у образцов редиса. В прямой зависимости находятся признаки листового аппарата, вегетативный период и содержание сухих веществ.

У образцов редьки анализ главных компонент указывает на разную связь признаков листового аппарата, корнеплода, массы растения и корнеплода, при этом диаметр и длина корнеплода имеют разную направленность. Между собой связаны вегетативный период, содержание сухого вещества с отрицательным вектором направленности, переход в фазу стеблевания имеет положительную направленность.

У редиса и редьки первые две компоненты характеризуют большую часть изменчивости признаков. Для селекционного использования и непосредственного выращивания в открытом и защищенном грунте перспективны образцы редиса входящие в группы 2, 3, 5 и 6, и образцы редьки из групп 2, 4, 7 и 8.

3.5. Алюмоустойчивость культур *R. sativus*

На продуктивность и качество растений редиса и редьки существенное влияние оказывают эдафические стрессоры. Для роста и развития этих культур наиболее благоприятна нейтральная реакция почвенного раствора (рН 6,0-8,0). Особенно чувствительны растения к пониженной кислотности в начальные периоды роста.

Основным фактором, определяющим фитотоксичность кислых почв, является повышенная концентрация подвижных ионов алюминия в почвенном растворе. Аккумуляция алюминия в тканях корня нарушает процессы деления клеток, инициации и роста боковых корней, снабжения растения минеральными веществами и водой. Изучение внутривидовой изменчивости по алюмоустойчивости *R. sativus* является важным этапом в селекции этих культур.

На первом этапе мы исследовали воздействие разных концентраций алюминия на проростки редиса и редьки. Результаты наших исследований показали, что избыток алюминия и водорода (низкий рН) в питательном растворе негативно влияют на рост и развитие зародышевых корней проростков редиса и редьки. При всех испытанных концентрациях $AlCl_3 \times 6H_2O$, наблюдали существенные различия между образцами *R. sativus* по длине отрастания корня (табл. 42).

Концентрация хлорида алюминия 66 мМ оказывала слабое токсическое действие на образцы *R. sativus*. У большинства образцов редиса и редьки митотическая активность клеток корней проростков после шокового воздействия алюминия восстанавливалась. У 70,4% образцов редиса и 92,7% редьки прирост корня был довольно высок (больше 1,0 см), что свидетельствует о нормальном дальнейшем развитии. У 22,2% образцов редиса и 5,5% редьки отмечен средний прирост корня (0,5-1,0 см), у четырех образцов редиса и одного редьки отрастание корня было меньше 0,5 см.

При концентрации $AlCl_3 \times 6H_2O$ 83 мМ наблюдалась большая дифференциация образцов. У 29,6% образцов редиса и 70,9% редьки прирост корня составил больше 1,0 см, среднее отрастание (0,5-1,0 см) наблюдалось у 51,9% редиса и 25,5% редьки. Прирост корня меньше 0,5 см отмечен у 18,5% редиса и 3,6% редьки.

Таблица 42. Характеристика образцов *R. sativus* по длине отрастания корня при различных концентрациях хлорида алюминия

№	Каталог	Название	Происхождение	Концентрация, мМ		
				66	83	99
Редис						
1	551	Красный	Турция	1,40±0,12	0,50±0,05	0,35±0,04
2	1233	Дунганский	Китай	0,71±0,10	0,65±0,10	0,23±0,02
3	1543	РБК	Россия	1,40±0,12	1,20±0,13	0,29±0,05
4	1546	Московский паровой	Россия	1,70±0,15	1,35±0,12	0,00
5	1666	Вировский белый	Россия	2,20±0,08	1,50±0,07	1,45±0,03
6	1667	Красный великан	Россия	1,15±0,11	0,89±0,13	0,38±0,01
7	1703	Pernot retek	Венгрия	0,42±0,06	0,20±0,03	0,02±0,02
8	1762	Ohlsens Enke	Дания	1,41±0,10	1,30±0,12	0,01±0,02
9	1776	Без названия	Китай	1,41±0,07	0,72±0,11	0,0

10	1879	Long scarlet	Индия	0,81±0,09	0,50±0,08	0,0
11	1923	Местный	Китай	2,05±0,15	1,30±0,09	0,39±0,07
12	1925	Scarlet globe	Канада	0,15±0,02	0,20±0,03	0,00
13	1939	French Breakfast	Пакистан	0,90±0,06	0,75±0,09	0,00
14	1941	Cavalier bright scarlet	Канада	0,58±0,09	0,20±0,10	0,01±0,01
15	1946	Дарози сурх местный	Таджикистан	1,80±0,09	0,35±0,06	0,45±0,08
16	2083	Saxa	Чили	0,42±0,09	1,04±0,09	0,95±0,03
17	2087	White Icicle	Чили	2,20±0,10	0,70±0,08	0,75±0,07
18	2100	Bartender Red	Чили	1,25±0,08	1,08±0,05	0,85±0,06
19	2105	Long Scarlet	Чили	1,35±0,08	1,05±0,06	0,76±0,06
20	2106	White globe Hailstone	Чили	0,96±0,07	0,35±0,08	0,28±0,08
21	2111	Champion	Чили	1,25±0,07	0,90±0,07	0,91±0,06
22	2120	Местный	Турция	0,75±0,18	1,45±0,10	0,02±0,02
23	2130	Местный	Азербайджан	1,70±0,13	0,51±0,05	0,50±0,09
24	2133	Cherry Belle	Танзания	1,85±0,23	1,23±0,08	0,40±0,05
25	2136	Balady	Венгрия	0,65±0,07	0,79±0,06	0,45±0,04
26	2141	Местный,	Иран	1,87±0,14	0,50±0,01	0,32±0,08
27	2156	National	Алжир	1,35±0,12	0,79±0,11	0,00
28	2168	Gaudry	Нидерланды	1,25±0,12	0,97±0,06	0,75±0,05
29	2175	Pernot OJO/52	Швеция	0,80±0,08	0,90±0,05	0,60±0,04
30	2187	Местный	Азербайджан	1,20±0,09	0,79±0,05	0,69±0,06
31	2188	Candela di ghiaccio	Италия	1,01±0,10	0,86±0,09	0,40±0,04
32	2192	Vetomag	Венгрия	1,20±0,10	0,86±0,06	0,74±0,04
33	2196	Местный	Ливан	1,00±0,10	0,65±0,10	0,10±0,01
34	2197	De Pontvil	Франция	0,65±0,07	0,51±0,04	0,21±0,03
35	2200	Местный	Сирия	1,95±0,10	1,29±0,09	0,92±0,06
36	2210	Саратовский	Россия	1,20±0,07	0,65±0,05	0,01±0,10
37	2217	Местный	Афганистан	1,60±0,14	0,76±0,12	0,29±0,06
38	2222	Janosnapi	Венгрия	2,65±0,08	1,20±0,07	1,15±0,05
39	2231	Vates'long scarlet	Эфиопия	0,55±0,05	0,55±0,05	0,08±0,02
40	2234	Sermino	Франция	1,25±0,10	0,60±0,05	0,46±0,04
41	2239	Egoica	Нидерланды	1,46±0,08	0,95±0,06	0,75±0,05
42	2245	Местный	Аргентина	1,40±0,25	0,51±0,06	0,00
43	2260	Местный	Россия	1,56±0,03	1,25±0,01	1,00±0,08
44	2302	Long rouge arabe	Ливия	1,10±0,05	0,75±0,06	0,60±0,05
45	2343	Saxa	Исландия	1,51±0,17	1,30±0,12	0,55±0,05
46	2347	Syla	Дания	1,20±0,08	0,45±0,09	0,12±0,02
47	2360	Helios	Чехия	0,93±0,05	1,00±0,01	0,60±0,06
48	2366	Pernot	Франция	0,36±0,03	0,49±0,06	0,61±0,04
49	2371	Safir	Дания	1,45±0,10	0,85±0,05	0,56±0,03
50	2379	Без названия	Ливан	1,50±0,09	0,60±0,09	0,58±0,02
51	2383	Jegcsap	Венгрия	1,40±0,13	0,65±0,05	0,50±0,07
52	2393	Crimson Giant	Канада	0,90±0,09	0,71±0,06	0,60±0,04
53	2402	Rabanito	Аргентина	1,84±0,22	1,03±0,08	0,67±0,01
54	2408	Notar	Нидерланды	1,25±0,08	0,85±0,07	0,47±0,03
Х_{ср} по коллекции				1,25±0,53	0,81±0,34	0,44±0,35
НСР ₀₅				0,28	0,18	0,19
Редька						
55	1675	Белая аджарская	Белоруссия	1,70±0,17	1,22±0,02	0,38±0,03
56	1778	Зимняя круглая черная	Германия	1,85±0,21	1,35±0,15	0,98±0,05
57	1805	Без названия	Узбекистан	2,25±0,25	0,71±0,11	0,46±0,06
58	1816	Белозеленая	Казахстан	2,25±0,13	1,15±0,16	1,25±0,11
59	1857	Чан шуй лобо	Китай	2,20±0,20	1,40±0,14	0,70±0,12
60	1865	Вэй сянь	Китай	2,88±0,25	1,20±0,08	0,00
61	1891	Анбенму	Ю. Корея	1,20±0,09	1,11±0,04	0,55±0,05
62	1892	Darwish ali	Египет	1,37±0,07	0,85±0,07	0,49±0,07
63	1895	Хун-дын-лун	Китай	0,38±0,04	0,85±0,05	0,43±0,11
64	1902	Белая зеленоголовая	Китай	1,65±0,20	1,50±0,18	0,00
65	1903	Красная	Китай	1,09±0,12	0,65±0,06	0,35±0,03
66	1906	Red ball of changchou	Китай	1,35±0,16	0,97±0,06	0,78±0,06

67	1913	Лоба	Ю. Корея	2,13±0,18	0,75±0,06	0,80±0,10
68	1914	Зимняя круглая белая	Россия	1,21±0,13	0,80±0,07	0,35±0,06
69	1935	Nezima pointed rooted	Япония	2,10±0,17	1,20±0,09	0,90±0,10
70	1942	Wase sakurajima	Япония	1,65±0,14	1,70±0,23	1,00±0,13
71	1958	Nakata haruwaka	Япония	2,70±0,06	2,25±0,11	1,45±0,03
72	1967	Местная	Афганистан	1,68±0,18	1,21±0,06	0,78±0,13
73	1978	Местная	Киргизия	2,38±0,15	0,89±0,03	0,71±0,19
74	1983	Нежная	Россия	2,08±0,02	1,26±0,23	0,92±0,06
75	2000	Местная	Узбекистан	2,50±0,41	1,29±0,08	0,66±0,08
76	2012	Runder swarzer	Германия	1,90±0,15	1,60±0,33	1,09±0,11
77	2014	Местная	Ирак	1,65±0,15	0,98±0,05	0,65±0,07
78	2021	Местная	Казахстан	0,89±0,09	0,98±0,08	0,61±0,04
79	2025	Сквиловская белая	Украина	0,56±0,09	1,45±0,19	0,87±0,12
80	2033	Turnip	Япония	0,90±0,04	0,86±0,10	0,90±0,14
81	2034	Миясигэ оонага	Япония	1,75±0,17	1,00±0,05	0,86±0,07
82	2074	Местная	Египет	3,05±0,21	1,56±0,09	1,13±0,09
83	2084	Round black spanish	США	1,85±0,18	1,95±0,15	1,10±0,06
84	2101	Chinese white winter	Чили	2,07±0,15	1,55±0,12	1,00±0,09
85	2111	Минотоки 2	Япония	2,46±0,10	1,75±0,12	1,16±0,06
86	2112	Саката тэнсюн	Япония	1,95±0,13	1,65±0,17	0,80±0,09
87	2115	Черная	Россия	1,25±0,09	1,13±0,11	0,50±0,11
88	2122	Bai cu	Вьетнам	1,85±0,24	0,95±0,05	1,10±0,04
89	2124	Без названия	Турция	1,67±0,15	1,66±0,17	0,96±0,15
90	2128	Haryusi 360	Япония	2,20±0,16	1,79±0,16	1,20±0,07
91	2133	Eifuku	Япония	1,25±0,14	0,75±0,03	0,00
92	2134	Eifuku 2	Япония	2,15±0,15	0,46±0,05	0,56±0,08
93	2148	Местная	Казахстан	1,80±0,13	1,40±0,10	1,05±0,06
94	2151	Altari mu	Ю. Корея	1,16±0,08	1,30±0,10	0,87±0,07
95	2155	Местная	Япония	1,75±0,07	1,30±0,33	1,09±0,12
96	2156	Лебидка	Украина	1,58±0,02	0,48±0,01	0,00
97	2157	Нацу салари	Япония	1,91±0,13	2,00±0,29	0,91±0,09
98	2158	Синсюу дзи	Япония	2,41±0,14	1,70±0,09	0,96±0,07
99	2159	Ясато рисо	Япония	2,40±0,23	1,75±0,13	1,19±0,06
100	2160	Акасудзи	Япония	2,65±0,17	1,80±0,11	1,45±0,12
101	2161	Хариоу	Япония	2,75±0,16	1,85±0,24	1,37±0,04
102	2163	Майская белая	Россия	1,75±0,20	0,75±0,09	0,45±0,14
103	2170	Nongwoo iljin	Ю. Корея	3,00±0,19	1,80±0,09	1,27±0,01
104	2173	Iangsu	Ю. Корея	2,60±0,14	1,90±0,24	1,30±0,02
105	2175	Sodam	Ю. Корея	1,50±0,20	1,05±0,08	1,10±0,07
106	2177	Back ok	Ю. Корея	2,30±0,24	1,65±0,13	0,95±0,05
107	2178	Shinmyeong	Ю. Корея	2,60±0,20	1,49±0,10	0,55±0,07
108	2183	Гасцинец	Белоруссия	2,75±0,24	2,15±0,11	1,16±0,10
109	2184	Cheng sugeng zung	Ю. Корея	2,25±0,21	1,11±0,07	1,05±0,06
Х_{ср} по коллекции				1,91±0,62	1,30±0,46	0,82±0,38
НСР ₀₅				0,33	0,23	0,20

Все данные представлены как Mean±SD

При концентрации хлорида алюминия 99 мМ отсутствовал дальнейший рост корней у 13,0% образцов редиса и у 7,3% редьки. Небольшой прирост корня (до 0,5 см) отмечен у 46,3% образцов редиса и 14,5% редьки. Отрастание корня на 0,5-1,0 см наблюдалось у 33,3% образцов редиса и 41,8% редьки. Нормальный рост корня после воздействия данной концентрации токсиканта отмечен у лишь 7,4% образцов редиса и 36,4% редьки.

Таким образом, при разной напряженности стрессора наиболее четко проявлялись различия между образцами редиса при концентрации Al 83 мМ, между образцами редьки – при концентрации 99 мМ. Для дальнейшей оценки полиморфизма использовали данные

концентрации, т.к. их негативное воздействие проявило максимальную дифференцирующую способность.

Образцы с минимальной длиной отрастания корня характеризовались интенсивной фиолетовой окраской участков корешков, выросших при добавлении подвижного алюминия, а образцы с максимальной длиной отрастания корня имели слабое, но детектируемое окрашивание (рис. 27).



Рис. 27. Внешний вид устойчивого (а) и неустойчивого (б) проростка редиса

Образцы редиса и редьки по длине отрастания корня в зависимости от концентрации алюминия разделились на несколько статистически достоверных групп (рис. 28). При концентрации 66 мМ образцы редиса и редьки характеризовались широким диапазоном прироста корня – 0,15-2,65 см и 0,38-3,05 см, такая изменчивость разделила образцы на 7 и 8 групп, соответственно.

При концентрации 83 мМ образцы редиса разделились на 4 группы с диапазоном изменчивости от 0,20 до 1,50 см. В первую группу вошло пять образцов с отрастанием корня менее 0,40 см – это образцы розово-красной разновидности из Канады и Венгрии. Вторая группа включает наибольшее количество образцов (24 образца) в основном из стран Малой и Средней Азии и Африки. Третья группа представлена образцами из Европы и Южной Америки различной сортотипической принадлежности. Четвертая группа объединяет девять образцов с отрастанием корня более 1,20 см – это образцы в основном из России, а также из Китая, Турции, Венгрии, Исландии и Танзании. Образцы редьки при данной концентрации разделились на пять групп с диапазоном 0,46-2,25 см. Образцы с отрастанием корня после воздействия данной концентрации менее 0,40 см не отмечены. В первую группу вошло 8 образцов с приростом корня от 0,41 до 0,80 см из Японии, России, Китая и Узбекистана. Вторая группа представлена образцами из Средней Азии, Вьетнама, Ю. Кореи, Египта и Японии. Третья и четвертая группы наибольшие – включают 31 образец с приростом корня более 1,20 см из Японии, Ю. Кореи, стран Европы и Средней Азии, а также из США, Чили и России. Пятая группа представлена 3 образцами из Японии и Белоруссии, у которых прирост корня был больше 2,0 см.

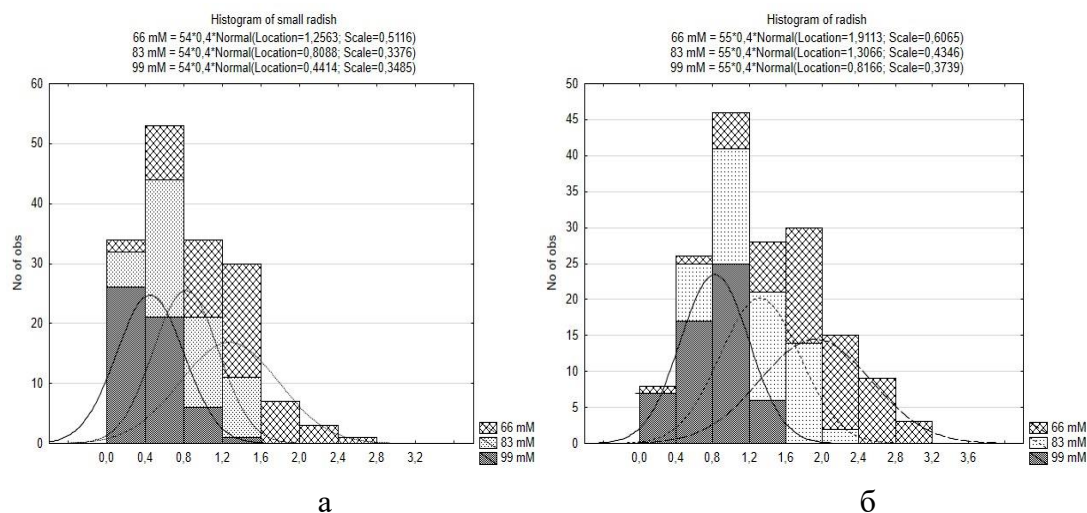


Рис. 28. Гистограмма распределения образцов редиса (а) и редьки (б) по длине отрастания корня при различных концентрациях хлорида алюминия

При концентрации 99 мМ образцы редиса и редьки разделились на 4 группы в диапазоне от 0,00 до 1,45 см. В первую группу вошло 26 образцов редиса, из которых у 7 отмечен нулевой прирост корня, данные образцы имеют различное географическое происхождение, но преобладающая часть из Канады, России, Китая и стран Средней Азии. У редьки в первую группу входило только 7 образцов, из них у четырех отсутствовал дальнейший рост корней, к данной группе относились образцы из Китая, Украины, Белоруссии и России. Вторую группу у редиса формировали в основном образцы из стран Европы и Ю. Америки, а также некоторые образцы из Азербайджана, Таджикистана и Ливии. У редьки в данную группу вошли образцы из России, стран Средней Азии, Китая и Ю. Кореи. В третью группу у редиса вошли 6 образцов из Чили, России и Сирии, у редьки – 25 образцов преимущественно из Японии, Ю. Кореи, а также из Чили, Турции, России, Германии и США. Четвертую группу у редиса формировал только один образец из России (к-1666), у редьки – 6 образцов из Японии, Ю. Кореи и Казахстана.

На рис. 29 представлена дендрограмма, построенная по результатам кластерного анализа прироста корня у образцов *R. sativus* после воздействия токсических концентраций $\text{AlCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$.

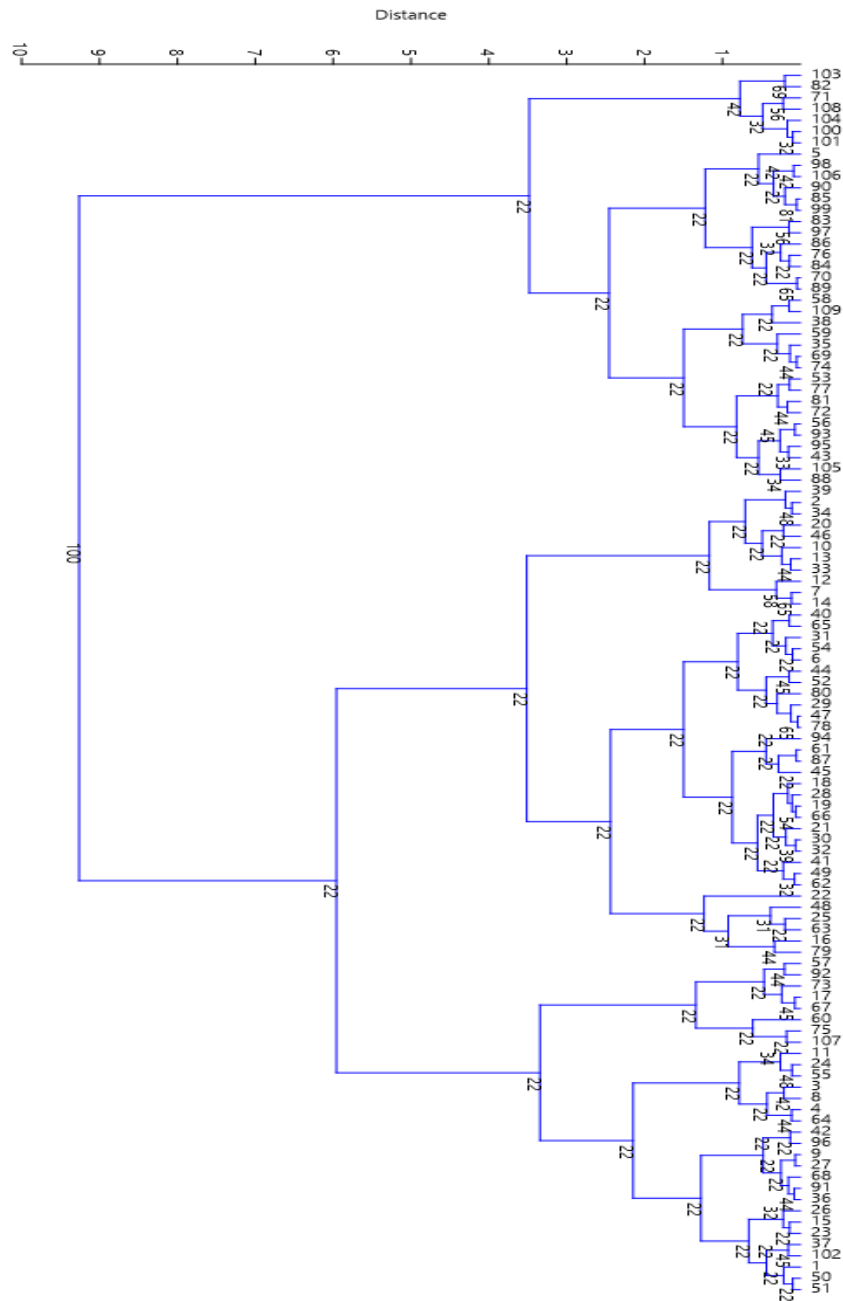


Рис. 29. Дендрограмма образцов *R. sativus* по приросту корня после воздействия разных концентраций $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Метод Уорда.

Цифры на дендрограмме указывают величину бутстрепа. Цифры справа от дендрограммы – порядковые номера образцов в соответствии с таблицей 42.

По итогам проведенного скрининга, используя метод Уорда, образцы редиса и редьки разделились на две группы, каждая из которых, в свою очередь, была разделена на кластеры по степени алюмоустойчивости, общее число которых составило пять. Первая группа представлена двумя кластерами, вторая – тремя.

Первый малый кластер включал образцы японской редьки из Японии и Ю. Кореи и Белоруссии и образец редьки китайской из Египта, у них отмечался большой прирост корня при концентрации $\text{AlCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ 66 мМ и относительно равный высокий при концентрациях 83 и 99 мМ.

Второй кластер объединял образцы редиса и редьки с приростом корня более 1,0 см после воздействия всех трех токсических концентраций Al. Кластер разделен на два подкластера. В первом подкластере находятся образец редиса из России (к-1666, Вировский белый), образцы дайкона из Японии и Ю. Кореи, два образца зимней европейской редьки из Германии и США (var. *niger*) и образец лобы из Чили (var. *lobo*).

Второй подкластер включает образцы редиса из Венгрии (var. *chloris*), Сирии (var. *rubescens*), Аргентины (var. *striatus*) и России (var. *roseus*), образцы китайской редьки из Казахстана, Китая и Ю. Кореи (var. *virens*), Японии, России, Ирака и Афганистана (var. *rubidus*) и образцы дайкона из Японии, Ю. Кореи и Вьетнама.

Третий малый кластер объединяет образцы редиса, у которых наблюдалось слабое отрастание корня или его полное отсутствие при всех используемых концентрациях. В кластер вошли образцы из Франции, Пакистана (var. *striatus*), Канады, Венгрии, Эфиопии, Ливана (var. *rubescens*, var. *radicula*), Китая и Индии (var. *roseus*).

Четвертый кластер представлен образцами редиса и редьки, у которых отрастание корня после воздействия токсических концентраций 83 и 99 мМ было средним (до 1,0 см). Кластер разделен на три подкластера. В первый подкластер вошли образцы редиса пестрой и розово-красной разновидности, по одному образцу белой европейской и розовой китайской разновидности, лобы из Казахстана (var. *lobo*) и Китая (var. *roseus*) и дайкон из Японии. Второй подкластер объединяет образцы редиса из Чили, Нидерландов, Венгрии (var. *rubescens*), образцы европейской редьки из России, Египта (var. *niger*) и лобы из Ю. Кореи (var. *lobo*), Китая (var. *roseus*). В третий подкластер входят образцы редиса розово-красной разновидности из Чили, Турции и Венгрии, образцы европейской зимней редьки из Украины (var. *hybernus*) и образец розовой лобы из Китая.

Пятый кластер включает образцы редиса и редьки, у которых отмечалось частичное или полное ингибирование роста корня при концентрации 99 мМ и среднее отрастание корня при остальных концентрациях. Кластер разделен на три подкластера. Первый подкластер объединяет образцы лобы среднеазиатского происхождения, дайконы из Японии и Ю. Кореи и образец редиса из Чили. Второй подкластер включает в основном образцы редиса из России, Китая и Танзании и два образца редьки из Белоруссии и Китая. Третий подкластер представлен в основном образцами редиса среднеазиатского происхождения и несколькими образцами редьки из России и Украины.

Сравнительное изучение образцов *R. sativus* по признаку алюмоустойчивости выявило высокую внутривидовую изменчивость. В целом, образцы редьки оказались более устойчивыми к алюмострессу нежели образцы редиса независимо от концентрации, что вероятно связано с процессами формообразования.

В результате группировки образцов по длине отрастания корня после воздействия различных токсических концентраций хлорида алюминия (рис. 28), выявлено, что образцы обеих культур формируют четыре группы с диапазоном отрастания корня от 0,0 до 1,6 см при концентрации 83 и 99 мМ. Отмечено, что образцы *R. sativus* слабо реагируют на малые концентрации $\text{AlCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$, митотическая активность клеток корней проростков после шокового воздействия алюминия восстанавливалась. При повышении концентрации начинают проявляться внутривидовые различия культур.

Исходя из полученных результатов, мы предлагаем шкалу устойчивости для культур *R. sativus* по признаку алюмотолерантности: отрастание корня до 0,40 см – неустойчивые, от 0,41 до 0,80 см – слабоустойчивые, от 0,81 до 1,20 см – среднеустойчивые, более 1,21 см – высокоустойчивые.

Концентрация $\text{AlCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ 99 мМ позволила выделить наиболее толерантные образцы редиса (по убыванию): Вировский белый (к-1666, Россия), Janosnapı (к-2222, Венгрия), Местный (к-2260, Россия), и редьки: Nakata haruwaka (к-1958, Япония), Акасудзи (к-2160, Япония), Хариоу (к-2161, Япония), Iangsu (к-2173, Ю. Корея).

По результатам кластерного анализа выявлено, что первый и второй кластер объединяют высокоустойчивые и среднеустойчивые образцы редьки и высокоустойчивые образцы редиса, в третьем кластере находятся неустойчивые и слабоустойчивые образцы редиса, в четвертом и пятом кластерах сосредоточены в основном среднеустойчивые образцы редиса и слабоустойчивые и неустойчивые образцы редьки.

Выявлено, что слабоустойчивыми и неустойчивыми к алюмострессу оказались образцы *R. sativus* среднеазиатского происхождения (Азербайджан, Узбекистан, Афганистан и др.), а также из стран Африки (Алжир, Эфиопия). Почвы этих стран характеризуются нейтральной или слабощелочной реакцией pH почвенного раствора, что, вероятно, и обуславливает низкую устойчивость образцов к пониженной кислотности и алюмострессу. Среднеустойчивые образцы были в основном европейского происхождения (Нидерланды, Германия, Италия и др.), а также из США и Чили. В этих странах ведется активная селекция данных культур по различным направлениям. Образцы редиса и редьки из таких стран как Россия, Венгрия, Турция, Китай, Япония, Ю.Корея и Казахстан обладали разной степенью устойчивости, образцы одного географического происхождения могли оказаться как алюмотолерантными, так и чувствительными к воздействию алюминия. Возможно, это связано с наличием как кислых, так и нейтральных/щелочных почв в этих странах, а также с направлениями селекционной работы с этими культурами. Наиболее алюмотолерантными были образцы дайкона из Японии сортотипа Камейдо и сортотипа Сироагири из Ю. Кореи, местные образцы зеленой лобы из Казахстана и образцы редиса китайского подвида российской селекции, которые были получены путем отбора и гибридизации из популяции азиатских редек.

Таким образом, вид *R. sativus* является полиморфным не только по фенотипическим и биохимическим признакам, но и по степени устойчивости к различным абиотическим стрессам.

Заключение к главе

В результате данного исследования выявлено, что избыточные концентрации подвижного алюминия и водорода (элементы кислых почв) в зоне корней приводят к негативному эффекту на рост и развитие зародышевых корешков образцов редиса и редьки. В токсичных концентрациях водного хлорида алюминия в питательной среде образцы изученного вида характеризовались высокой вариабельностью по признаку алюмотолерантности при разной напряженности стрессора. Благодаря проведенному скринингу удалось определить внутривидовую изменчивость растений редиса и редьки на ранних этапах вегетации и идентифицировать контрастные по устойчивости к алюминию генотипы. Мы рекомендуем концентрацию 83 мМ $\text{AlCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ для оценки алюмоустойчивости редиса, а концентрацию 99 мМ – для оценки редьки. Разработанный нами метод предлагается в качестве экспресс-диагностики алюмотолерантности для быстрого скрининга широкого спектра генотипов *R. sativus* и последующего изучения контрастных форм при более длительном выращивании растений в гидропонной культуре (включая элементный анализ корней и побегов, контрастных по устойчивости образцов), а также реакций растений в почвенных условиях.

3.6. Комплексная характеристика сортоформ и источники ценных признаков *R. sativus* для селекции

В результате проведенных исследований по изучению образцов *R. sativus* коллекции ВИР дополнены описания некоторых сортоформ новыми пределами изменчивости фенотических и биохимических признаков и создан сорт редиса Викуся (рис. 30, приложение 16) и выделены источники ценных признаков для селекции разных направлений. Ниже приведена их характеристика.

Подвид Европейский (subsp. *sativus*)

Европейский редис (convar. *radicula* (Pers.) Sazon.)

var. *rubescens* Sinsk. – Редис розово-красный

Сортоформ Красный овально-округлый

Вегетативный период 21-28 дней. Розетка раскидистая, полураскидистая, компактная, высота - 14,4-24,5 см, диаметр - 11,8-18,5 см, количество листьев 5-7. Листья прямостоячие, полупрямостоячие, лировидно-рассеченные или лировидно-лопастные. Длина листа - 8,5-13,1 см, ширина - 5,2-9,1 см, площадь листовой поверхности 248,7-595,8 см², окраска зеленая, опушение слабое, среднее, мягкое. Черешок светло-зеленый, с красным антоцианом или без него, опушение отсутствует, длина 5,5-15,0 см, толщина 0,2-0,3 см.

Корнеплоды красного, ярко-красного цвета, плоскоокруглой, округлой, эллиптической формы, длина 2,8-4,5 см, диаметр 2,4-3,2 см; индекс 1,0-1,6, головка плоская, диаметр 0,2-0,5 см. Мякоть белая, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 9,92-24,77 г, составляет 48,4-68,5% от общей массы растения. Урожайность – 2,0-5,0 кг/м², товарность 50-95%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 3,7-9,2%, аскорбиновой кислоты - 23,0-49,0 мг/100 г, сахаров - 0,2-3,8%.

Большинство сортов устойчивы к преждевременному стеблеванию в условиях длинного дня и повышенных/пониженных температур. Сортоформ перспективны для выращивания в открытом и защищенном грунте, светокультуре. Перспективные сортоформ: Cherry Belle (к-2133, Танзания), Saxa 455 Extra short Top Osen (к-2154, Дания), Ognista kula (к-2185, Польша), Rosso Quarantino (к-2127, Италия), Vetomag (к-2192, Венгрия), Коралл (к-2198, Чехия), Bov (к-2404, Нидерланды), Minitas (к-2405, Нидерланды), KD (к-2167, Нидерланды), Neoro (к-2166, Нидерланды), Revosa (к-2228, Нидерланды), Notar (к-2408, Нидерланды), Champion (к-2111, Чили), Гиочел (к-2325, Молдавия).

Сортоформ Розово-красный овальный

Вегетативный период 24-27 дней. Розетка раскидистая, полураскидистая, высота - 16,0-21,5 см, диаметр - 12,9-16,7 см, количество листьев 5-7. Листья полупрямостоячие, лировидно-рассеченные или лировидно-лопастные. Длина листа - 8,8-11,6 см, ширина - 5,4-8,0 см, площадь листовой поверхности 268,4-457,2 см², окраска зеленая, опушение среднее, мягкое. Черешок светло-зеленый, с красным антоцианом или без него, опушение отсутствует или слабое, длина 4,3-14,0 см, толщина 0,2-0,3 см.

Корнеплоды розово-красного цвета, округлой, овальной формы, длина 3,0-4,2 см, диаметр 2,2-2,9 см; индекс 1,2-1,9, головка плоская, диаметр 0,3-0,5 см. Мякоть белая, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 10,5-17,6 г, составляет 46,6-58,6% от общей массы растения. Урожайность – 2,1-3,5 кг/м², товарность 60-75%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 4,4-5,4%, аскорбиновой кислоты - 32,6-35,4 мг/100 г, сахаров 1,4-2,4%.

Большинство сортов устойчивы к преждевременному стеблеванию в условиях длинного дня и повышенных/пониженных температур, подходят для загущенной посадки в открытом и защищенном грунте. Перспективные сорта: Early comet (к-1936, Канада), Cavalier bright scarlet (к-1941, Канада).

Сортотип Темно-красный округлый

Вегетативный период 26-29 дней. Розетка раскидистая, высота - 17,0-18,3 см, диаметр - 14,0-15,5 см, количество листьев 6-7. Листья полупрямостоячие, лировидно-рассеченные или лировидно-лопастные. Длина листа - 9,6-10,8 см, ширина - 6,3-8,0 см, площадь листовой поверхности 320,0-400,8 см², окраска зеленая, темно-зеленая, опушение среднее, мягкое. Черешок светло-зеленый, с красным антоцианом или без него, опушение отсутствует, длина 10,6-12,6 см, толщина 0,2-0,3 см.

Корнеплоды темно-красного цвета, круглоовальной, эллиптической формы, длина 2,8-4,0 см, диаметр 2,3-2,9 см; индекс 1,2-1,7, головка плоская, диаметр 0,3-1,0 см. Мякоть белая, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 13,9-17,6 г, составляет 50,6-58,8% от общей массы растения. Урожайность – 2,8-3,5 кг/м², товарность 40-55%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 4,4-5,1%, аскорбиновой кислоты - 23,0-38,0 мг/100 г, сахаров - 1,8-2,4%.

Сорта не пригодны для выращивания в условиях интенсивной светокультуры. Перспективные сорта: Местный (к-2141, Иран).

Сортотип Красный длинный

Вегетативный период 30-34 дня. Розетка раскидистая, высота - 25,0-28,0 см, диаметр - 20,0-22,2 см, количество листьев 6-7. Листья полупрямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа - 12,3-14,0 см, ширина - 8,1-9,5 см, площадь листовой поверхности 516,4-658,4 см², окраска зеленая, опушение слабое, мягкое, жесткое. Черешок светло-зеленый, с красным антоцианом или без него, опушение отсутствует, длина 12,7-15,7 см, толщина 0,2-0,3 см.

Корнеплоды розового, темно-розового, розово-красного цвета с поперечной розово-белой бороздчатостью, веретеновидной формы, длина 7,8-9,4 см, диаметр 1,8-2,5 см; индекс 3,8-4,7, головка выпуклая, диаметр 0,3-1,0 см. Мякоть белая, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 19,0-31,3 г, составляет 41,9-50,4% от общей массы растения. Урожайность – 3,8-6,3 кг/м², товарность 10-55%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 4,0-4,8%, аскорбиновой кислоты - 25,0-27,0 мг/100 г, сахаров - 1,0-1,5%.

Сорта непригодны для выращивания в условиях нарастающего светового дня. Перспективные сорта: Largo rojo de mallorca (к-2341, Испания)

var. *striatus* Sinsk. – Редис пестрый

Сортотип Розово-красный с белым кончиком округлый

Вегетативный период 23-27 дней. Розетка раскидистая, полураскидистая, высота - 16,5-23,5 см, диаметр - 14,2-18,4 см, количество листьев 5-7. Листья прямостоячие, полупрямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа - 9,9-12,9 см, ширина - 6,2-8,5 см, площадь листовой поверхности 334,0-563,0 см², окраска зеленая, темно-зеленая, опушение слабое, среднее, мягкое. Черешок светло-зеленый, с красным антоцианом или без него, опушение отсутствует, длина 9,8-17,2 см, толщина 0,2-0,3 см.

Корнеплоды красные, розово-красные, розовые с белым кончиком, длина белого кончика 0,2-2,0 см. Форма корнеплода плоскоокруглая, округлая, эллиптическая, длина 2,7-4,0 см, диаметр 2,5-3,5 см; индекс 0,9-1,7, головка выпуклая, диаметр 0,2-1,0 см. Мякоть белая, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 12,0-24,6 г, составляет 45,1-56,4% от общей массы растения. Урожайность – 2,4-4,9 кг/м², товарность 50-80%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 4,7-6,0%, аскорбиновой кислоты - 19,0-46,0 мг/100 г, сахаров - 0,4-3,1%.

Характерен ранний переход к стеблеванию при выращивании в открытом грунте и светокультуре. Перспективные сорта: National rond rose about blanc (к-2156, Алжир), Rund halbrod halbweiss (к-2175, Дания), Gaudry (к-2168, Нидерланды), Crimson giant (к-2393, Канада), Местный (к-2130, Азербайджан).

Сортотип Розово-красный с белым кончиком цилиндрический

Вегетативный период 22-28 дня. Розетка раскидистая, полураскидистая, высота - 16,0-21,2 см, диаметр – 15,0-17,9 см, количество листьев 5-7. Листья прямостоячие, полупрямостоячие, лировидно-рассеченные или лировидно-лопастные. Длина листа – 10,0-12,2 см, ширина - 6,4-8,4 см, площадь листовой поверхности 344,3-510,8 см², окраска зеленая, опушение слабое, среднее, мягкое. Черешок светло-зеленый, опушение отсутствует, длина 10,9-15,2 см, толщина 0,2-0,3 см.

Корнеплоды малиново-красные, красные, розово-красные, розовые с белым кончиком, длина белого кончика 0,2-4,0 см. Форма корнеплода цилиндрическая, удлинненно-цилиндрическая, длина 4,4-7,3 см, диаметр 1,9-2,8 см; индекс 1,8-3,5, головка выпуклая, диаметр 0,3-0,7 см. Мякоть белая, стекловидная, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 9,8-23,5 г, составляет 49,0-62,5% от общей массы растения. Урожайность – 2,0-4,7 кг/м², товарность 55-75%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 4,4-8,6%, аскорбиновой кислоты - 19,0-38,0 мг/100 г, сахаров - 0,4-1,5%.

Большинство сортов устойчивы к преждевременному стеблеванию в условиях длинного дня и повышенных/пониженных температур, подходят для загущенной посадки в открытом и защищенном грунте. Сортам характерно быстрое дрябление мякоти корнеплода после достижения ими технической спелости. Перспективные сорта: Sermino (к-2234, Франция), Ohlsens Enke Halflong (к-1762, Дания), De Pontvil (к-2197, Франция), Safir (к-2371, Дания), Pernot OJO/52 (к-2175, Швеция), Delikat (к-2176, Швеция), Местный (к-2245, Аргентина), French Breakfast (к-1939, Пакистан).

var. *radicula* – Редис белый

Сортотип Белый длинный

Вегетативный период 28-31 день. Розетка раскидистая, высота - 20,0-24,9 см, диаметр - 17,5-20,2 см, количество листьев 5-7. Листья прямостоячие, полупрямостоячие, лировидно-рассеченные, лировидно-лопастные, цельные. Длина листа - 11,1-12,6 см, ширина - 7,0-8,5 см, площадь листовой поверхности 420,2-549,0 см², окраска зеленая, опушение слабое, среднее, мягкое. Черешок светло-зеленый, опушение отсутствует, длина 9,9-16,8 см, толщина 0,2-0,3 см.

Корнеплоды белого цвета, у головки светло-зеленые, сосульковидной, конической, веретеновидной формы, длина 6,0-8,4 см, диаметр 1,6-2,5 см; индекс 2,5-4,5, головка выпуклая, диаметр 0,3-0,5 см. Мякоть белая, стекловидная, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 16,5-26,9 г, составляет 42,6-57,2% от общей массы растения. Урожайность – 3,3-5,4 кг/м², товарность 50-70%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 4,6-9,6%, аскорбиновой кислоты - 22,0-40,0 мг/100 г, сахаров - 0,8-5,0%.

Характерен ранний переход к стеблеванию при выращивании в открытом и защищенном грунте. Корнеплоды часто поражаются гнилью. Перспективные сорта: Jegcsap (к-2383, Венгрия), Balady (к-2136, Венгрия), Без названия (к-2379, Ливан), Syla (к-2347, Дания), Istar № 1687 (к-2122, Турция), Местный (к-2424, Бурунди).

Европейская зимняя редька (convar. *hybernus* (Alef.) Sazon.)

var. *niger* (L.) Sinsk. – Редька зимняя черная

сортотип Зимняя черная круглая

Вегетативный период 79-87 дней. Розетка раскидистая, полураскидистая, высота 22,7-28,5 см, диаметр 27,8-35,4 см, число листьев 7–12. Листья полупрямостоячие, прямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа 14,0-16,1 см, ширина 10,2-11,2 см, площадь листовой поверхности 1188,9-1586,9 см², окраска зеленая, темно-зеленая, опушение слабое, среднее, мягкое. Черешок светло-зеленый, с редким фиолетовым антоцианом, опушение среднее, слабое, отсутствует, длина 10,0–20,0 см, толщина 0,3–0,5 см.

Корнеплоды черного цвета, со слабой шероховатостью, плоскоокруглой, округлой формы, длина 5,3-7,9 см, диаметр 6,0-7,9 см; индекс 0,8-1,1, головка плоская, диаметр 1,5–3,0 см. Толщина коры 0,3–0,4 см, мякоть белая, сочная, острого вкуса. Масса корнеплода 153,2-413,5 г, составляет 55-75% от общей массы растения. Урожайность – 1,5-3,9 кг/м², товарность 60-95%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 9,9-13,5%, аскорбиновой кислоты - 39,5-56,4 мг/100 г, сахаров - 0,1-0,6%. Перспективные сорта: Round Black Spanish (к-1870, Канада), Round Black Spanish (к-2084, США), Дзиуная (к-2182, Белоруссия), Зимняя круглая черная (к-1915, Россия).

var. *hybernus* – Редька зимняя белая

сортотип Зимняя белая круглая

Вегетативный период 82-86 дней. Розетка раскидистая, высота 21,8-30,9 см, диаметр 32,3-35,1 см, число листьев 7–9. Листья полупрямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа 12,0-15,2 см, ширина 10,0-11,4 см, площадь листовой поверхности 885,2-1394,3 см²,

окраска зеленая, темно-зеленая, опушение среднее, сильное, мягкое, жесткое. Черешок светло-зеленый, опушение среднее, слабое, длина 10,0–18,0 см, толщина 0,3–0,5 см.

Корнеплоды белого цвета с зеленой головкой, слабошероховатые, плоскоокруглой, округлой, округло-овальной формы, длина 7,5–8,4 см, диаметр 7,4–8,0 см; индекс 0,9–1,1, головка плоская, диаметр 1,5–3,0 см. Толщина коры 0,3–0,4 см, мякоть белая, сочная, острого вкуса. Масса корнеплода 268,3–355,8 г, составляет 60–75% от общей массы растения. Урожайность – 2,6–3,4 кг/м², товарность 70–95%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 9,81–12,9%, аскорбиновой кислоты - 45–50 мг/100 г, сахаров - 0,1–0,3%. Перспективные сорта: Зимняя круглая белая (к-1914, Россия).

Подвид китайский (subsp. *sinensis* Sazon. et Stankev.)

Китайский редис (convar. *sinensis*)

var. *roseus* Sazon. – Редис розовый

Сортотип Красный длинноточиландрический целнотистный

Вегетативный период 35–39 дней. Розетка раскидистая, высота - 21,2–25,5 см, диаметр - 17,9–19,8 см, количество листьев 6–9. Листья прямостоячие, полупрямостоячие, лировидно-лопастные, цельные. Длина листа - 11,5–14,3 см, ширина - 7,7–8,9 см, площадь листовой поверхности 456,8–710,6 см², окраска темно-зеленая, опушение отсутствует. Черешок с красным антоцианом, без опушения, длина 12,0–15,4 см, толщина 0,3–0,5 см.

Корнеплоды темно-розового, розово-красного, красного цвета, конической, веретеновидной формы с поперечной розово-белой бороздчатостью, длина 5,4–9,0 см, диаметр 1,7–2,4 см; индекс 2,3–5,4, головка выпуклая, диаметр 0,3–0,7 см. Мякоть стекловидная, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 18,0–26,8 г, составляет 44,7–55,9% от общей массы растения. Урожайность – 3,7–5,4 кг/м², товарность 35–80%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 6,5–9,1%, аскорбиновой кислоты - 24,5–40,8 мг/100 г, сахаров - 1,5–4,1%.

Сорта устойчивы к преждевременному стеблеванию в условиях длинного дня и повышенных/пониженных температур, корнеплоды долго сохраняют товарные качества. Перспективные сорта: Красный великан (к-1667, Россия), Местный (к-2187, Азербайджан).

var. *sinensis* – Редис белый

Сортотип Белый круглый целнотистный

Вегетативный период 37–40 дней. Розетка полураскидистая, высота - 20,7–22,4 см, диаметр - 16,1–17,5 см, количество листьев 6–7. Листья прямостоячие, полупрямостоячие, цельные, лировидно-лопастные. Длина листа – 12,0–13,3 см, ширина - 7,4–8,0 см, площадь листовой поверхности 481,8–594,0 см², окраска темно-зеленая, без опушения. Черешок светло-зеленый, с фиолетовым антоцианом, без опушения, длина 9,8–15,6 см, толщина 0,2–0,4 см.

Корнеплоды белого цвета, иногда головка светло-зеленая или светло-фиолетовая, плоскоокруглой, округлой, эллиптической формы, длина 3,3–4,0 см, диаметр 2,5–3,3 см; индекс 1,1–1,5, головка плоская, диаметр 0,3–0,5 см. Мякоть белая, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 19,5–29,0 г, составляет 53,8–58,3% от общей массы растения. Урожайность – 3,9–5,8

кг/м², товарность 50-60%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 6,7-7,0%, аскорбиновой кислоты - 27,2-43,5 мг/100 г, сахаров - 1,0-4,7%.

Сорта устойчивы к преждевременному стеблеванию в условиях длинного дня и повышенных/пониженных температур, корнеплоды долго сохраняют товарные качества. Перспективные сорта: Вировский белый (к-1666, Россия).

Китайская редька (лоба) (convar. *lobo* Sazon. et Stankev.)

var. *lobo* – Редька китайская (лоба) белая

сортотип Белая длинно-цилиндрическая

Вегетативный период 37-57 дней. Розетка раскидистая, высота 19,0-29,4 см, диаметр 21,2-32,0 см, число листьев 7–11. Листья полупрямостоячие, прямостоячие, лировидно-рассеченные, лировидно-лопастные. Длина листа 12,4-16,3 см, ширина 8,5-11,1 см, площадь листовой поверхности 982,0-1654,8 см², окраска зеленая, опушение слабое, среднее, мягкое, жесткое. Черешок светло-зеленый, с красным антоцианом, без опушения, длина 11,0–25,0 см, толщина 0,2–0,8 см.

Корнеплоды белого цвета с зеленой или красной головкой, округлой, овальной, цилиндрической, удлинненно конической формы, длина 8,0-19,4 см, диаметр 3,5-6,8 см; индекс 1,2-5,5, головка плоская, диаметр 2,0–3,0 см. Толщина коры 0,3–0,4 см, мякоть белая, сочная, острого вкуса. Масса корнеплода 124,4-394,0 г, составляет 30,0-78,0% от общей массы растения. Урожайность – 1,2-3,8 кг/м², товарность 30-90%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 5,5-9,6%, аскорбиновой кислоты - 39,5-62,0 мг/100 г, сахаров - 0,1-1,4%.

Сорта непригодны для выращивания в условиях нарастающего светового дня в ранневесенние сроки. Перспективные сорта: Лоба (к-1913, Ю. Корея), Bai su (к-2122, Вьетнам), Анбенму (к-1891, Ю. Корея), Chinese white winter (к-2101, Чили), Altari-mu (к-2151, Ю. Корея), Iangsu (к-2173, Ю. Корея), Euisungbanchung (к-2153, Ю.Корея),

var. *virens* Sazon. – Лоба зеленая

сортотип Зеленая цилиндрическая

Вегетативный период 41-51 день.

Розетка раскидистая, полураскидистая, высота 21,2-25,4 см, диаметр 26,3-32,3 см, число листьев 7–10. Листья полупрямостоячие, лировидно-рассеченные, лировидно-лопастные, цельные. Длина листа 11,5-15,2 см, ширина 9,6-11,0 см, площадь листовой поверхности 808,8-1409,7 см², окраска зеленая, опушение слабое, мягкое. Черешок светло-зеленый, без опушения, длина 7,0–18,0 см, толщина 0,4–0,5 см.

Корнеплоды зеленого цвета, с белым кончиком, конической, удлинненно конической формы, длина 8,0-16,2 см, диаметр 5,0-6,4 см; индекс 1,3-3,3, головка плоская, диаметр 1,0–3,0 см. Толщина коры 0,3–0,5 см, мякоть бело-зелёная, зеленая, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 161,1-246,0 г, составляет 40-75% от общей массы растения. Урожайность – 1,5-2,3 кг/м², товарность 30-90%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 6,0-9,0%, аскорбиновой кислоты - 45,0-62,0 мг/100 г, сахаров - 0,3-1,1%.

Некоторые сорта устойчивы к преждевременному стеблеванию в условиях длинного дня. Перспективные сорта: Лоба китайская (к-1825, Китай), Вэй-сян (к-1865, Китай), Местная (к-2148, Казахстан).

var. rubidus Sazon. – Лоба розово-красная

сортотип Красная цилиндрическая лировиднолистная

Вегетативный период 48-55 дней. Розетка раскидистая, полураскидистая, высота 21,3-23,9 см, диаметр 27,0-29,9 см, число листьев 6–9. Листья полупрямостоячие, прямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа 12,8-14,1 см, ширина 9,2-10,1 см, площадь листовой поверхности 1003,4-1239,1 см², окраска зеленая, темно-зеленая, опушение слабое, среднее, мягкое. Черешок светло-зеленый, с фиолетовым или красным антоцианом, опушение слабое, отсутствует, длина 10,0-19,0 см, толщина 0,3–0,5 см.

Корнеплоды темно-розового, розового цвета, конической, цилиндрической формы, длина 12,4-14,2 см, диаметр 5,4-6,4 см; индекс 2,0-2,6, головка плоская, диаметр 1,0–2,5 см. Толщина коры 0,3–0,5 см, мякоть белая, сочная, острого вкуса. Масса корнеплода 199,6-318,7 г, составляет 70-80% от общей массы растения. Урожайность – 1,9-3,0 кг/м², товарность 50-60%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 6,0-9,2%, аскорбиновой кислоты - 45-73 мг/100 г, сахаров - 0,3-1,8%.

Сорта непригодны для выращивания в условиях нарастающего светового дня в ранневесенние сроки. Перспективные сорта: Red ball of changchou (к-1906, Китай).

сортотип Красная округлая лировиднолистная

Вегетативный период 41-50 дней. Розетка раскидистая, полураскидистая, высота 18,1-27,4 см, диаметр 26,0-33,8 см, число листьев 7–9. Листья полупрямостоячие, прямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа 9,3-15,2 см, ширина 8,5-10,5 см, площадь листовой поверхности 526,8-1405,5 см², окраска зеленая, опушение слабое, среднее, мягкое. Черешок светло-зеленый, опушение отсутствует, длина см, толщина 0,3–0,5 см.

Корнеплоды розового, темно-розового цвета, плоскоокруглой, округлой, конической формы, длина 6,1-9,4 см, диаметр 5,3-6,5 см; индекс 0,9-1,7, головка плоская, диаметр 2,0–3,0 см. Толщина коры 0,3–0,4 см, мякоть белая, сочная, острого вкуса. Масса корнеплода 116,6-204,5 г, составляет 55-65% от общей массы растения. Урожайность – 1,1-1,9 кг/м², товарность 30-75%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 5,5-9,2%, аскорбиновой кислоты - 50-68 мг/100 г, сахаров - 0,5-1,0%.

Сорта непригодны для выращивания в условиях нарастающего светового дня в ранневесенние сроки. Перспективные сорта: Нежная (к-1983, Россия), №129 (к-2100, Монголия).

Подвид японский (subsp. *acanthiformis* (Blanch.) Stankev.)

convar. *acanthiformis* (Blanch) Stankev. – Дайкон осеннее-зимний

сортотип Мягсиге

Вегетативный период 40-57 дней. Розетка раскидистая, полураскидистая, высота 19,3-30,8 см, диаметр 22,0-31,4 см, число листьев 7-12. Листья полупрямостоячие, прямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа 11,8-19,3 см, ширина 7,8-11,2 см, площадь листовой поверхности 872,3-2341,4 см², окраска зеленая, опушение среднее, жесткое. Черешок светло-зеленый, опушение редкое, длина 10,0-14,0 см, толщина 0,3-0,4 см.

Корнеплоды белого цвета, с зеленой головкой, удлинненно конической, сосульковидной формы, длина 10,7-24,5 см, диаметр 3,80-6,6 см; индекс 1,8-5,3, головка плоская, диаметр 1,0-2,0 см. Толщина коры 0,3-0,4 см, мякоть белая, сочная, острого вкуса. Масса корнеплода 167,9-404,5 г, составляет 55-85% от общей массы растения. Урожайность – 1,7-3,9 кг/м², товарность 40-85%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 6,0-8,0%, аскорбиновой кислоты - 45,1-62,0 мг/100 г, сахаров - 0,2-1,2%.

Некоторые сорта устойчивы к преждевременному стеблеванию в условиях длинного дня при ранневесеннем посеве. Перспективные сорта: Петербургский (вр.к-3337, Россия), Eifuku (к-2133, Япония), Миясигэ Оонага (к-2034, Япония), Kuoba Кацуо (к-2113, Япония), Haruyosi 360 (к-2128, Япония).

сортотип Сироагири

Вегетативный период 38-45 дней. Розетка раскидистая, высота 21,9-29,2 см, диаметр 29,4-31,5 см, число листьев 7-9. Листья полупрямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа 13,7-14,7 см, ширина 8,2-9,6 см, площадь листовой поверхности 1194,2-1333,8 см², окраска зеленая, темно-зеленая, опушение среднее, отсутствует, мягкое. Черешок светло-зеленый, опушение слабое или отсутствует, длина 9,0-16,0 см, толщина 0,3-0,4 см.

Корнеплоды белого цвета, с зеленой головкой, цилиндрической формы с расширением книзу, длина 8,3-18,1 см, диаметр 5,8-6,3 см; индекс 1,4-3,1, головка плоская, диаметр 1,0-2,0 см. Толщина коры 0,2-0,3 см, мякоть белая, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 170,5-421,9 г, составляет 60-85% от общей массы растения. Урожайность – 1,6-3,9 кг/м², товарность 75-80%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 6,3-10,5%, аскорбиновой кислоты - 45,0-56,0 мг/100 г, сахаров - 0,3-0,5%.

Некоторые сорта устойчивы к преждевременному стеблеванию в условиях длинного дня при ранневесеннем посеве. Перспективные сорта: Shinmyeong (к-2178, Ю. Корея), Back-ok (к-2177, Ю. Корея).

var. minowase Kitam. – дайкон белый

сортотип Камейдо

Вегетативный период 39-48 дней. Розетка раскидистая, высота 18,4-31,5 см, диаметр 24,3-33,2 см, число листьев 7-11. Листья полупрямостоячие, прямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа 12,3-18,6 см, ширина 7,9-10,5 см, площадь листовой поверхности 948,9-2221,0 см², окраска зеленая, опушение среднее, жесткое. Черешок светло-зеленый, опушение редкое, длина 10,0-20,0 см, толщина 0,5-0,9 см.

Корнеплоды белого цвета, с зеленой головкой, удлинненно конической, конической формы, длина 13,6-22,9 см, диаметр 3,9-6,2 см; индекс 2,2-5,5, головка плоская, диаметр 3,0-4,0

см. Толщина коры 0,3–0,5 см, мякоть белая, сочная, острого вкуса. Масса корнеплода 176,9–376,5 г, составляет 55,0–76% от общей массы растения. Урожайность – 1,7–3,6 кг/м², товарность 60–75%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 5,6–7,7%, аскорбиновой кислоты - 45,0–62,0 мг/100 г, сахаров - 0,5–1,9%.

Некоторые сорта устойчивы к преждевременному стеблеванию в условиях длинного дня при ранневесеннем посеве. Перспективные сорта: Nakata haruwaka (к-1958, Япония), Eifuku 2 (к-2134, Япония), Саката Тэнсюн (к-2112, Япония).

сортотип Миновасе

Вегетативный период 40–56 дней. Розетка раскидистая, полураскидистая, высота 20,6–29,7 см, диаметр 24,3–33,2 см, число листьев 8–11. Листья полупрямостоячие, лировидно-рассеченные, лировидно-лопастные. Длина листа 10,0–17,8 см, ширина 8,3–11,5 см, площадь листовой поверхности 617,1–2040,2 см², окраска зеленая, опушение сильное, жесткое. Черешок светло-зеленый, опушение слабое, длина 9,0–16,0 см, толщина 0,3–0,5 см.

Корнеплоды белого цвета, с зеленой головкой, конической, удлинненно цилиндрической формы, длина 13,3–26,6 см, диаметр 3,9–6,2 см; индекс 2,1–5,5, головка плоская, диаметр 1,0–2,5 см. Толщина коры 0,3–0,4 см, мякоть белая, сочная, острого вкуса. Масса корнеплода 156,9–448,3 г, составляет 60–85% от общей массы растения. Урожайность – 1,5–4,4 кг/м², товарность 60–85%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 5,8–8,6%, аскорбиновой кислоты - 45,0–56,4 мг/100 г, сахаров - 0,4–1,2%.

Некоторые сорта устойчивы к преждевременному стеблеванию в условиях длинного дня при ранневесеннем посеве. Перспективные сорта: Ясато рисо (к-2159, Япония), Нацу Салари (к-2157, Япония).

сортотип Ниненго

Вегетативный период 46–49 дней. Розетка раскидистая, высота 19,0–34,3 см, диаметр 22,3–35,8 см, число листьев 8–15. Листья прижатые, полупрямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа 11,5–18,5 см, ширина 8,1–10,9 см, площадь листовой поверхности 889,8–2222,3 см², окраска зеленая, опушение среднее, жесткое. Черешок светло-зеленый, опушение редкое, длина 6,0–17,0 см, толщина 0,3–0,4 см.

Корнеплоды белого цвета, веретеновидной формы, длина 21,0–26,4 см, диаметр 3,0–5,2 см; индекс 4,1–8,0, головка плоская, диаметр 1,0–3,0 см. Толщина коры 0,3–0,4 см, мякоть белая, сочная, острого вкуса. Масса корнеплода 80,5–400,7 г, составляет 16–75% от общей массы растения. Урожайность – 0,8–3,8 кг/м², товарность 35–85%. Содержание сухого вещества в корнеплодах 6,2–8,1%, аскорбиновой кислоты - 39,5–62,0 мг/100 г, сахаров - 0,3–1,4%.

Сорта непригодны для выращивания в условиях нарастающего светового дня в ранневесенние сроки. Перспективные сорта: Акасудзи (к-2160, Япония).

Сорт Викуся (var. *rubescens* сортотип Красный овально-округлый)

Вегетативный период 19–22 дня. Розетка прямостоячая, компактная, высота 10,0–15,0 см, диаметр 10,0–14,0 см, число листьев 5–6. Листья полупрямостоячие, лировидно-рассеченные. Длина листа 5,3–7,7 см, ширина 3,4–5,6 см, окраска зеленая, опушение слабое, мягкое. Черешок

светло-зеленый со слабым красным антоцианом, без опушения, длина 3,6-5,0 см, толщина 0,2-0,3 см.

Корнеплоды красного цвета, округлой формы, длина 3,0-4,5 см, диаметр 3,0-3,4 см; индекс 1,0-1,1, головка плоская, диаметр 0,2-0,3 см. Мякоть белая, сочная, слабоострого вкуса. Масса корнеплода 27,0-30,0 г, составляет 81,6-82,0% от общей массы растения. Урожайность – 2,7-3,0 кг/м², товарность 95-98%. Содержание сухого вещества – 8,7%, аскорбиновой кислоты – 25,5 мг/100 г. Пригоден для выращивания в защищенном и открытом грунте и в условиях интенсивной светокультуры. Устойчив к раннему стеблеванию в условиях длинного дня и высоких температур.



Рис. 30. Сорт редиса Викуся

Выделен перспективный исходный материал для селекции, стабильно сохраняющий высокие показатели, в том числе:

На скороспелость:

- *редис*: Испанский (к-1545, Россия), Dreienbrunnen (к-1742, Германия), Местный (к-2120, Турция), KD (к-2167, Нидерланды), Champion (к-2111, Чили), Rosso Quarantino (к-2127, Италия), Inca (к-2202, Нидерланды), Saxa (к-2343, Исландия), Bov (к-2404, Нидерланды).

- *редька*: Nakata haruwaka (к-1958, Япония), Лоба (к-1913, Ю. Корея), Местная (к-1978, Киргизия), Bai su (к-2122, Вьетнам), Prince altali (к-2138, Ю. Корея), Round Black Spanish (к-1870, Канада), Round Black Spanish (к-2084, США).

На устойчивость к раннему стеблеванию:

- *редис*: Cherry Belle (к-2133, Танзания), Saxa 455 Extra short Top Osenia (к-2154, Дания), Вировский белый (к-1666, Россия), Красный великан (к-1667, Россия), Дарози сурх местный (к-1946, Таджикистан), National rond rose about blanc (к-2156, Алжир), Bov (к-2404, Нидерланды), Minitas (к-2405, Нидерланды).

- *редька*: Петербургский (вр.к-3337, Россия), Eifuku (к-2133, Япония), Eifuku 2 (к-2134, Япония), Ясато рисо (к-2159, Япония), Back-ok (к-2177, Ю. Корея), Shinmyeong (к-2178, Ю. Корея).

На продуктивность:

- *редис*: Gaudry (к-2168, Нидерланды), Rund halbrod halbweiss (к-2375, Дания), Crimson giant (к-2393, Канада), Местный (к-2379, Ливан), Jegcsap (к-2383, Венгрия), Вировский белый (к-1666, Россия), Neoro (к-2166, Нидерланды), Саратовский (к-2210, Россия), Местный (к-2220, Сирия), Amora (к-2246, Нидерланды), Ronde helderrode broei (к-2250, Нидерланды), Гиочел (к-2325, Молдавия), Rabanito (к-2402, Аргентина), Ohlsens Enke Halflong (к-1762, Дания), Delikat (к-2176, Швеция), White Icicle (к-2087, Чили), Istar № 1687 (к-2122, Турция), Balady (к-2136, Венгрия), Местный (к-2217, Афганистан).

- *редька*: Зимняя круглая белая (к-1914, Россия), Дзиуная (к-2182, Белоруссия), Анбенму (к-1891, Ю. Корея), Лоба (к-1913, Ю. Корея), Местная (к-2021, Казахстан), Chinese white winter (к-2101, Чили), Рындрадохин боммуу (к-2107, Ю. Корея), Bai cu (к-2122, Вьетнам), Altari-mu (к-2151, Ю. Корея), Iangsu (к-2173, Ю. Корея), Лоба китайская (к-1825, Китай), Вэй-сян (к-1865, Китай), Миясигэ Оонага (к-2034, Япония), Коно Хаяабутори (к-2110, Япония), СакатаТэнсюн (к-2112, Япония), Куоба Кауриуо (к-2113, Япония), Haruyosi 360 (к-2128, Япония), Нацу Салари (к-2157, Япония), Nongwoo-iljin (к-2170, Ю. Корея), Shinmyeong (к-2178, Ю.Корея).

На компактную листовую розетку:

- *редис*: KD (к-2167, Нидерланды), Inca (к-2202, Нидерланды), Revosa (к-2228, Нидерланды), Bov (к-2404, Нидерланды), Minitas (к-2405, Нидерланды), Notar (к-2408, Нидерланды), Саха 455 (к-2154, Дания), Саха (к-2299, Швеция), Саха (к-2343, Исландия), Cherry belle (к-2133, Танзания), Early comet (к-1936, Канада), Cavalier bright scarlet (к-1941, Канада), De Pontvil (к-2197, Франция), Safir (к-2371, Дания).

- *редька*: Bai cu (к-2122, Вьетнам), Euisungbanchung (к-2153, Ю.Корея), Iangsu (к-2173, Ю. Корея), Хорийоу (к-2161, Япония), Местная (к-2155, Япония), Миясигэ Оонага (к-2034, Япония), Mijshige long pointed rooted (к-2093, Япония), All season cross (к-2137, Япония), Unsen-4-gatsu (к-1946, Япония), Акасудзи (к-2160, Япония), Петербургский (вр.к-3337, Россия), Саша (к-2142, Россия).

На улучшение биохимического состава:

- *повышенное содержание сухого вещества*:

Редис: Красный великан (к-1667, Россия), Дарози сурх местный (к-1946, Таджикистан), Вировский белый (к-1666, Россия), French Breakfast (к-1939, Пакистан), Delikat (к-2176, Швеция), Московский паровой (к-1546, Россия), Местный (к-2424, Бурунди).

Редька: Зимняя круглая белая (к-1914, Россия), Round black spanish (к-2084, Канада), Зимняя круглая черная (к-1915, Россия), Altari-mu (к-2151, Ю. Корея), Маргиланская (к-1815, Узбекистан), Лоба (к-1825, Китай), Хун-дын-лун (к-1895, Китай), Wase-Sakurajima (к-1942, Япония), Saedon (к-2175, Ю. Корея).

- *повышенное содержание аскорбиновой кислоты*

Редис: Revosa (к-2228, Нидерланды), Neoro (к-2166, Нидерланды), Lubimi (к-2219, Болгария), Гиочел (к-2325, Молдавия).

Редька: Unzen shigatsu (к-2063, Япония), Mijshige long pointed rooted (к-2093, Япония), Вэй-сян (к-1865, Китай), Местная (к-1978, Киргизия), Нежная (к-1983, Россия), №129 (к-2100, Монголия), Red ball of changchou (к-1906, Китай).

- повышенное содержание БАВ

Редис: Гиочел (к-2325, Молдавия), Московский паровой (к-1546, Россия), Lubimi (к-2219, Болгария), Дарози сурх местный (к-1946, Таджикистан).

Редька: Миясиге оонага (к-2034, Япония), Ара suji (к-2094, Япония), Местная (к-2148, Казахстан), Red ball of changchou (к-1906, Китай).

По комплексу хозяйственно-ценных признаков:

Редис: KD (к-2167, Нидерланды), Champion (к-2111, Чили), Neoro (к-2166, Нидерланды), Bov (к-2404, Нидерланды), Гиочел (к-2325, Молдавия), Delikat (к-2176, Швеция), Вировский белый (к-1666, Россия), Красный великан (к-1667, Россия), Дарози сурх местный (к-1946, Таджикистан).

Редька: Зимняя круглая белая (к-1914, Россия), Лоба (к-1913, Ю. Корея), Bai su (к-2122, Вьетнам), Местная (к -2021, Казахстан), Ясато рисо (к-2159, Япония), Shinmyeong (к-2178, Ю. Корея), Миясигэ Оонага (к-2034, Япония).

Заключение к главе

В результате изучения коллекции редиса и редьки ВИР выявлено, что перспективный исходный материал для селекции, стабильно сохраняющий высокие показатели относится главным образом у редиса к сортотипам Красный овально-округлый и Розово-красный с белым кончиком округлый европейского происхождения, у редьки – к лобам сорто типа Белая длинно-цилиндрическая преимущественно из Ю. Кореи и дайконам сорто типа Камейдо, Миясиге и Сироагири из Японии.

Выделенные образцы можно использовать в качестве источников ценных признаков, как при межсортовых, так и при внутривидовых скрещиваниях, т.к. редис и редька легко скрещиваются между собой.

Заключение

В ходе многолетних полевых и лабораторных исследований изучено большое разнообразие культур *R. sativus* в разных экологических условиях, создаваемых различными способами выращивания. Определены статистические параметры количественных признаков культур вида, разновидностей и сортотипов, их вариабельность под влиянием факторов внешней среды, их вклад и характер влияния на параметры продуктивности культур, а также экологическая устойчивость изучаемых образцов. Определены относительно стабильные и высоко варьирующие признаки *R. sativus*. Наибольшей амплитудой варьирования у редиса и редьки обладают признаки длины и массы корнеплода, с разной степенью варьирования в зависимости от ботанической и агробиологической принадлежности.

Образцы *R. sativus* обладают разной фоточувствительностью, которая обуславливается как генотипом, так и взаимодействием генотипа с агроклиматическими показателями (различное сочетание температуры и длины светового дня). Нейтральные к фотопериоду формы находятся преимущественно среди образцов редиса сортотипов Розово-красный с белым кончиком цилиндрический, Красный овально-округлый и Розово-красный овальный европейского подвида и образцов китайского подвида; и среди образцов редьки европейского подвида зимней разновидности и азиатских подвигов – лобы зеленой разновидности и дайконы типа Камейдо и Сироагири.

Благодаря изучению особенностей формирования урожая, экологической пластичности и стабильности, а также адаптивных способностей культур *R. sativus* в условиях Ленинградской области выделены сортотипы редиса и редьки с высокой устойчивостью к стрессовым условиям произрастания и наибольшими эффектами ОАС и САС.

Получены новые данные о химическом составе корнеплодов и листьев редиса и редьки, с помощью метаболомного профилирования идентифицирован широкий спектр вторичных метаболитов. Определены закономерности накопления и изменчивости компонентов химического состава в зависимости от ботанической и агробиологической принадлежности, а также от условий выращивания.

Изучение корреляционной структуры фенологических, морфологических и биохимических признаков образцов *R. sativus* с помощью метода главных компонент позволило выявить направленность изменчивости основных количественных признаков и их взаимосвязь.

Модифицирован экспресс-метод оценки алюмоустойчивости, идентифицированы контрастные по устойчивости к алюминию образцы *R. sativus*. Предложена шкала устойчивости для культур *R. sativus* по признаку алюмотолерантности.

Проведенные исследования позволили выделить источники ценных признаков для селекции культур *R. sativus* и создать ультраскороспелый сорт редиса Викуся.

Рекомендации для производства и селекционной практики.

1. Выделены образцы *R. sativus*, нейтральные к фотопериоду:
 - образцы редиса сортотипов Розово-красный с белым кончиком цилиндрический, Красный овально-округлый и Розово-красный овальный и образцы китайского подвида;

- образцы редьки европейского подвида зимние и летние разновидности и азиатского подвида – лобы зеленой разновидности и дайконы типа Камейдо и Сироагири.

2. Выявлены сортоотипы редиса и редьки с низкой изменчивостью основных фенотипических признаков в разных условиях выращивания. Рекомендуется использование:

- для выращивания в защищенном и открытом грунте – образцы редиса сортоотипов Красный овально-округлый и Розово-красный с белым кончиком округлый;

- для светокультуры – образцы редиса сортоотипов Светло-розовый овальный и Розово-красный с белым кончиком цилиндрический;

- для выращивания в открытом грунте - образцы зимних редек европейского происхождения, лобы зеленой разновидности и дайконы сортоотипов Камейдо, Миновасе и Сироагири.

3. Высокая устойчивость к стрессовым условиям произрастания характерна образцам редиса сортоотипов Розово-красный с белым кончиком цилиндрический и Красный овально-округлый и образцам китайской редьки - лобы. Наибольшими эффектами ОАС и САС обладают в основном образцы редиса сортоотипов Розово-красный с белым кончиком округлый и образцы китайского подвида.

4. Выделены следующие группы образцов редиса и редьки по признакам пластичности и стабильности:

- интенсивного типа – преимущественно образцы редиса сортоотипа Красный овально-округлый и образцы китайского подвида, и селекционные образцы дайкона из Японии;

- средней пластичностью и средней стабильностью – преимущественно образцы редиса сортоотипа Розово-красный с белым кончиком округлый и дайкона сортоотипов Миновасе и Миясиге;

- низкой пластичностью и высокой стабильностью – образцы редиса белой и желтой разновидности и некоторые образцы лобы зеленой и розово-красной разновидности и дайконы из Японии;

- низкой пластичностью и стабильностью – селекционные образцы редиса розово-красной, пестрой и белой разновидности, предназначенные для выращивания в определенных культивационных сооружениях, и образцы дайкона типа Ниненго и Сироагири.

5. Высоким содержанием сухого вещества в корнеплодах характеризуются редис и редька китайского подвида, и позднеспелые образцы европейского подвида. Высокое содержание свободных аминокислот характерно образцам редиса пестрой и белой разновидности:

- валин, лейцин, изолейцин больше накапливают образцы китайского подвида с белой окраской корнеплода и сортоотипа Розово-красный с белым кончиком округлый;

- треонин, метионин и фенилаланин больше накапливают образцы сортоотипов Розово-красный с белым кончиком округлый и Белый длинный;

- лизин и триптофан больше накапливают образцы китайского подвида.

- у редьки высоким содержанием свободных аминокислот характеризуются образцы лобы и дайкона из Японии и Ю. Кореи.

- содержание незаменимых аминокислот больше в образцах японской редьки, по сравнению с остальными подвидами.

- Образцы редиса пестрой разновидности (*var. striatus*) более стабильны в накоплении сухого вещества, аскорбиновой кислоты, фенольных соединений и аминокислот в разных условиях выращивания.

6. Предложена шкала устойчивости для культур *R. sativus* по признаку алюмотолерантности. Слабоустойчивыми и неустойчивыми к алюмострессу являются образцы *R. sativus* среднеазиатского происхождения (Азербайджан, Узбекистан, Афганистан и др.), а также из стран Африки (Алжир, Эфиопия). Среднеустойчивые образцы в основном европейского происхождения (Нидерланды, Германия, Италия и др.), а также из США и Чили. Образцы редиса и редьки из России, Венгрии, Турции, Китая, Японии, Ю.Кореи и Казахстана обладают разной степенью устойчивости. Наиболее алюмотолерантными являются образцы дайкона из Японии сортотипа Камейдо и сортотипа Сироагири из Ю. Кореи, местные образцы зеленой лобы из Казахстана и образцы редиса китайского подвида российской селекции.

6. Самый перспективный исходный материал для селекции относится у редиса к сортотипам Красный овально-округлый и Розово-красный с белым кончиком округлый европейского происхождения, у редьки – к лобам сортотипа Белая длинно-цилиндрическая преимущественно из Ю. Кореи и дайконам сортотипов Камейдо, Миясиге и Сироагири из Японии.

Литература

1. Анохина, Т. А. Сравнительная характеристика зерновой продуктивности и параметров адаптивности сортообразцов чумизы / Т.А. Анохина, Е.М. Чирко, Р. М. Кадыров, Л.И. Гвоздова // Изв. Нац. акад. Наук Беларуси. – 2013. – № 2. – С. 69–76.
2. Антипова, О.В. Рекомендации по выращиванию редиса кассетным способом методом подтопления на установках гидропонных стеллажных (УГС) / О.В. Антипова // Теплицы России. - 2007. - № 2. - С.19–24.
3. Ацци, Дж. Сельскохозяйственная экология / Дж. Ацци. - 2-е изд. – М.: Иностран. лит., 1959. – 479 с.
4. Бабичев, И.А. Химический состав корнеплодов крестоцветных и влияние на него удобрений / И.А. Бабичев // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1953. - т.30. - вып. 2. - С. 202-216.
5. Бабичев, И.А. Сравнительное биохимическое исследование корнеплодных растений / И.А. Бабичев // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. -1954.-С.23.
6. Баталова, Г.А. О селекции овса на устойчивость к эдафическому стрессу / Г.А. Баталова, Е.М. Лисицын // Селекция и семеноводство. - 2002. - № 2. - С. 17-19.
7. Белик, В. Ф. Овощные культуры: Альбом справочник / В.Ф. Белик. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 351 с.
8. Беляева, И.С. Получение высоких урожаев экологически чистой продукции при помощи оптимизации минерального питания растений / И.С. Беляева, Р.К. Салаяев, Р.Н. Сабирова. - СО РАН СИФИБР Иркутск: Типография «Оттиск», 2002. - 144с.
9. Бильтрикова, Т.В. Биологически активные вещества *Raphanus sativus* L. / Т.В. Бильтрикова, Э.Б. Битуева // Фундаментальные исследования. - 2014. - № 9-3. - С. 501-505
10. Бобренко, Е.Г. Диагностика минерального питания, величины и качества урожая различных сортов и гибридов редиса в условиях Западной Сибири: Дис. канд. с.-х. наук: / Е.Г. Бобренко.- Омск, 2001. – 229 с.
11. Богатырева, В.В. Влияние минерального питания на продуктивность сортов редиса в условиях Курганской области / В.В. Богатырева, Е.А. Иванюшин // В сборнике: Агрометеорология и сельское хозяйство: история, значение и перспективы сборник материалов Национальной (Всероссийской) науч-но-практической конференции, посвященной 100-летию юбилею со дня образования учебной лаборатории агрометеорологии. - 2016. - С. 4-7.
12. Болховских, З.В. Хромосомные числа цветковых растений: [Справочник] / З.В. Болховских, В.Г. Гриф, О.И. Захарьева, Т.С. Матвеева // АН СССР. Ботан. ин-т В. Л. Комарова. - Л.: Наука, 1969. - 927 с.
13. Бондаренко, Л.В. Метод оценки адаптивности у линий подсолнечника / Л.В. Бондаренко, Л.С. Осипова, П.П. Литун. – Кишинев, 1987. – 280с.
14. Борисов, В.А. Урожай и качество редьки, редиса и дайкона в Московской области / В.А. Борисов, А.Л. Теньков // Картофель и овощи. – 2004. – С.22-23
15. Борисова, Г. Г. Основы биохимии вторичного обмена растений: учеб.-метод. пособие / Г. Г. Борисова, А. А. Ермошин, М. Г. Малева, Н. В. Чукина; под общ. ред. Г. Г. Борисовой - Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2014. - 128 с.

16. Бохан, А.И. Интродукция лобы в условиях Беларуси / А.И. Бохан // Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. работ. – М., 2014. – Т. XXXVIII. – С. 40.
17. Бохан, А.И. Генофонд и селекция корнеплодных растений вида *Raphanus sativus* L. (редис, редька, дайкон, лоба) / А.И. Бохан, В.Е. Юдаева. – М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2015. – 134 с.
18. Бунин, М.С. Генетические ресурсы японского подвида дайкона *Raphanus sativus* L. и его интродукция в высокоширотных регионах Евразии / М.С. Бунин, Х. Есикава // Сельскохозяйственная биология. М., 1993. - № 1. -С. 19-32.
19. Бунин, М.С. Дайкон – качественно новый для России овощ / М.С. Бунин // Картофель и овощи. – 1992. – № 5-6 – С. 10-14.
20. Бунин, М.С. Новые овощные культуры России / М.С. Бунин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 408 с.
21. Вавилов, Н.И. Центры происхождения культурных растений / Н.И. Вавилов // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции / Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н.И. Вавилова. – Л., 1926. – Т. 16. – Вып. 2. – 248 с.
22. Вавилов, Н.И. Ботанико-географические основы селекции (Учение об исходном материале в селекции) / Н.И. Вавилов // Теоретические основы селекции растений / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства; под ред. Н.И. Вавилова. – Т. 1: Общая селекция растений. – М.; Л., 1935. – С. 17-74.
23. Вавилов, Н.И. Учение о происхождении растений после Дарвина / Н.И. Вавилов // Проблемы происхождения, географии, генетики, селекции растений, растениеводства и агрономии: избр. тр. / Н.И. Вавилов; Акад. наук СССР; ред.: Ф.Х. Бахтеев [и др.]. – М.; Л., 1965. – Т. 5. – С. 157–176.
24. Ветрова, С.А. Современное состояние рынка овощных корнеплодов в РФ и пути решения проблемы продовольственной безопасности / С.А. Ветрова, Т.С. Вюртц, Т.В. Заячковская, В.А. Степанов // Овощи России. – 2020. - №2. – С. 16-22. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-16-22>
25. Викулова, Е.В. Изучение морфобиологических особенностей и продуктивности сортов редиса в весенних теплицах на Среднем Урале / Е.В. Викулова, А.В. Юрина // Молодежь и наука. – 2016. - №6. – С.14.
26. Вишнякова, М.А. Метод экспресс-оценки алюмотолерантности у гороха посевного (*Pisum sativum* L.) / М.А. Вишнякова, Е.В. Семенова, И.А. Косарева, Н.Д. Кравчук, С.И. Лоскутов, Я.В. Пухальский, А.И. Шапошников, А.Л. Сазонова, А.А. Белимов // Сельскохозяйственная биология. – 2015. - №50(3). – С.353-360. doi:10.15389/agrobiology.2015.3.353rus.
27. Воробьев, М. Известкование кислых почв в России: проблемы и актуальные подходы [Электронный ресурс] / М. Воробьев // ГлавАгроном. - 2019. – Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/Izvestkovanie-kislyh-pochv-v-Rossii-problemy-i-aktualnye-podhody>
28. Гаплаев, М.Ш. Урожайность корнеплодов редьки разных подвидов и сортов в зависимости от сроков сева и способов возделывания в условиях Чеченской республики / М.Ш.

Гаплаев, А.А. Терекбаев, М.А. Магомадов, И.Б. Эльдаров // Горное сельское хозяйство. – 2020. - №2. – С. 85-89. DOI: 10.25691/GSH.2020.2.010

29. Гераськина, Н.В. Оценка жаростойких сортов и исходного материала овощных культур на юге России / Н.В. Гераськина, И.В. Тимошенко, Л.А. Кукса // Картофель и овощи. – 2019. - №8. - С.38-40. DOI: 10.25630/PAV.2019.68.93.001

30. Голубкина, Н.А. Биологически активные соединения овощей / Н.А. Голубкина, С.М. Сирота, В.Ф. Пивоваров, А.Я. Яшин, Я.И. Яшин. - М.: ВНИИССОК, 2010. - 250 с.

31. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник Россельхозакадемии. – 2005. – № 6. – С. 49-53.

32. Горовая, Т.К. Научно-практические подходы селекции и семеноводства вида *Raphanus sativus* L. (редька, редис) / Т.К. Горовая, Н.М. Куликова, Н.М. Кирюхина. - Киев, 2008. - 104 с.

33. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Москва, 14 марта 2021 г. / Официальный сайт ФБНУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия») <http://reestr.gossort.com>

34. Гринберг, Е.Г. Реакция сортов редиса весеннего срока посева на изменение погодных условий / Е.Г. Гринберг, Е.В. Пальчикова // Вестник НГАУ. – 2011. - №3(19). – С. 11-14

35. Гудвин Т. Сравнительная биохимия каротиноидов / Т. Гудвин. - М.: Иностранная литература, 1954.-393 с.

36. Гуляев, Г.В. Селекция и семеноводство полевых культур: учебник для студентов высш. учеб. заведений / Г.В. Гуляев, Ю.Л. Гужов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 447 с.

37. Даньков, А.М. Исходный материал для селекции редиса по основным хозяйственно-ценным признакам: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А.М. Даньков; Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощ. культур. – М., 2001. – 20с. Даринский А. В. География Ленинградской области. — СПб.: Глагол, 2001. — 128 с.

38. Даринский, А. В. География Ленинградской области / А. В. Даринский - СПб.: Глагол, 2001. -128 с.

39. Дикарев, А.В. Исследование фитотоксичности свинца для растений редиса и салата при выращивании на разных типах почв / А.В. Дикарев, В.Г. Дикарев, Н.С. Дикарева // Агрохимия. – 2021. №3. – С.71-81. DOI: 10.31857/S0002188121030054

40. Добруцкая, Е.Г. Экологические основы селекции и адаптивного семеноводства овощных культур: автореф. дис...д-ра с.-х. наук / Добруцкая Елена Георгиевна. – М., 1997. – 46с.

41. Добруцкая, Е.Г. Как выращивать экологически безопасный дайкон / Е.Г. Добруцкая, А.Е. Сапрыкин, Л.В. Кривенков, А.Е. Широкова // Картофель и овощи. – 2007. - №1. – С.11-12.

42. Добруцкая, Е.Г. Адаптивность сортов и гибридов моркови столовой (*Daucus carota* L.) селекции ВНИИССОК / Е.Г. Добруцкая, А.М. Смирнова. – Картофель и овощи. - 2016. - № 3. – С. 37-38.
43. Добрянский, В.А. Возможности управления адаптивным потенциалом однолетних культур методом агроклиматического районирования / В.А. Добрянский, Ю.Л. Бельский // Экологическая генетика растений и животных: тезисы докладов третьей Всесоюзной конференции. - Кишинев. Штиинца. - 1987. – С. 242-243.
44. Долгих, С.Т. Изменение корреляции признаков у овощных растений под влиянием мутагенов / С.Т. Долгих, В.И. Твердохледов // Тр. НИИОХ. - 1976. – Т. 6. – С. 271-285.
45. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высш. с.-х. учеб. заведений / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
46. Драгавцев, В.А. Методы оценки генетической и экологической корреляции количественных признаков в растительных популяциях / В.А. Драгавцев // Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов: обз. инфор. ВНИИ ТЭС сельхоз. - 1973. – С. 45-47.
47. Дроздова, И.С. Временной ход фотосинтеза в процессе непрерывного освещения растений редиса / И.С. Дроздова, С.И. Маевская, Е.А. Егорова и др. // Физиология растений. – 2004. - Т. 51, № 1. - С. 49-56.
48. Елизарьева, Е.Н. Влияние соединений некоторых тяжелых металлов на процесс формирования проростков редиса / Е.Н. Елизарьева, Ю.А. Янбаев, Н.Н. Редькина, Н.В. Кудашкина, А.Г. Байков, А.П. Смирнова // Современные проблемы науки и образования. – 2017. - №6. – С.252.
49. Елисеева, О.В. Особенности формирования урожая и показатели качества листовой редьки: дис. ... канд. биол. наук / Елисеева Ольга Владимировна – М. – 2007. – 194 с.
50. Еременко, Л.Л. Морфобиологическая изменчивость овощных растений (в связи с условиями выращивания) / Л.Л. Еременко, Е.Г. Гринберг. – Новосибирск: СО Наука. 1977. – 298 с
51. Ермаков, А.И. Биохимия овощных культур / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович. - Л.– М., Сельхозгиз, 1961. – 544 с.
52. Ермаков, А.И. Методы биохимических исследований. / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош, Ю.А. Перуанский, Г.А. Луковникова, М.И. Иконникова. - Л.: Агропромиздат. 1987. – 430 с.
53. Ермохин, Ю.И. Сортные особенности продуктивности и качества редиса при использовании удобрений / Ю.И. Ермохин, Е.Г. Бобренко, И.А. Бобренко // Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 2004. - №5. - С.12-14.
54. Жарова, Л.Л. Биологические особенности и агротехника дайкона в условиях Нечерноземной зоны России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Жарова Л.Л. – М.: 2005. – 24 с.

55. Жуковский, П.М. Культурные растения и их сородичи / П.М. Жуковский. – М.: Колос, 1964. – С. 15-72.
56. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз) / А.А. Жученко – Кишинев, 1980. – 588с.
57. Жученко, А.А. Адаптивный потенциал культурных растений / А.А. Жученко - Кишинев. Штиинца, 1988. – 460с.
58. Заячковская, Т. В. Исходный материал редиса для селекции на гетерозис / Т. В. Заячковская, М. И. Федорова, М.С. Бунин, В. А. Степанов, В. А. Заячковский // Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства овощных культур. Международный симпозиум (9-12 августа 2005). – 2005. – Т. 2. – С. 137-145.
59. Заячковская, Т.В. Исследование сортов редиса селекции ВНИИССОК по динамике изменения суммарного содержания антиоксидантов при хранении / Т.В. Заячковская, В.А. Заячковский, В.А. Степанов, М.С. Гинс, В.К. Гинс, А.А. Байков // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2016. - №12. - С. 121-123.
60. Земскова, Ю.К. Изучение исходного материала для селекции дайкона и редьки-лобы в условиях Саратовской области / Ю.К. Земскова, Е.В. Дементьева // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. – 2010. - №12. – С. 8-11
61. Земскова, Ю.К. Выращивание овощных корнеплодов семейства Капустные в защищенном грунте / Ю.К. Земскова, А.В. Савченко // Овощи России. – 2014. - №2(23). – С. 52-57.
62. Земскова, Ю.К. Изучение разных сроков посева при выращивании дайкона, редьки и репы в условиях Нижнего Поволжья / Ю.К. Земскова, А.В. Савченко // Аграрный научный журнал. – 2015. - №8. - С. 25-28.
63. Зыкин, В.А. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов. - Уфа: БашГАУ, 2005. - 100 с.
64. Иванова, М.И. Зеленные капустные овощи - источник биологически активных нутриентов / А.И. Кашлева, В.В. Михайлов, А.В. Корнев // Экологические проблемы современного овощеводства и качество овощной продукции: сборник научных трудов. Выпуск 1. М.: ФГБНУ ВНИИО. - 2014. - С. 76-83.
65. Ивантер, Э. В. Введение в количественную биологию: учеб. пособие / Э.В.Ивантер, А.В.Коросов. - Петрозаводск: Изд-во Петр-ГУ, 2011. - 302 с.
66. Кадычegov, А.Н. Оценка адаптивных свойств яровой пшеницы по урожайности в степных условиях Хакасии / А.Н. Кадычegov, В.И. Кадычegovа, А.Н. Бородыня // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2012. - № 5(91). - С. 8–10.
67. Карпеченко, Г.Д. Полиплоидные гибриды *Raphanus sativus* L. x *Brassica oleracea* L. // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции / Всесоюз. ин-т приклад. ботаники и новых культур, Гос. ин-т опыт. агрономии. – Л., 1927. – Т.17, № 3. – С. 305–408.

68. Кильчевский, А.В. Генотип и среда в селекции растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Наука и техника, 1989. – 191 с.
69. Кильчевский, А.В. Взаимодействие генотипа и среды в селекции растений (на примере овощных культур и картофеля): автореф. диссер. д-ра. биол. наук. / Кильчевский А.В. – Санкт-Петербург, 1993. – 44с.
70. Кильчевский, А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. - Минск: Тэхналопя, 1997. - 372 с.
71. Кильчевский, А.В. Оценка взаимодействия генотипа и среды в адаптивной селекции растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева // Генетические основы селекции растений. В. 4 т. Т.1. Общая генетика растений. - Минск: Белорус. наука, 2008. – С. 50-80.
72. Климашевский, Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений / Э.Л. Климашевский. - М.: Агропромиздат, 1991. - С. 415
73. Ковалевская, Е.И. Сравнительный анализ содержания антоцианов в корнеплодах редьки посевной (*Raphanus sativus* L.) различных сортов / Е.И. Ковалевская, Н.Т. Жилинская, А.Е. Соловьева, А.Е. Смоленская, А.Б. Курина // Материалы научной конференции с международным участием. Институт биомедицинских систем и биотехнологий. в 2х частях. - 2019. - С. 145-148
74. Козарь, Е.В. Получение удвоенных гаплоидов редиса в культуре микроспор *in vitro* / Е.В. Козарь, Е.А. Домблides, А.В. Солдатенко // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии: 18-я Всероссийская конференция молодых ученых – М., 19-20 апреля 2018, ФГБНУ ВНИИСБ, сборник тезисов. – с.123
75. Колпаков, Н.А. Реакция сортов редиса на условия освещения при весеннем сроке выращивания в зимних теплицах / Н.А. Колпаков // Картофель и овощи. – 2013. - №5. – с. 18-19.
76. Колпаков, Н.А. Оценка коллекционных образцов редиса для селекции в Западной Сибири / Н.А. Колпаков, Н.Н. Чернышева, А.О. Тулина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. - №6. – С. 32-39.
77. Кондратенко, Е.П. Оценка урожайности, экологической стабильности и пластичности новых сортов озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Кемеровской области / Е.П. Кондратенко, Е.А. Егушова, О.Б. Константинова, О.И. Пикулина, Г.Н. Тюкало // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.
78. Константинова, О.Б., Кондратенко Е.П. Экологическая пластичность и стабильность новых сортов озимого тритикале / О.Б. Константинова, Е.П. Кондратенко // Вестник НГАУ. – 2015. - №3(36). – С. 13-18.
79. Коняев, Н.Ф. Математический метод определения площади листьев растений / Н.Ф. Коняев // Докл. ВАСХНИЛ. - 1970. - № 9.
80. Косарева, И.А. Определение кислотоустойчивости зерновых культур. Методические указания / И.А. Косарева, Г.В. Давыдова, Е.В. Семенова. – СПб, 1995. – 21 с.
81. Косарева, И.А., Алюмотолерантность видов эгилопса / И.А. Косарева, Е.В. Семенова // Тез. Межд. конф. «Проблемы физиологии растений Севера». Петрозаводск, 15-18 июня 2004, Петрозаводск, 2004. – 98 с.

82. Косарева, И.А. Изучение коллекций сельскохозяйственных культур и диких родичей по признакам устойчивости к токсическим элементам кислых почв / И.А. Косарева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2012. - №170. – С. 35-45.
83. Косенко, М.А. Возделывание редьки летней европейского подвида в защищенном и открытом грунте / М.А. Косенко, В.И. Леунов // Гавриш. – 2011. – № 5. – С. 16-19.
84. Косенко, М.А. Оценка инбредных самонесовместимых линий редьки европейской зимней / М.А. Косенко // Картофель и овощи. – 2012. – № 2. – С. 30.
85. Косенко, М.А. Оценка эффективности производства овощей / М.А. Косенко // Современные экономические системы: состояние и перспективы развития материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2016а. – С. 51-56.
86. Косенко, М.А. Селекционно-технологический процесс редьки европейской летней / М.А. Косенко, В.И. Леунов, А.Н. Ховрин // Картофель и овощи. – 2016b. - № 7. – С. 28-32.
87. Косенко, М.А. Этапы получения гетерозисных гибридов F1 редьки европейской / М.А. Косенко // Овощи России. - 2017. - №3(36). - С.28-30.
88. Косенко, М.А. Создание исходного материала редьки европейской / М.А. Косенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. - №9-2(87). – С. 55-58.
89. Косенко, М.А. Подбор исходного материала для селекции редьки / М.А. Косенко, Л.Н. Тимакова // Картофель и овощи. – 2020а. - №9. - С. 33-36.
<https://doi.org/10.25630/PAV.2020.63.92.006>
90. Косенко М.А. Задачи селекционной работы со столовыми корнеплодами / М.А. Косенко // Мировая наука. – 2020b. - №7(40). – С.42-44.
91. Косенко, М.А. Селекционная работа с редькой европейской / М.А. Косенко // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2020с. - №2-1(36). – С.80-85.
92. Косенко, М.А. Выделение самонесовместимых растений из популяции редьки европейской / М.А. Косенко // Матрица научного познания. – 2021. - №1-2. – С. 75-77.
93. Кочетов, А.А. Использование регулируемых условий для ускорения интродукции и селекции восточных редек / А.А. Кочетов // Селекция и семеноводство овощных культур в XXI в.: Материалы международной конференции 24-27 июня 2000 г. – Москва, 2000. – С.281-282.
94. Кочетов, А.А. Генотипическая реакция восточноазиатских подвидов *Raphanus sativus* при интродукции в Северо-Западный регион России / А.А. Кочетов // Сельскохозяйственная биология. – 2004. - №39(1). – С.83-91.
95. Кочетов, А.А. Создание новых форм редиса и редьки (*Raphanus sativus* L.) с прогнозируемым комплексом хозяйственно ценных признаков при использовании методологии ускоренной селекции / А.А. Кочетов, Н.Г. Синявина // Картофель и овощи. – 2019. - №10. - С. 29-34 <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.70.54.003>
96. Красочкин, В.Т. Основные направления селекции корнеплодных растений / В.Т. Красочкин // Бюл. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н.И. Вавилова. - Л., 1979. - Вып. 90: Столовые корнеплоды. - С. 8-13.

97. Кудрявцев, Г.П. Химия природных соединений / Г.П. Кудрявцев, О.В. Мусатова. - Учебное издание, 2009. - 232 с.
98. Куликов, И.П. Исходный материал в селекции редиса и редьки для условий лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. на соиск. уч. ст. к-та с.-х. наук. / И.П. Куликов. - Пенза, 2005. - 24 с.
99. Кундик, Т.М. Пластичность и стабильность урожайности сортов люпина желтого / Т.М. Кундик // Селекция и семеноводство полевых культур: юбил. сб. науч. тр. - Воронеж: Воронеж. ГАУ, 2007. - Ч. 2. - С. 93-96.
100. Кумазава, С. Овощеводство Японии. - в кн.: Овощеводство, 1965. (на япон. Яз.)
101. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. - М., 1990. - 350 с.
102. Лебедева, А. Редис и компания. Редис, редька, репа, дайкон. / А. Лебедева // Газета «6 соток». - 2011. - №8/1(569). - С. 62.
103. Леунов, В.И. Столовые корнеплоды в России / В.И. Леунов. - Москва, 2011. - 271 с.
104. Леунов, В.И. Выращивание редиса в пленочных теплицах / В.И. Леунов, А.Н. Ховрин, Д.А. Янаева // Гавриш. - 2011. №2. - С.8.
105. Леунов, В.И. Направления в селекции и семеноводстве овощных корнеплодных культур / В.И. Леунов // Картофель и овощи. - 2017. - №10. - С.6-9.
106. Лисицын, Е.М. Влияние эдафических стрессов на возможные результаты интродукции сельскохозяйственных растений / Е.М. Лисицын // Интродукция с.-х. растений и ее значение для сельского хозяйства Северо-Востока России: Матер. научно-практ. конф. (8-9 июля 1999 г.). -1999. - С. 140-142.
107. Лисицын, Е.М. Генетическое разнообразие сортов яровой мягкой пшеницы по алюмоустойчивости / Е.М. Лисицын, О.С. Амунова // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2014. - Т. 18. № 3. - С. 497-505.
108. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. - М.: ГНУ ВНИИО, 2011. - 648 с.
109. Лудилов, В.А. Редкие и малораспространенные овощные культуры (биология, выращивание, семеноводство) / В.А. Лудилов, М.И. Иванова - М.: ФГНУ «Росинформагротех». - 2009. -196 с.
110. Луковникова, Г.А. Биохимическое изучение овощных растений в связи с их использованием и селекцией на химический состав. автореф. дис. на соиск. уч. ст. д-ра биол. наук. / Г.А. Луковникова. - Л., 1973. - 20 с.
111. Ловкова, М.Я. Почему растения лечат? / М.Я. Ловкова, А.М. Рабинович, С.М. Пономарева, Г.Н. Бузук, С.М. Соколова - М., 1989. - 290 с.
112. Магомедмирзаев, М.М. О проблемах морфологического счета и изменения с позиций фенетики растений / М.М. Магомедмирзаев // Общая биология. -1976. - №37(3). - С. 331-343.
113. Мавлянова, Р.Ф. Корреляционные связи между признаками корнеплодных культур / Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее: сборник материалов I

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 140-летию НИУ «БелГУ» и 100-летию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора З.И. Щелоковой (г. Белгород, 24-26 ноября 2016 г.) / Р.Ф. Мавлянова / под общ. ред. Е.В. Думачевой. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ БелГУ, 2017. – 200 с.

114. Мальцев, Е.А. Биологические особенности редиса в условиях Среднего Урала / Е.А. Мальцев, Т.Л. Чапалда // Достижения аграрной науки в производство. Сборник тезисов. – 2020. – С.185-186.

115. Мамонтова, В.Н. Селекция и семеноводство яровой пшеницы / В.Н. Мамонтова. - М., 1980. – 285 с.

116. Марков, М.В. Популяционная биология растений / М.В. Марков. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 387 с.

117. Методические указания по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте. Часть 11. – М: Министерство плодовоощного хозяйства, ВНИИССОК, 1985. – 56 с.

118. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур / под редакцией: Павлов Л.В., Солдатенко А.В. М.: Изд-во ФГБНУ ФНЦО, 2018. - 224 с.

119. Миронов, А.А. Создание линий лобы (*Raphanus sativus* L.) устойчивых к киле и оценка их комбинационной способности / А.А. Миронов, Г.Ф. Монахос // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2015. - №4. – С. 18-25.

120. Миронов, А.А. Результаты сортоиспытания сортов и гибридов редиса / А.А. Миронов, А.А. Ушанов, К.А. Егоров, А.Э. Алексеев // Картофель и овощи. – 2019. - №9. - С. 39-40. DOI: 10.25630/PAV.2019.24.67.006

121. Михеев, Ю.Г. Создание нового исходного материала овощных культур с ценными хозяйственными признаками для условия Приморского края / Ю.Г. Михеев, В.И. Леунов, И.А. Ванюшкина, А.С. Корнилов, Н.А. Лапина, Н.А. Синиченко // Картофель и овощи. – 2020. - №7. С.33-36. DOI: 10.25630/PAV.2020.97.18.005

122. Монахос, Г.Ф. Линия Да-8 – донор моногенной доминантной устойчивости у видов рода *Raphanus* / Г.Ф. Монахос, А.А. Миронов // Плодоводство и яговодство России. – 2010. - №23. – С. 119-124.

123. Монахос, Г.Ф. Селекция F1 гибридов редиса (*Raphanus sativus* L.) на основе линий с мужской стерильностью / Г.Ф. Монахос, А.А. Миронов, С.М. Тюханова // Овощи России. - 2015. - №1(26). - С.8-12.

124. Монахос, Г.Ф. Линии-закрепители стерильности у редиса при яЦМС / Г.Ф. Монахос, А.А. Миронов, С.М. Тюханова // Картофель и овощи. – 2016. - №10. – С. 39-40.

125. Моргунов, А.И. Влияние условий отбора и испытания на результативность оценки селекционного материала яровой пшеницы: автореф. дисс...канд. с.-х. наук / А.И. Моргунов. - НИИСХ ЦИНЗ. Немчиновка, 1985. - 18 с.

126. Моргунов, А.И. Селекция зерновых культур на стабилизацию урожайности / А.И. Моргунов, А.А. Наумов. - М., 1987. - 61 с.

127. Мурри, И.К. Проблема витаминов в растениеводстве / И.К. Мурри // Биохимия культурных растений, 1948. - Т. 8. - С. 304 - 424.
128. Налобова, Ю.М. Урожайность не всегда главный критерий / Ю.М. Налобова, А.И. Бохан // Защита и карантин растений. – 2014. – №8. – С. 34-35
129. Наследов, А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных / А.Д. Наследов. - Речь, 2012. – 392 с.
130. Несмелова, Л.А. Биохимические показатели сортов китайской редьки (лоба) при выращивании в условиях Удмуртской республики / Л.А. Несмелова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. - №4(60). – С. 61-65.
131. Ниясима, И. Редька Японии / И. Ниясима. - Токио, 1958. – 232 с. (На япон. яз.)
132. Новиков, Н.Н. Биохимия растений / Н.Н. Новиков. – Колосс, 2012. – 639 с.
133. Нурметов, Р.Д. Защищенный грунт России: состояние, проблемы, внедрение инновационных технологий / Р.Д. Нурметов, Н.Л. Девочкина, А.Ф. Разин // Гавриш. – 2012. - №3. – С.31.
134. Пивоваров, В.Ф. Экологические основы селекции и семеноводства овощных культур / В.Ф. Пивоваров, Е.Г. Добруцкая. – М., 2000. – 319 с.
135. Повзун, А.Д. Агротехнологии / А.Д. Повзун // Овощеводство и тепличное хозяйство. - 2009. - № 12. - С. 66.
136. Попов, И.А. Исследование различных сортов редиса на пригодность для маринования / И.А. Попов, И.В. Максимов, В.И. Манжесов // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2017. - №1(8). – С.52-63.
137. Рудь, В.Д. Теория и практика проблемы полиплоидии / В.Д. Рудь, Ю.Ф. Быковская. - М., 1974. - С. 219-229.
138. Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов / Под ред. Д.Д. Брежнева. – М.: Колос, 1982. – С. 324-350.
139. Рудакова, А.С. Изучение полиморфизма эстеразного состава зрелых семян образцов редиса (*Raphanus sativus* L.) коллекции ВИР / А.С. Рудакова, С.В. Рудаков, А.М. Артемьева, А.Б. Курина, Н.В. Кочерина, Ю.В. Чесноков // Овощи России. – 2017. - №5. – С. 3-8.
140. Рудакова, А.С. Полиморфизм эстеразных изоферментов зрелых семян образцов редьки посевной (*Raphanus sativus* L.) / А.С. Рудакова, С.В. Рудаков, А.М. Артемьева, А.Б. Курина, Н.В. Кочерина, Ю.В. Чесноков // Сельскохозяйственная биология. - 2020. - №55(5). – С. 956-969. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.5.956rus
141. Рыбась, И.А. Оценка параметров экологической пластичности и стабильности сортов озимой мягкой пшеницы / И.А. Рыбась // Аграрный вестник Урала. - 2014. - № 6. - С. 26–29.
142. Рыбась, И.А. Характеристика адаптивных свойств сортов и линий озимой мягкой пшеницы по предшественнику горох / И.А. Рыбась, А.В. Гуреева. // Научный журнал КубГАУ. - 2015. - № 111 (07). - С. 1193-1201.
143. Рытов, М.В. Огородничество в защищенном грунте / М.В. Рытов. – СПб.: изд. П.П. Сойкина, 1914. - С. 77-80.

144. Савоськин, И.П. Полиплоидия и селекция / И.П. Савоськин, В.Д. Рудь. - М.: Д., 1965. - С. 264-270.
145. Сазонова, Л.В. Внутривидовая классификация корнеплодных форм *Raphanus sativus* L. / Л.В. Сазонова // Тр. по прикл. бот.и сел. – Л., 1971. – Т.15. – Вып.1. – С. – 12-24.
146. Сазонова, Л.В. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов / Л.В. Сазонова, Э.А. Власова. - Л., 1989. – 55 с.
147. Сазонова, Л.В. Корнеплодные растения (морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редис, редька) / Л.В. Сазонова, Э.А. Власова - Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние. – Л., 1990. - 256 с.
148. Самойлов, Д. Технология выращивания редиса / Д. Самойлов // Юбилейный альманах ЗАО «Бейо Семена». - 2011-2012. - С.28-32.
149. Сергеев, В.Н. Плодовоовощная промышленность: состояние и перспективы / В.Н. Сергеев // Пищевая промышленность. - 2009. - № 12. - С. 22-27.
150. Синская, Е.Н. Редис и редька / Е.Н. Синская // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции / Всесоюз. ин-т ботаники и новых культур, Гос. ин-т опыт. агрономии. – Л., 1928. – Т. 19, вып. 3: Масличные и корнеплоды семейства Cruciferae. – С. 448–534.
151. Синская, Е.Н. К генезису культурных форм рода *Raphanus* L. / Е.Н. Синская // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции / Всесоюз. акад. с.-х. наук им В.И. Ленина, Ин-т растениеводства. – Л., 1931. – Т.26, вып. 2. – С. 3–58.
152. Синская, Е.Н. Динамика вида / Е.Н. Синская. – М.; Л.: Сельхозгид, 1948. – С.5-27.
153. Синская, Е.Н. Проблема популяций у высших растений / Е.Н. Синская. - Л.,1963. – Вып. 2. – 124 с.
154. Синская, Е.Н. Историческая география культурной флоры (на заре земледелия) / Е.Н. Синская; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н.И. Вавилова; под ред. Д.Д. Брежнева. – Л.: Колос, 1969. – 480 с.
155. Синявина, Н.Г. Изучение биоразнообразия редиса в условиях интенсивной светокультуры и выявление доноров хозяйственно ценных признаков для селекции / Н.Г. Синявина, А.А. Кочетов, Г.В. Мирская, Н.А. Рушина, Г.Г. Панова, А.М. Артемьева // Овощи России. - 2018. - №3. - С. 56-59.
156. Синявина, Н.Г. Редис для светокультуры: задачи и перспективы селекции / Н.Г. Синявина, А.А. Кочетов, Ю.В. Хомяков, П.Ю. Конончук, В.Е. Вертебный, В.И. Дубовицкая, А.Ю. Ткачева // Овощи России. – 2019. - №3(47). – С. 35-39. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-3-35-39
157. Смоликова, Г.Н. Метаболомный подход к оценке сортовой специфичности семян *Brassica napus* L. / Г.Н. Смоликова, А.Л. Шаварда, И.В. Алексейчук и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. - №19(1). – С. 121-127.
158. Снедекор, Д.У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. - М., Сельхозиздат, 1961. - 503 с.
159. Соловьева, А.Е. Метаболомный подход к комплексной биохимической характеристике вида капуста огородная *Brassica oleracea* L. / А.Е. Соловьева, Т.В. Шеленга,

А.М. Артемьева // Овощи России. – 2019. - №4. – С. 72-79. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-72-79>

160. Суховеркова, В.Е. Кислотность почвы: тенденции и борьба / В.Е. Суховеркова // Агробизнес. – 2015. - №6(34). – С. 60-62.

161. Сычев, С.М. Дайкон в Нечерноземье России: монография / С.М. Сычев, И.В. Сычева. – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2010. – 139 с.

162. Сычев, С.М. Интродукция дайкона в Центральном регионе России / С.М. Сычев, И.В. Сычева // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 6. – С. 3-9.

163. Тараканов, Г.И. Методика селекции и семеноводства овощных корнеплодных растений (морфологические свойства) / Г.И. Тараканов [и др.]. – М.: 2003. – 284 с.

164. Тулуш, В.П. Влияние сроков посева на продуктивность корнеплодов редиса / В.П. Тулуш // Вестник Тувинского государственного университета. №2 Естественные и сельскохозяйственные науки. – 2015. - №2(25). – С. 104-108.

165. Турбин, В.А. Оценка сортов и гибридов редиса в условиях предгорного Крыма / В.А. Турбин, И.Е. Тигунова // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2016. - №7(170). – С. 28-36.

166. Угарова, С.В. Состояние и тенденции развития селекции столовых корнеплодов в Западной Сибири / С.В. Угарова // Сибирский вестник с.-х. науки. - 1995. - № 3-4. - С. 123-128.

167. Угарова, С.В. Особенности селекции и семеноводства редиса в Сибири. / С.В. Угарова // Овощи России. – 2019. - №4(48). – С. 25-28. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-4-25-28

168. Уланов, В.А. Ленинградская область: знаете ли вы? / В.А. Уланов. - СПб.: Паритет, 2007. - 320 с.

169. Федорова, М.И. Влияние условий минерального питания на урожайи качество сортов редиса / М.И. Федорова, О.Ф. Мугниев // Агрохимия. – 1989. - №1. - С. 69-72.

170. Федорова, М.И. Основные направления и методы селекции корнеплодных / М.И. Федорова, В.А. Степанов // Селекция и семеноводство корнеплодных овощных культур: сборник науч. тр. науч.-практ. конф. – Москва, 2005а. – С. 13-17.

171. Федорова, М.И. Результаты оценки исходного материал для селекции редиса / М.И. Федорова, А.И. Бохан // Селекция и семеноводство корнеплодных овощных культур: Сб. науч. работ. – М., 2005б. – С. 142 -145.

172. Федорова, М.И. Исходный материал для селекции редиса на выносливость к пониженной освещенности / М.И. Федорова // Гавриш. – 2005с. - №3. – С. 35-37.

173. Федорова, М.И. Использование мужской стерильности типа Ogura в селекции редиса на гетерозис / М.И. Федорова, Т.В. Заячковская // Овощи России. – 2011. – № 4. – С. 22-31.

174. Федорова М.И. Редис Моховский – источник MS и MF-линий при селекции на гетерозис / М.И. Федорова, Т.В. Заячковская, Е.А. Домблидес, А.С. Домблидес // Овощи России. – 2015. - №3-4(28-29). – С. 22-27.

175. Федорова, М.И. Сорты редиса селекции ВНИССОК и их использование / М.И. Федорова, Т.В. Заячковская // Овощи России. - 2016. - № 3. – С. 54-61.
176. Федорова, М.И. Корнеплодные овощные растения, направления селекции, результаты / М.И. Федорова, В.А. Степанов // Овощи России. - 2017. - № 4. – С. 16-22.
177. Федорченко, Г.Л. Редька / Г.Л. Федорченко. – М.: Армата, 2001. – 32 с.
178. Федюнина, К.В. Влияние типа почвы на содержание биологически активных веществ в корнеплодах редиса в защищенном грунте / К.В. Федюнина // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. – 2016. - №24(1). – С. 104-109.
179. Хангильдин, В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа / В.В. Хангильдин // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 111–116.
180. Хангильдин, В.В. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы / В.В. Хангильдин, Н.Ф. Шаяхметов, А.Г. Мардамшин // Генетический анализ количественных растений. - Уфа, 1979. – С. 5-39.
181. Хотылева, Л.В. Взаимодействие генотип-среда / Л.В. Хотылева, Л.А. Тарутина. – Минск: Наука и техника, 1982. – 109с.
182. Чирко, Е.М. Сравнительная оценка зерновой продуктивности и адаптивности сортов проса (*Panicum miliaceum*) в условиях юго-западного региона республики / Е.М. Чирко // Изв. Нац. акад. наук Беларуси. – 2009. - № 3. – С. 49–54.
183. Швецов, А.М. Урожайность товарных корнеплодов редьки китайской в зависимости от срока посева в условиях Удмуртской республики / А.М. Швецов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. - №4(29). – С. 42-44.
184. Шебалина, Н.А. Корнеплодные растения (семейство Капустные – репа, турнепс, брюква, редька, редис) / Н.А. Шебалина, Л.В. Сазонова; ред. В.Т. Красочкин, В.И. Буренин. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 324 с. – (Культурная флора СССР; Т. 18).
185. Штайнерт, Т.В. Агробиологическая оценка селекционных образцов редиса в условиях пригорода Новосибирска / Т.В. Штайнерт, А.В. Алилуев, Л.М. Авдеенко // Овощи России. – 2017. - №5. – С. 21-24. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-21-24>
186. Юдаева, В.Е. Изучение коллекционных образцов и селекция редиса в условиях центрального региона России / В.Е. Юдаева, А.И. Бохан // Плодоводство и яговодство России. – 2017. - №48(2). – С. 312-314.
187. Янаева, Д.А. Создание исходного материала для гетерозисной селекции редиса европейского (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*) для защищенного грунта: автореферат диссертации на соискание уч. ст. кандидата сельскохозяйственных наук / Д.А. Янаева. - Москва, 2011. - С. 26.
188. Янаева, Д.А. Новые хозяйственно ценные признаки в селекции редиса европейского / Д.А. Янаева, В.И. Леунов, А.Н. Ховрин // Плодоводство и яговодство России. - 2012. – Т. 34. - № 2. – С. 412-419.
189. Янаева, Д.А. Редис европейский: селекция и технология выращивания / Д.А. Янаева, А.Н. Ховрин // Картофель и овощи. - 2013. - № 3. – С. 30-33.

190. Янаева, Д.А. Сорты и гибриды редиса для кассетной технологии / Д.А. Янаева // Картофель и овощи. – 2015. - №2. – С. 19-21.
191. Янаева, Д.А., Новые признаки в гетерозисной селекции редиса / Д.А. Янаева, А.Н. Ховрин // Картофель и овощи. - 2018. - №4. - С. 39-40.
192. Янишевская, О.Л. Использование кремния, магния и хрома при выращивании дайкона / О.Л. Янишевская, Л.А. Дорожкина, В.Б. Довгун // Гавриш. – 2001. – №4. – С. 9-12.
193. Alefeld, Fr. Landwirtschaftliche Flore. / Fr. Alefeld. – Berlin, 1866. – P. 160-162.
194. Anas, A., Heritability and genetic correlation of Al-tolerance with several agronomic characters in sorghum assessed by hematoxylin staining / A. Anas, T. Yoshida // Plant Production Science. – 2004. - №7. – PP. 280-282.
195. Aniol, A., Chromosome location of genes controlling aluminum tolerance in wheat, rye and triticale / A. Aniol, P. Gustafson // Canadian Journal of Genetics and Cytology. -1984. - №26(6). - PP. 701-705. doi.org/10.1139/g84-111
196. Aniol, A. Metody określania tolerancijności zbóż na toksyczne działanie jonów glinu / A. Aniol // Biul. Inst. Hodowli Aklim. Roslin. – 1991. - №243. - PP. 3-14.
197. Aniol, A. The aluminum tolerance in wheat / A. Aniol // Plant breeding: theories, achievements and problems. Dotnuva-Akademija. Lithuania. - 1997. - P. 14-22.
198. Awasthi, J.P. Morpho-physiological analysis of tolerance to aluminum toxicity in rice varieties of North East India / J.P. Awasthi, B. Saha, P. Regon, S. Sahoo, U. Chowra, A. Pradhan et al. // PLoS ONE. – 2017. - №12(4). DOI:10.1371/journal.pone.0176357
199. Baier, A.C. Aluminum tolerance in wheat: correlating hydroponic evaluations with field and soil performances / A.C. Baier, D.J. Somers, J.P. Gustafson // Plant Breeding. -1995. - №114. - P. 291-296.
200. Backer, L.R. *R. sativus* var. *hortensis* / L.R. Backer. – Flora Batavia, 1907. - 51 p.
201. Baenas, N. Metabolic activity of radish sprouts derived isothiocyanates in drosophila melanogaster / N. Baenas, S. Piegholdt, A. Schloesser, D.A. Moreno, C. C. Garcia-Viguera, G. Rimbach, A.E. Wagner // Int. J. Mol. Sci. – 2016. - №17. - P. 251.
202. Banihani, S.A. Radish (*Raphanus sativus*) and Diabetes / S.A. Banihani // Nutrients. – 2017. - №9. - P. 1014.
203. Barba, F.J. Bioavailability of Glucosinolates and Their Breakdown Products: Impact of Processing / F.J. Barba, N. Nikmaram, S. Roohinejad, A. Khelfa, Z. Zhu, M. Koubaa // Front. Nutr. – 2016. - №3. – P. 24.
204. Belandres, H. FISH Karyotype and GISH Meiotic Pairing Analyses of a Stable Intergeneric Hybrid xBrassicoraphanus Line BB#5 / H. Belandres, N. Waminal, Y.J. Hwang, H.H. Kim et al. // Korean journal of horticultural science and technology. – 2015. №33(1). - P. 83-92. DOI: 10.7235/hort.2015.14151
205. Blažević, I. Glucosinolate degradation products and other bound and free volatiles in the leaves and roots of radish (*Raphanus sativus* L.) / I. Blažević, J. Mastelić // Food Chem. – 2009. - №113. – P. 96–102.

206. Bowers, J.E. Unravelling angiosperm genome evolution by phylogenetic analysis of chromosomal duplication events / J.E. Bowers, B.A. Chapman, J.K. Rong, A.H. Paterson // *Nature*. – 2003. - №422(6930). – P. 433–8.
207. Bradshaw, A.D. Evolutionary Significance of Phenotypic Plasticity in Plants / A.D. Bradshaw // *Advances in Genetics*. - 1965. - Vol. 13. - P. 115-155.
208. Burba, U. Tolerancja odmian I rodow pszenzyta ozimego hodowli ZDHAR Malyszyn na niskie pH I wysokie stezenie jonow glinu / U. Burba, W. Mackowiak, K. Paizert, G. Budzianowski // *Biul. Inst. Hodowli I Aklimat. Rosl.* – 1995. - №195/196. – P. 131-136.
209. Caceres, A. Screening on antimicrobial activity of plants popular in Guatemala for the treatment of dermatomucosal diseases / A. Caceres // *J. Ethnopharm.* - 1987. - №20. – P. 223–237.
210. Campbell, L.G. Can feral weeds evolve from cultivated radish (*Raphanus sativus*, *Brassicaceae*)? / L.G. Campbell, A.A. Snow // *Am. J. Bot.* – 2009. - №96. – P. 498–506.
211. Cancado, G.M.A. Assessment of phenotypic indexes for aluminum tolerance in maize using nutrient solution / G.M.A. Cancado, P.R. Martins, S.N. Parentoni, A.B. Oliveira, M.A. Lopes // *Proc. Plant & Animal Genome VII Conference*, San Diego, CA, 1999. – 271 p.
212. Changdai, W. Studies on chemical constituents in Radish (*Raphanus sativus* L.) Seed II / W. Changdai // *Shaanxi Xinyiyao*. - 1984. - №13. – P. 54–55.
213. Che, J. Functional characterization of an aluminum (Al)-inducible transcription factor, ART2, revealed a different pathway for Al tolerance in rice / J. Che, T. Tsutsui, K. Yokosho, N. Yamaji, J.F. Ma // *New Phytol.* – 2018. - №220(1). – P. 209–218. doi: 10.1111/nph.15252.
214. Chun, C. Microspore-derived embryo formation in radish (*Raphanus sativus* L.) according to nutritional and environmental conditions / C. Chun, H. Park, H. Na // *Hort. Environ. Biotechnol.* – 2011. - №52(5). - P. 530–535.
215. De Candolle A.P. *Raphanus*. – In: *Prodroms Systematic Naturalis* / A.P. De Candolle. - Paris, 1824. - v.1. - 211 p.
216. Descriptors for *Brassica* and *Raphanus*. International Board for Plant Genetic Resources, IBPGR, Rome, Italy, 1990. – 51 p.
217. Eberhart, S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russel // *Crop Sci.* – 1966. – Vol. 6, № 1. – P. 26–40.
218. Fahey, J.W. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants / J.W. Fahey, A.T. Zalcmann, P. Talalay // *Phytochemistry*. - 2001. - №56. – P. 5–51.
219. FAOSTAT, 2019. Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
220. Finlay, K.W. The analisis of adaptation ina plant breeding program / K.W. Finlay, G.N. Wilkinson // *Austral. J. Agric. Res.* – 1963. – Vol. 14. N6. – P. 742-754.
221. Fitzpatrick, E.A. An introduction to soil science / E.A. Fitzpatrick. - NY: Longman Scientific and Technical, 1986. – P. 2-55.
222. Foy, C.D. Tolerance of durum wheat lines to an acid, aluminum-toxic subsoil / C.D. Foy // *Journal of plant nutrition*. - 1996. - №19. – P. 1381-1394.

223. Ghayur, M.N. Radish seed extract mediates its cardiovascular inhibitory effects via muscarinic receptor activation / M.N. Ghayur, A.H. Gilani // *Fundam. Clin Pharmacol.* - 2006. - №20(1). - P. 57–63.
224. Ghosh, D. Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: Role in diabetes and eye function / D. Ghosh, T. Konishi // *Asia Pacific J. Clin. Nutr.* - 2007. - №16. - P. 200–208.
225. Gómez-Campo, C. Morphology and morphotaxonomy of the Tribe Brassiceae. In: Tsunoda S, Hinata K, Gómez-Campo C (eds) *Brassica crops and wild allies* / C. Gómez-Campo. - Japan Scientific Societies Press, Tokyo, 1980. - pp 3–31.
226. Goyeneche, R. Chemical characterization and antioxidant capacity of red radish (*Raphanus sativus* L.) leaves and roots / R. Goyeneche, S. Roura, A. Ponce, A. Vega-Galvez, I. Quispe-Fuentes, E. Uribe, K. Di Scala // *J. Funct. Foods.* - 2015. - №16. - P. 256–264.
227. Gupta, N. Aluminium toxicity and resistance in wheat genotypes / N. Gupta, S.S. Gaurav // *European Journal of Biotechnology and Bioscience.* - 2014. - V.2(4). - P. 26–29.
228. Gutiérrez, R.M.P. *Raphanus sativus* (Radish): Their chemistry and biology / R.M.P. Gutiérrez, R.L. Perez // *Sci. World J.* - 2004. - № 4. - P. 811–837.
229. Hammer, Ø. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis / Ø. Hammer, D.A.T. Harper, P.D. Ryan // *Palaeontol Electron.* - 2001. - №4(1). - P. 1–9.
230. Han, N. Microspore-derived embryo formation and morphological changes during the isolated microspore culture of radish (*Raphanus sativus* L.) / N. Han, S.U. Kim, H.Y. Park, H. Na // *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* - 2014. - №32(3). - P. 382–389. DOI 10.7235/hort.2014.13170.
231. Han, N. Identification and variation of major aliphatic glucosinolates in doubled haploid lines of radish (*Raphanus sativus* L.) / N. Han, H. Na, J. Kim // *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* - 2018. - №36(2). - P. 302–311. DOI 10.12972/kjhst.20180030.
232. Hanson, W.D. Selection for aluminum tolerance in soybeans based on seedling-root growth / W.D. Hanson, E.J. Kamprath // *Agron. J.* - 1979. - №71(4). - P. 581–586.
233. Hoekenga, O.A. AtALMT1, which encodes a malate transporter, is identified as one of several genes critical for aluminum tolerance in Arabidopsis / O.A. Hoekenga, L.G. Maron, M.A. Piñeros, G.M.A. Cancado, J. Shaff, Y. Kobayashi, P.R. Ryan, B. Dong, E. Delhaize, T. Sasaki et al. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* - 2006. - №103(25). - P. 9738–9743. doi: 10.1073/pnas.0602868103
234. Huang, S. Identification of STOP1-Like proteins associated with aluminum tolerance in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) / S. Huang, J. Gao, J. You // *Front. Plant Sci.* - 2018. - №9. - P. 258. doi: 10.3389/fpls.2018.00258
235. Ishida, M. Small variation of glucosinolate composition in Japanese cultivars of radish (*Raphanus sativus* L.) requires simple quantitative analysis for breeding of glucosinolate component / M. Ishida, M. Nagata, T. Ohara, T. Kakizaki, K. Hatakeyama, T. Nishio // *Breed Sci.* - 2012. - №62. - P. 63–70.
236. Ishida, M. Novel glucosinolate composition lacking 4-methylthio-3-butenyl glucosinolate in japanese white radish (*Raphanus sativus* L.) / M. Ishida, T. Kakizaki, Y. Morimitsu, T. Ohara, K. Hatakeyama, H. Yoshiaki, J. Kohori, T. Nishio // *Theor. Appl. Genet.* - 2015. - №128. - P. 2037–2046.

237. Jeong, Y.M. Comparative analysis of the radish genome based on a conserved ortholog set (COS) of Brassica / Y.-M. Jeong, W.-H. Chung, H. Chung et al. // Theor. Appl. Genet. – 2014. - №127. – P. 1975–1989.
238. Jeong, Y.M. Elucidating the triplicated ancestral genome structure of radish based on chromosome-level comparison with the Brassica genomes / Y.M. Jeong, N. Kim, B.O. Ahn, M. Oh, W.H. Chung, H. Chung, S. Jeong, K.B. Lim, Y.J. Hwang, G.B. Kim, S. Baek, S.B. Choi, D.J. Hyung, S.W. Lee, S.H. Sohn, S.J. Kwon, M. Jin, Y.J. Seol, W.B. Chae, K.J. Choi, B.S. Park, H.J. Yu, J.H. Mun // Theor. Appl. Genet. – 2016. - №129. – P. 1357–1372.
239. Jonson, S.K. Direct and indirect selection for grain yield in oats / S.K. Jonson, D.B. Helsel, K.J. Frey // Euphytica. – 1983. - V.32. №2. - P. 407–413.
240. Kabata-Pendias, A. Trace Elements in Soils and Plants. Fourth Edition / A. Kabata-Pendias. - CRC Press. Boca Raton FL, 2010. - 548 pp.
241. Kamei, A. QTL mapping of clubroot resistance in radish (*Raphanus sativus* L.) / A. Kamei, M. Tsuru, N. Kubo, T. Hayashi, N. Wang, T. Fujimura, M. Hirai // Theor. Appl. Genet. - 2010. - №120. – P. 1021–1027.
242. Kaneko, Y. Radish. In: Kole C, editor / Y. Kaneko, C. Kimizuka-Takagi, S.W. Bang, Y. Matsuzawa // Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. New York: Springer. - 2007. - p. 141–60.
243. Kang, J.-N. Induction of Glucoraphasatin Biosynthesis Genes by MYB29 in Radish (*Raphanus sativus* L.) Roots / J.-N. Kang, S.Y. Won, M.-S. Seo, J. Lee, S.M. Lee, S.-J. Kwon, J.S. Kim // Int. J. Mol. Sci. – 2020. - №21. – P. 5721. doi:10.3390/ijms21165721
244. Kawashiro, H. Studies on factors influencing the occurrence of akashin in radish. Influences of temperature and cultivar / H.Kawashiro, H Takeda // Bul. Chiba – Ken. Agric. Experimental. Station 29. – 1988. – P. 63-70.
245. Kim, K.H. 4-Methylthio-butanyl derivatives from the seeds of *Raphanus sativus* and their biological evaluation on anti-inflammatory and antitumor activities / K.H. Kim, E. Moon, S.Y. Kim, S.U. Choi, J.H. Lee, K.R. Lee // J. Ethnopharmacol. – 2014. - №151. – P. 503–508.
246. Kim, J.W. Formation and stabilization of raphasatin and sulforaphene from radish roots by endogenous enzymolysis / J.W. Kim, M.B. Kim, S.B. Lim // Prev. Nutr. Food Sci. – 2015. - №20. P. 119–125.
247. Kitashiba, H. Draft sequences of the radish (*Raphanus sativus* L.) genome / H. Kitashiba, F. Li, H. Hirakawa, T. Kawanabe, Z. Zou, Y. Hasegawa, K. Tonosaki, S. Shirasawa, A. Fukushima, S. Yokoi, Y. Takahata, T. Kakizaki, M. Ishida, S. Okamoto, K. Sakamoto, K. Shirasawa, S. Tabata, T. Nishio // DNA Res. – 2014. №21. - P. 481–490.
248. Kitashiba, H. Genes for bolting and flowering / H. Kitashiba, S. Yokoi, In: T. Nishio, H. Kitashiba (eds) - The Radish Genome, Springer International Publishing, Switzerland, 2017. - pp. 151–163.
249. Khattak, K.F. Nutrient composition, phenolic content and free radical scavenging activity of some uncommon vegetables of Pakistan / K.F. Khattak // Pak. J. Pharm. Sci. – 2011. – №24. – P. 277–283.

250. Ko, H.-C. Comparison of Glucosinolate Contents in Leaves and Roots of Radish (*Raphanus* spp.) / H.-C. Ko, J.-S. Sung, O.-S. Hur, H.-J. Baek, Y.-A. Jeon, B.P. Luitel, K.-Y. Ryu, J.-B. Kim, J.-H. Rhee // Korean J. Plant Res. – 2017. - №30. – P. 579–589.
251. Kobayashi, H. Identification of genome-wide single-nucleotide polymorphisms among geographically diverse radish accessions / H. Kobayashi, K. Shirasawa, N. Fukino, H. Hirakawa, T. Akanuma, H. Kitashiba // DNA Res. – 2020. - №27(1). doi: 10.1093/dnares/dsaa001.
252. Kochian, L.V. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminium tolerance and phosphorus efficiency / L.V. Kochian, O.A. Hoekenga, M.A. Pineros // Annual Review of Plant Biology. – 2004. - №55. – P. 459–493.
253. Kochian, L.V. The physiology, genetics and molecular biology of plant aluminum resistance and toxicity / L.V. Kochian, M.A. Piñeros, O.A. Hoekenga // Plant Soil. – 2005. - №274. – P. 175–195.
254. Kochian, L.V. Plant adaptation to acid soils: The molecular basis for crop aluminum resistance / L.V. Kochian, M.A. Piñeros, J. Liu, J.V. Magalhaes // Annu. Rev. Plant Biol. – 2015. - №66. – P. 571–598. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-043014-114822>
255. Kozar, E.V. Factors affecting DH plants in vitro production from microspores of European radish / E.V. Kozar, E.A. Domblides, A.V. Soldatenko // Vavilovskii Zhurnal Genet. Selektzii. – 2020. - №24(1). – P. 31–39. doi: 10.18699/VJ20.592.
256. Kuang, P. Separation and purification of sulforaphene from radish seeds using macroporous resin and preparative high-performance liquid chromatography / P. Kuang, D. Song, Q. Yuan, R. Yi, X. Lv, H. Liang // Food Chem. – 2013. №136. – P. 342–347.
257. Latypova, G.M. Composition of organic acids in plants of the genus primrose / G.M. Latypova, D.F. Ivanova, R.Ya. Davletshina, O.I. Urazlina // Siberian medical journal. - 2014. - №3. – P. 96–98.
258. Lee, S.S. Properties of self-sterile but cross-fertile allopolyploids synthesized between *Brassica rapa* and *Raphanus sativus* / S.S. Lee, C.Y. Son, J. Kim et al. // Hortic. Environ. Biotechnol. – 2020. - №61. – P. 163–171. <https://doi.org/10.1007/s13580-019-00206-9>
259. Lewis-Jones, L.J. Genetic divergence in four species of the genus *Raphanus*: implications for the ancestry of the domestic radish *R. sativus*. L.J. Lewis-Jones, J.P. Thorpe, G.P. Wallis // Biol. J. Linn. Soc. – 1982. - №18. – P. 35–48.
260. Li, F. Extensive chromosome homoeology among Brassiceae species were revealed by comparative genetic mapping with high-density EST-based SNP markers in radish (*Raphanus sativus* L.) / F. Li, Y. Hasegawa, M. Saito, S. Shirasawa, A. Fukushima, T. Ito, H. Fujii, S. Kishitani, H. Kitashiba, T. Nishio // DNA Res. – 2011. - №18. – P. 401–411.
261. Li, Z. Profiling of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of 12 Cruciferous Vegetables / Z. Li, H.W. Lee, X. Liang, D. Liang, Q. Wang, D. Huang, C.N. Ong // Molecules. - 2018. - №23. – P. 1139.
262. Lichter, R. Efficient yield of embryoids by culture of isolated microspores of different Brassicaceae species / R. Lichter // Plant Breed. - 1989. - №103. - P. 119–123.

263. Ligaba, A. Maize ZmALMT2 is a root anion transporter that mediates constitutive root malate efflux / A. Ligaba, L. Maron, J. Shaff, L. Kochian, M. Piñeros // *Plant Cell Environ.* – 2012. - №35(7). – P. 1185–1200. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2011.02479.x>
264. Lima, P. The kitchen garden / P. Lima. - Key porter books: Toronto, 1992. - P. 67-78.
265. Lin-Tong, Y. Roles of organic acid anion secretion in aluminium tolerance of higher plants / Y. Lin-Tong, Q. Yi-Ping, J. Huan-Xin, Ch. Li-Song // *BioMed Research International.* – 2013. – P. 16 <https://doi.org/10.1155/2013/173682>
266. Linnaei, C. Spec. plant. / C. Linnaei – 1753. – T.1.
267. Lü, N. Genetic diversity of cultivated and wild radish and phylogenetic relationships among *Raphanus* and *Brassica* species revealed by the analysis of trnK/matK sequence / N. Lü, K. Yamane, O. Ohnishi // *Breed Sci.* - 2008. - №58. – P. 15–22.
268. Lugasi, A. Flavonoid aglycons in foods of plant origin. I. Vegetables / A. Lugasi, J. Hovari // *Acta Aliment.* – 2000. - №29. – P. 345–352.
269. Luo, X. Protective effects of radish (*Raphanus sativus* L.) leaves extract against hydrogen peroxide-induced oxidative damage in human fetal lung fibroblast (MRC-5) cells / X. Luo, H. Zhang, Y. Duan, G. Chen. // *Biomed. Pharmacother.* – 2018. - №103. – P. 406–414.
270. Ma, J.F. Syndrome of aluminum toxicity and diversity of aluminum resistance in higher plants / J.F. Ma // *Int. Rev. Cytol.* - 2007. - №264. – P. 225–252. [https://doi.org/10.1016/S0074-7696\(07\)64005-4](https://doi.org/10.1016/S0074-7696(07)64005-4)
271. Ma, J.F. Molecular mechanisms of Al tolerance in gramineous plants / J.F. Ma, Z.C. Chen, R.F. Shen // *Plant Soil.* – 2014. - №381. – P. 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2073-1>
272. Makino, T. Observations on the Flora of Japan / T. Makino. – Bot.Mag. Tokyo, 1909. - v.23 №267.
273. Manivannan, A. Deciphering the Nutraceutical Potential of *Raphanus sativus* - A Comprehensive Overview / A. Manivannan, J.-H. Kim, D.-S. Kim, E.-S. Lee, H.-E. Lee // *Nutrients.* – 2019. - №11. – P. 402; doi:10.3390/nu11020402
274. Maslennikov, P.V. Content of phenolic compounds in medicinal plants of the Botanical Garden / P.V. Maslennikov, G.N. Chupakhina, L.N. Skrypnik // *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya biologicheskaya.* – 2013. - №5. – P. 551–557.
275. Matera, R. Identification and analysis of isothiocyanates and new acylated anthocyanins in the juice of *Raphanus sativus* cv. Sango sprouts / R. Matera, S. Gabbanini, G.R. De Nicola, R. Iori, G. Petrillo, L. Valgimigli // *Food Chem.* – 2012. - №133. – P. 563–572.
276. McNeilly, N. A rapid method for screening barley for aluminum tolerance / N. McNeilly // *Euphytica.* - 1982. - V. 31(1). - P. 237–239.
277. Melo, J.O. Repeat variants for the SbMATE transporter protect sorghum roots from aluminum toxicity by transcriptional interplay in cis and trans / J.O. Melo, L.G. Martins, B.A. Barros, M.R. Pimenta, U.G. Lana, C.E. Duarte, M.M. Pastina, C.T. Guimaraes, R.E. Schaffert, L.V. Kochian et al. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 2019. - №116(1). – P. 313–318. doi: 10.1073/pnas.1808400115
278. Miller, Ph. The gardener s dictionary / Ph. Miller. – 1768.

279. Misin, V.M. Seasonal dynamics of changes in the content of phenolic antioxidants in plantain and dandelion leaves / V.M. Misin, N.N. Sazhina, A.Iu. Zav'ialov // *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*. - 2010. - №3. – P. 103–106.
280. Mitsui, Y. The radish genome and comprehensive gene expression profile of tuberous root formation and development / Y. Mitsui, M. Shimomura, K. Komatsu, N. Namiki, M. Shibata-Hatta, M. Imai, Y. Katayose, Y. Mukai, H. Kanamori, K. Kurita, T. Kagami, A. Wakatsuki, H. Ohyanagi, H. Ikawa, N. Minaka, K. Nakagawa, Y. Shiwa, T. Sasaki // *Sci. Rep.* – 2015. - №5. – P.10835.
281. Moghe, G.D. Consequences of whole-genome triplication as revealed by comparative genomic analyses of the wild radish *Raphanus raphanistrum* and three other *Brassicaceae* species / G.D. Moghe, D.E. Hufnagel, H. Tang et al. // *Plant Cell*. – 2014. - №26. – P. 1925–37.
282. Mun, J.H. Construction of a reference genetic map of *Raphanus sativus* based on genotyping by whole-genome resequencing / J.H. Mun, H. Chung, W.-H. Chung, M. Oh, Y.-M. Jeong, N. Kim, B.O. Ahn, B.-S. Park, S. Park, K.-B. Lim, Y.-J. Hwang, H.-J. Yu // *Theor. Appl. Genet.* - 2015. - №128. – P. 259–272.
283. Nakamura, M. The enzymic formation and degradation of starch / M. Nakamura, K. Jamazaki, B. Mauro // *J. agr. Vhem. Soc. Jap.* – 1951. - v. 24.
284. Nakamura, S. Studies on the flowering response of some European Varieties of radish (*Raphanus sativus* L.) / S. Nakamura // *Mem. Fac. Shiga Univ. Nat. Sci.* – 1986. - V. 36. - P. 32-57.
285. Nishio, T. Polymorphism of self-incompatibility genes. The Radish Genome / T. Nishio, K. Sakamoto, In: T. Nishio, H. Kitashiba eds. - Springer: Cham., 2017. - pp. 177–188.
286. Ogra, Y. Identification of selenohomolanthionine in selenium-enriched Japanese pungent radish / Y. Ogra, T. Kitaguchi, K. Ishiwata, N. Suzuki, Y. Iwashita, K.T. Suzuki // *J. Anal. At. Spectrom.* - 2007. - №22. – P. 1390–1396.
287. Otsuki, T. Acylated anthocyanins from red radish (*Raphanus sativus* L.) / T. Otsuki, H. Matsufuji, M. Takeda, M. Toyoda, Y. Goda // *Phytochemistry*. – 2002. - №60. – P. 79–87.
288. Park, H.R. Meiotic Chromosome Stability and Suppression of Crossover Between Non-Homologous Chromosomes in xBrassicoraphanus, an Intergeneric Allotetraploid Derived from a Cross Between *Brassica rapa* and *Raphanus sativus* / H.R. Park, J.E. Park, J.H. Kim, H. Shin, S.H. Yu, S. Son, G. Yi, S-S. Lee, H. Kim, J.H. Huh // *Front. Plant Sci.* – 2020. - №11. P. 851. doi: 10.3389/fpls.2020.00851
289. Park, S. Developing Customer Oriented Doubled Haploid Inbred Lines of Brassicaceae Vegetables in Korea / S. Park, M.Y. Park, H. Jang, S.W. Jang, S.K. Choi, Y.P. Lim // 21st Crucifer Genetics Conference BRASSICA 2018, 1-4 Juli, Saint-Malo, France, 2018. - pp.19.
290. Patil, G. Extraction dealcoholization and concentration of anthocyanin from red radish / G. Patil, M.C. Madhusudhan, B.B. Ravindra, K.S. Raghavarao // *Chem. Eng. Process.* - 2009. - №48. – P. 364–369.
291. Pawlik, A. Sulforaphene, an isothiocyanate present in radish plants, inhibits proliferation of human breast cancer cells / A. Pawlik, M. Wala, A. Hac, A. Felczykowska, A. Herman-Antosiewicz // *Phytomedicine*. – 2017. - №29. – P. 1–10.

292. Pedrero, Z. Selenium species bioaccessibility in enriched radish (*Raphanus sativus*): A potential dietary source of selenium / Z. Pedrero, Y. Madrid, C. Camara // J. Agric. Food Chem. – 2006. - №54. – P. 2412–2417.
293. Peng, W. Characterization of the soybean GmALMT family genes and the function of GmALMT5 in response to phosphate starvation / W. Peng, W. Wu, J. Peng, J. Li, Y. Lin, Y. Wang, J. Tian, L. Sun, C. Liang, H. Liao // J. Integr. Plant Biol. – 2018. - №60. – P. 216–231. DOI: 10.1111/jipb.12604
294. Pérez Gutiérrez, R.M. *Raphanus sativus* (radish): their chemistry and biology / R.M. Pérez Gutiérrez, R.L. Perez // The Scientific World JOURNAL. - 2004. - №4. – P. 811–837.
295. Persoon, C.H. *Raphanus* / C.H. Persoon. – In. Synopsis Plantarum. Paris, 1809, t.2
296. Prakash, S. *Brassica* and its close allies: cytogenetics and evolution / S. Prakash, S.R. Bhat, C.F. Quiros, P.B. Kirti, V.L. Chopra // Plant Breed. Rev. - 2009. - №31. – P. 21–187.
297. Ramirez, D. Functional Ingredients from Brassicaceae Species: Overview and Perspectives / D. Ramirez, A. Abellán-Victorio, V. Beretta, A. Camargo, D.A. Moreno // Int. J. Mol. Sci. – 2020. - №21. – P. 1998. doi:10.3390/ijms21061998
298. Raj, J. Phytoremediation of aluminium and lead using *Raphanus sativus*, *Vigna radiata* and *Cicer arietinum* / J. Raj, L.R. Jeyanthi // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. – 2014. - №6(5). – P. 1148-1152.
299. Reichenbach, L. *Raphanus* L. / L. Reichenbach. – Flora Germanica Excursoria, 1831-1832. - 656 pp.
300. Roy, A.K. Some aspects of aluminum toxicity in plants / A.K. Roy, A. Sharma, G. Talukder // The Botanical Review. - 1988. - V. 54(2). - P. 145-178.
301. Sampieva, K.T. Study of the effects of certain aminoacids in hypoxic hypoxia / K.T. Sampieva, G.M. Oganova, M.N. Ivashev, R.E. Chuklin, A.K. Huseynov // Biomedicine. - 2010. - №4. – P. 122-123.
302. Sazhina, N.N. Measurement of the total content of phenolic compounds in various parts of medicinal plants / N.N. Sazhina, V.M. Misin // Khimiia rastitel'nogo syr'ia. - 2011. - №3. – P. 149–152.
303. Schreiner, M. Seasonal climate effects on root colour and compounds of red radish / M. Schreiner, S. Huyskens-Keil, P. Peters // J. Sc. Food Agr. – 2002. - Vol.82. - iss. 11. - P. 1325-1333.
304. Schulz, O.E. Cruciferae. Die natürlichen Pflanzenfamilien / O.E. Schulz. - 2nd edn. Engelmann, Leipzig, 1936. - pp 227–658.
305. Seiichiro, N. Lipids in vegetables. III. Variation of lipids and fatty acid composition in seed and growth stage of Chinese vegetable (part 2) / N. Seiichiro, T. Kenjiro, N. Ikuko, M. Kayo // Kenkyu Hokoku-Miyazaki Daigaku Nogakubu. - 1984. - №31. – P. 45–56.
306. Shilova, I.V. Aminoacid and elemental composition of the active fraction of the Siberian knyazhik / I.V. Shilova, N.V. Baranovskaya, A.I. Syrchina, O.V. Baranova, V.V. Dudko, A.A. Semenov, N.I. Suslov // Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry. - 2008. - №3. – P. 34-37.

307. Shirasawa, K. An EST-SSR linkage map of *Raphanus sativus* and comparative genomics of the Brassicaceae / K. Shirasawa, M. Oyama, H. Hirakawa, S. Sato, S. Tabata, T. Fujioka, C. Kimizuka-Takagi, S. Sasamoto, A. Watanabe, M. Kato, Y. Kishida, M. Kohara, C. Takahashi, H. Tsuruoka, T. Wada, T. Sakai, S. Isobe // DNA Res. - 2011. - №18. – P. 221–232.
308. Shkrobotko, P.Yu. Aminoacid composition of underground organs of valerian Fori and valerian elderberry / P.Yu. Shkrobotko, D.M. Popov, N.S. Fursa // Pharmacy. - 2009. - №7. -19-23.
309. Shulyakovskaya, T.A. Dynamics of aminoacid content in the kidneys and leaves of *Betula pubescens* and *B. pendula* (Betulaceae) during the growing season / T.A. Shulyakovskaya, L.V. Vetchinnikova, A.V. Repin, S.M. Schroeder // Plant resources. - 2007. - №43(4). – P. 87-94.
310. Shyamala, G. An analysis of chemical constituents of *Raphanus sativus* / G. Shyamala, P.N. Singh // Proc. Natl. Acad. Sci. India Sect. B. – 1987. - №57. – P. 157–159.
311. Sokolova, L.G. Zonal cultivars of field crops as a reserve for the phytoremediation of fluorides polluted soils / L.G. Sokolova, S.Y. Zorina, E.N. Belousova // International journal Phytoremediation. – 2019. - №21(6). – P. 577-582. Doi 10.1080/15226514.2018.1540545
312. StatSoft, Inc., Electronic Statistics Textbook (Electronic Version), StatSoft, Inc., Tulsa, 2013. <http://www.statsoft.com/textbook/>
313. Stoehr, H. Phenolic acids of vegetables. III. Hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acids of root vegetables / H. Stoehr, K. Herrmann // Z. Lebensm. Unters. Forsch. – 1975. - №159. – P. 219–224.
314. Sun, X. Transcriptome-based gene expression profiling identifies differentially expressed genes critical for salt stress response in radish (*Raphanus sativus* L.) / X. Sun, L. Xu, Y. Wang, X. Luo, X. Zhu, K.B. Kinuthia, S. Nie, H. Feng, C. Li, L. Liu / Plant Cell Rep. – 2016. - №35. – P. 329–346.
315. The Plant List, <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=raphanus>
316. Tsumuraya, Y. Arabinogalactan-proteins from primary and mature roots of Radish (*Raphanus sativus* L.) / Y. Tsumuraya, K. Ogura, Y. Hashimoto, H. Muroyama, S. Yamamoto // Plant Physiol. – 1988. - №86. – P. 155–160.
317. Tsuro, M. Mapping of QTLs controlling root shape and red pigmentation in radish, *Raphanus sativus* L. / M. Tsuro, K. Suwabe, N. Kubo, S. Matsumoto, M. Hirai // Breed. Sci. - 2008. - №58. P. 55–61.
318. Tuncer, B. Callus formation from isolated microspore culture in radish (*Raphanus sativus* L.) / B. Tuncer / J. Anim. Plant Sci. – 2017. - №27(1). – P. 277-282.
319. Wallace, T.C. Anthocyanins in cardiovascular disease / T.C. Wallace // Adv. Nutr. Inter. Rev. J. – 2011. – №2. – P. 1–7.
320. Wang, L.-S. Anthocyanins and their role in cancer prevention / L.-S. Wang, G.D. Stoner // Cancer Lett. – 2008. - №269. – P. 281–290.
321. Wang, S. Transcriptome analysis of the roots at early and late seedling stages using Illumina paired end sequencing and development of EST-SSR markers in radish / S. Wang, X. Wang, Q. He et al. // Plant Cell Rep. – 2012. – №31. – P. 1437–1447.

322. Wang, Y. *De novo* transcriptome sequencing of radish (*Raphanus sativus* L.) and analysis of major genes involved in glucosinolate metabolism / Y. Wang, Y. Pan, Z. Liu et al. // BMC Genomics. – 2013. - №14. – P. 836.
323. Wang, Y. Transcriptome profiling of radish (*Raphanus sativus* L.) root and identification of genes involved in response to Lead (Pb) stress with next generation sequencing / Y. Wang, L. Xu, Y. Chen, H. Shen, Y. Gong, C. Limera, L. Liu // PLoS ONE. – 2013. - №8.
324. Wang, H. Physiological characterization of aluminum tolerance and accumulation in tartary and wild buckwheat / H. Wang, R.F. Chen, T. Iwashita, R.F. Shen, J.F. Ma // New Phytol. – 2015. - №205(1). – P. 273–279. doi: 10.1111/nph.13011.
325. Wang, Q.B. Genetic diversity and evolutionary relationship analyses within and among *Raphanus* species using EST-SSR markers / Q.B. Wang, L. Zhang, P.J. Zheng // Mol. Breeding. - 2015. - №35. – P. 62.
326. Wang, Q. A naturally occurring insertion in the *RsFLC2* gene associated with late-bolting trait in radish (*Raphanus sativus* L.) / Q. Wang, Y. Zhang, L. Zhang // Mol. Breed. - 2018. - №38. – P. 137.
327. Wang, R. Genome-wide characterization of differentially expressed genes provides insights into regulatory network of heat stress response in radish (*Raphanus sativus* L.) / R. Wang, Y. Mei, L. Xu, X. Zhu, Y. Wang, J. Guo, L. Liu // Funct. Integr. Genom. – 2018. - №18. – P. 225–239.
328. Warwick, S.I., Black L.D. Phylogenetic implications of chloroplast DNA restriction site variation in subtribes Raphaninae and Cakilineae (Brassicaceae, tribe Brassiceae) / S.I. Warwick, L.D. Black // Can. J. Bot. - 1997. - №75. – P. 960–973.
329. Warwick, S.I. Phylogeny of Brassica and wild relatives. In: Gupta S.K. (ed) Biology and breeding of crucifers / S.I. Warwick, J.C. Hall. - CRC Press, London, 2009. - pp 19–36.
330. Xie, Y. Transcriptome-based gene profiling provides novel insights into the characteristics of radish root response to Cr stress with next-generation sequencing / Y. Xie, S. Ye, Y. Wang, L. Xu, X. Zhu, J. Yang, H. Feng, R. Yu, B. Karanja, Y. Gong et al. // Front. Plant Sci. – 2015. - №6. – P. 202.
331. Xiaohui, Z. A *de novo* genome of a Chinese radish cultivar / Z. Xiaohui, Y. Zhen, M. Shiyoung et al. // Hortic. Plant J. – 2015. - №1. – P. 155–164.
332. Xu, L. *De novo* sequencing of root transcriptome reveals complex cadmium-responsive regulatory networks in radish (*Raphanus sativus* L.) / L. Xu, Y. Wang, W. Liu, J. Wang, X. Zhu, K. Zhang, R. Yu, R. Wang, Y. Xie, W. Zhang et al. // Plant Sci. – 2015. - №236. – P. 313–323.
333. Yamagishi, H. Speciation and diversification of radish. In: The Radish Genome / H. Yamagishi. - Springer International Publishing, Switzerland, 2017. - 11–30 pp.
334. Yi, G. Identification of three FLOWERING LOCUS C genes responsible for vernalization response in radish (*Raphanus sativus* L.) / G. Yi, H. Park, J.S. Kim, W.B. Chae, S. Park, J.H. Huh // Hortic. Environ. Biotechnol. - 2014. - №55. – P. 548–56.
335. Yi, G. Root Glucosinolate Profiles for Screening of Radish (*Raphanus sativus* L.) Genetic Resources / G. Yi, S. Lim, W.B. Chae, J.E. Park, H.R. Park, E.J. Lee, J.H. Huh // J. Agric. Food Chem. – 2015. - №64. – P. 61–70.

336. Yokosho, K. Isolation and characterisation of two *MATE* genes in rye / K. Yokosho, N. Yamaji, J.F. Ma // Functional Plant Biology. – 2010. - №37(4). – P. 296–303. <https://doi.org/10.1071/FP09265>
337. Yu, R. De novo taproot transcriptome sequencing and analysis of major genes involved in sucrose metabolism in radish (*Raphanus sativus* L.) / R. Yu, L. Xu, W. Zhang et al. // Front. Plant Sci. – 2016. - №7. – P. 585.
338. Yu, X. Comparative mapping of *Raphanus sativus* genome using *Brassica* markers and quantitative trait loci analysis for the Fusarium wilt resistance trait / X. Yu, S.R. Choi, N. Ramchiary et al. // Theor. Appl. Genet. – 2013. - №126. – P. 2553–62.
339. Yu, X. Quantitative trait loci for morphological traits and their association with functional genes in *Raphanus sativus* / X. Yu, S.R. Choi, V. Dhandapani, J.J. Rameneni, X. Li, W. Pang, J.Y. Lee, Y.P. Lim / Front. Plant. Sci. – 2016. – №7. – P. 255.
340. Zhan, Z. Cytological and morphological analysis of hybrids between *Brassicoraphanus*, and *Brassica napus* for introgression of clubroot resistant trait into *Brassica napus* L. / Z. Zhan, C.C. Nwafor, Z. Hou, J. Gong, B. Zhu, Y. Jiang et al. // PLoS ONE. – 2017. -№12(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177470>
341. Zhang, K. Ecological toxicity of aluminum-based coagulant on representative corps in neutral environment / K. Zhang, Q. Zhou // The journal of applied ecology. – 2005. - №16(11). – P. 2173-7.
342. Zou, Z. QTL analysis using SNP markers developed by next-generation sequencing for identification of candidate genes controlling 4-methylthio-3-butenyl glucosinolate contents in roots of radish, *Raphanus sativus* L. / Z. Zou, M. Ishida, F. Li et al. // PLoS One. – 2013. -№8.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Список изученных образцов редиса

№	№ каталога	Название образца	Происхождение
<i>R. sativus</i> subsp. <i>sativus</i> convar. <i>radicula</i> (Pers.) Sazon. var. <i>rubescens</i> Sinsk. – Редис розово-красный			
Сортотип Красный овально-округлый			
1	187	Saxa	Германия
2	1545	Испанский	Россия
3	1566	Ранний шарлаховый круглый	США
4	1703	Pernot retek	Венгрия
5	1742	Dreienbrunnen	Германия
6	1816	Рубин харьковский	Украина
7	2083	Saxa	Чили
8	2111	Champion	Чили
9	2120	Местный	Турция
10	2127	Rosso Quarantino	Италия
11	2133	Cherry Belle	Танзания
12	2154	Saxa 455 Extra chort Top Osená	Дания
13	2165	Novi red Sel	Нидерланды
14	2166	Neoro	Нидерланды
15	2167	KD	Нидерланды
16	2170	Ранний красный	Россия
17	2185	Ognista kula	Польша
18	2191	Чемпион	Великобритания
19	2192	Vetomag	Венгрия
20	2193	Изящный	Болгария
21	2198	Коралл	Чехия
22	2202	Inca	Нидерланды
23	2203	Feuerkugel	Германия
24	2210	Саратовский	Россия
25	2219	Lubimi	Болгария
26	2220	Местный	Сирия
27	2228	Revosa	Нидерланды
28	2239	Eroica	Нидерланды
29	2241	Kokarde	Нидерланды
30	2246	Amora	Нидерланды
31	2248	Cherry Belle	Нидерланды
32	2250	Ronde helderrode broei	Нидерланды
33	2251	Helro	Великобритания
34	2255	Scarlet Knight	США
35	2299	Saxa	Швеция
36	2325	Гиочел (Ярна)	Молдавия
37	2343	Saxa	Исландия
38	2369	Flevo	Нидерланды
39	2377	Certus	Германия
40	2400	Helro	Великобритания
41	2404	Bov	Нидерланды

42	2405	Minitas	Нидерланды
43	2408	Notar	Нидерланды
44	2415	Местный	Турция
Сортотип Розово-красный овальный			
45	1858	Early Scarlet Globe	США
46	1925	Scarlet globe	Канада
47	1936	Early Comet	Канада
48	1941	Cavalier bright scarlet	Канада
49	2476	Early scarlet globe	США
Сортотип Светло-розовый овальный			
50	2451	Фламинго розовый	Россия
Сортотип Темно-красный округлый			
51	551	Красный	Турция
52	1846	Wurzburger	Нидерланды
53	2141	Местный	Иран
54	2196	Местный	Ливан
Сортотип Красный длинный			
55	2100	Bartender Red	Чили
56	2105	Long Scarlet	Чили
57	2231	Vates' long scarlet	Эфиопия
58	2302	Long rouge arabi	Ливия
59	2341	Largo rojo de mallorca	Испания
var. <i>striatus</i> Sinsk. – Редис пестрый			
Сортотип Розово-красный с белым кончиком округлый			
60	1543	Розово-красный с белым кончиком	Россия
61	1615	Червѣнге с обѣм опашка	Болгария
62	2010	Round Red white Tip	Дания
63	2019	Early scarlet turnip	США
64	2086	Perondo punta blanca	Чили
65	2097	Scarlet turnip white tip	Чили
66	2130	Местный	Азербайджан
67	2156	National rond rose about blanc	Алжир
68	2168	Gaudry	Нидерланды
69	2313	Datil encarnalo	Испания
70	2375	Rund halbrod halbweiss	Дания
71	2380	Rund rosen rod Vitspetsig	Швеция
72	2393	Crimson Giant	Канада
73	2402	Rabanito	Аргентина
Сортотип Розово-красный с белым кончиком цилиндрический			
74	64	Demi-long ecarlata a boret blanc	Франция
75	1762	Ohlsens Enke Halflong	Дания
76	1839	De 18 jours	Франция
77	1855	Amager	Финляндия
78	1939	French Breakfast	Пакистан
79	2175	Pernot OJO/52	Швеция
80	2176	Delikat	Швеция
81	2180	Oval Amager	Швеция
82	2197	De Pontvil	Франция
83	2199	De Pomtaise demi-long rose about blanc	Франция

84	2234	Sermino	Франция
85	2245	Местный	Аргентина
86	2311	1/2 Lorgo Rojo punta Blanca	Испания
87	2366	Pernot	Франция
88	2371	Safir	Дания
89	вр. 2948	Французский завтрак	Литва
var. <i>radicula</i> – Редис белый			
Сортотип Белый длинный			
90	1546	Московский паровой	Россия
91	1933	Icicle	Канада
92	2087	White Icicle	Чили
93	2122	IstapN 1687	Турция
94	2136	Balady	Венгрия
95	2188	Candela di ghiaccio	Италия
96	2347	Syla	Дания
97	2379	Без названия	Ливан
98	2383	Jegcsap	Венгрия
99	2424	Местный	Бурунди
Сортотип Белый круглый			
100	2106	White Globe Hailstone	Чили
101	Вр.3266	Моховский	Россия
var. <i>chloris</i> Alef. – Редис желтый.			
Сортотип Желтый круглый			
102	2222	Janosnapi	Венгрия
103	2360	Helios	Чехия
<i>R. sativus</i> subsp. <i>sinensis</i> Sazon. et Stankev. convar. <i>sinensis</i> var. <i>roseus</i> Sazon. – Редис розовый			
Сортотип Красный длинноцилиндрический цельнолистный			
104	1176	Без названия	Западный Китай
105	1667	Красный великан	Россия
106	1871	Розовый	Россия
107	1879	Long scarlet	Индия
108	2187	Местный	Азербайджан
109	2217	Местный	Афганистан
110	2260	Местный	Россия
Сортотип Красно-розовый короткоцилиндрический цельнолистный			
111	1946	Дарози сурх местный	Таджикистан
Сортотип Красный округлый лировиднолистный			
112	1233	Дунганский	Западный Китай
var. <i>sinensis</i> – Редис белый			
Сортотип Белый круглый цельнолистный			
113	1666	Вировский белый	Россия
114	1921	Белый круглый	Китай
115	1923	Местный белый округлый	Китай

Приложение 2

Список изученных образцов редьки

№	№ Каталога	Название образца	Происхождение
<i>R. sativus</i> subsp. <i>sativus</i> convar. <i>sativus</i> Sazon. var. <i>sativus</i> Sazon. – Редька летняя белая сортотип Летняя белая округлая			
1	1675	Белая Аджарская	Грузия
2	1833	Одесская 5	Белоруссия
3	2163	Майская белая	Россия
convar. <i>hybernus</i> (Alef.) Sazon. var. <i>niger</i> (L.) Sinsk. – Редька зимняя черная сортотип Зимняя черная круглая			
4	1685	Runder schwarzer	Австрия
5	1722	Round Black Spanish	Нидерланды
6	1778	Зимняя круглая черная	Германия
7	1870	Round Black Spanish	Канада
8	1892	Darwish Ali	Египет
9	1915	Зимняя круглая черная	Россия
10	1971	Round Black Spanish	США
11	2012	Runder schwarzer	Германия
12	2084	Round Black Spanish	США
13	2115	Черная	Россия
14	2124	Без названия	Турция
15	2182	Дзиуная	Белоруссия
var. <i>hybernus</i> – Редька зимняя белая сортотип Зимняя белая круглая			
16	1499	Зимняя белая	Россия
17	1914	Зимняя круглая белая	Россия
18	2025	Сквирская белая	Украина
<i>R. sativus</i> subsp. <i>sinensis</i> convar. <i>lobo</i> Sazon. et Stankev. var. <i>lobo</i> – Редька китайская (лоба) белая сортотип Белая длинно-цилиндрическая			
19	698	Без названия	Малая Азия
20	1805	Без названия	Узбекистан
21	1891	Анбенму	Ю. Корея
22	1902	Белая зеленоголовая	Китай
23	1913	Лоба	Ю. Корея
24	1978	Местная	Киргизия
25	2021	Местная	Казахстан
26	2074	Местная	Египет
27	2101	Chinese white winter	Чили
28	2107	Рындрадохин боммуу	Ю. Корея
29	2122	Bai cu	Вьетнам
80	2138	Prince altali	Ю. Корея
30	2151	Altari-mu	Ю. Корея
31	2153	Euisungbanchung	Ю. Корея

32	2173	Iangsu	Ю. Корея
var. <i>virens</i> Sazon. – Лоба зеленая			
сортотип Зеленая цилиндрическая			
33	1815	Маргиланская	Узбекистан
34	1816	Белозеленая	Казахстан
35	1825	Лоба китайская	Китай
36	1865	Вэй-сян	Китай
37	2000	Местная	Узбекистан
38	2148	Местная	Казахстан
var. <i>rubidus</i> Sazon. – Лоба розово-красная			
сортотип Красная цилиндрическая лировиднолистная			
39	725	-	Малая Азия
40	1903	Красная	Китай
41	1906	Red ball of Changchou	Китай
42	2014	Местная	Иран
сортотип Красная округлая лировиднолистная			
43	1895	Хун-дын-лун	Китай
44	1967	Местная	Афганистан
45	1983	Нежная	Россия
46	2094	Ara-suji	Япония
47	2100	№129	Монголия
сортотип Розово-красная цилиндрическая цельнолистная			
48	1857	Чан-шуй-лобо	Китай
49	1935	Nerima Pointed rooted	Япония
<i>R. sativus</i> subsp. <i>acanthiformis</i> (Blanch.) Stankev. conv. <i>minowase</i> (Kitam.) Sazon. – Редька японская (дайкон) весенне-летняя var. <i>minowase</i> Kitam. – дайкон белый			
сортотип Камейдо			
50	1958	Nakatra haruwaka	Япония
51	2033	Turnip	Япония
52	2112	Саката Тэнсюн	Япония
53	2134	Eifuku 2	Япония
54	2161	Харйоу	Япония
55	2170	Nongwoo-iljin	Ю. Корея
56	2183	Гасцинец	Белоруссия
сортотип Миновасе			
57	2111	Миногоки №2	Япония
58	2132	Faibyoo ookura	Япония
59	2155	Местная	Япония
60	2156	Лебидка	Украина
61	2157	Нацу Салари	Япония
62	2159	Ясато рисо	Япония
63	2184	Cheng sugeng zung	Ю. Корея
сортотип Ниненго			
64	1946	Unsen-4-gatsu	Япония
65	2063	Unzen shigatsu	Япония
66	2110	Коно Хаяабутори	Япония

67	2160	Акасудзи	Япония
convar. <i>acanthiformis</i> (Blanch) Stankev. – Дайкон осеннее-зимний			
сортотип Миясиге			
68	1972	Sluio-miyashige	Япония
69	2034	Миясигэ Оонага	Япония
70	2093	Mijshige long pointed rooted	Япония
71	2113	Kuoba Каупуо	Япония
72	2128	Haruyosi 360	Япония
73	2133	Eifuku	Япония
74	2136	Shinuchi Sobutori	Япония
75	2137	All season cross	Япония
76	2158	Синсюу Дзи	Япония
77	Вр.3337	Петербургский	Россия
сортотип Сакураджима			
78	1942	Wase-Sakuraji'ma	Япония
сортотип Шогоин			
79	2142	Саха	Россия
сортотип Сироагири			
81	2175	Saedon	Ю. Корея
82	2177	Back-ok	Ю. Корея
83	2178	Shinmyeong	Ю. Корея

Приложение 3

Характеристика образцов редиса по продолжительности вегетативного периода и устойчивости к раннему стеблеванию (I – зимняя теплица, II - весенняя теплица, III – открытый грунт, IV – интенсивная светокультура), среднее за 2016-2018 гг.

№	№ каталога, происхождение	Вегетативный период, дни				Ср, дни	Стеблевание, %/балл		
		I	II	III	IV		II	III	IV
Ультраскороспелая группа									
1	к-1545, Россия	28,0	21,4	20,5	19,8	22,4	8,3/2	14,7/3	7,0/2
CV, %		5,4	8,8	3,1	1,4	15,8	3,1	3,5	0
2	к-1742, Германия	26,8	20,5	21,6	18,5	21,9	13,3/3	16,3/3	8,2/2
CV, %		9,2	10,9	8,1	3,0	16,0	1,9	1,6	3,2
3	к-2111, Чили	26,8	21,8	20,8	20,5	22,5	11,3/3	11,0/3	10,0/2
CV, %		2,8	6,7	5,6	2,7	12,4	2,3	0	0
4	к-2120, Турция	27,2	20,2	20,8	20,5	22,2	3,3/2	3,8/2	48,0/4
CV, %		4,3	7,3	3,6	2,7	14,1	7,7	6,7	0
5	к-2127, Италия	26,5	21,2	21,8	20,5	22,5	2,3/2	8,3/2	0,0/1
CV, %		2,1	5,5	3,4	2,7	11,2	11,3	3,1	0
6	к-2133, Танзания	26,2	21,5	21,5	20,5	22,4	0,0/1	0,0/1	0,0/1
CV, %		5,6	4,9	7,6	2,7	11,3	0	0	0
7	к-2154, Дания	27,2	21,5	20,5	20,5	22,8	0,0/1	0,0/1	0,0/1
CV, %		4,3	4,9	2,7	2,7	13,1	0	0	0
8	к-2167, Нидерланды	26,2	20,5	21,5	20,5	22,2	1,3/2	4,3/2	0,0/1
CV, %		5,6	9,1	4,9	2,7	12,2	19,4	6	0
9	к-2185, Польша	27,2	22,5	21,8	20,5	23,0	0,0/1	0,0/1	0,0/1
CV, %		2,8	7,3	5,4	2,7	12,0	0	0	0

10	к-2192, Венгрия	27,2	21,8	20,8	20,5	22,6	3,3/2	0,0/1	0,0/1
	CV, %	4,3	5,4	3,6	2,7	12,8	7,7	0	0
11	к-2198, Чехия	27,8	21,8	21,5	20,5	22,9	0,0/1	0,0/1	4,0/2
	CV, %	4,2	6,7	4,9	2,7	13,6	0	0	0
12	к-2202, Нидерланды	27,8	21,2	21,5	18,5	22,3	2,0/2	5,8/2	5,0/2
	CV, %	4,2	5,5	7,6	3,0	16,5	0	4,4	0
13	к-2343, Исландия	26,8	21,2	22,5	19,5	22,5	8,3/2	11,8/3	19,0/3
	CV, %	2,8	13,3	7,3	2,8	14,2	3,1	2,2	0
14	к-2371, Дания	28,2	21,5	20,5	20,5	22,7	3,3/2	1,0/2	11,0/3
	CV, %	5,2	4,9	2,7	2,7	15,0	7,7	0	0
15	к-2402, Аргентина	28,2	21,8	21,5	20,5	23,0	55,3/5	65,0/5	55,0/5
	CV, %	5,2	5,4	4,9	2,7	14,2	0,5	0	0
16	к-2404, Нидерланды	27,2	21,5	22,8	20,5	23,0	0,0/1	0,0/1	0,0/1
	CV, %	4,3	4,9	6,4	2,7	12,2	0	0	0
Скороспелая группа									
17	к-187, Германия	30,3	21,7	23,0	-	25,0	22,3/4	15,0/3	-
	CV, %	6,1	5,6	7,3		16,7	1,2	0,0	-
18	к-1543, Россия	33,8	23,3	23,3	21,0	25,4	15,8/3	16,3/3	38,0/4
	CV, %	3,2	5,2	5,0	5,2	20,3	4,3	1,6	0
19	к-1566, США	33,5	22,6	22,5	21,5	25,0	8,2/2	5,3/2	0,0/1
	CV, %	5,0	9,7	6,6	2,5	20,9	3,2	4,8	0
20	к-1615, Болгария	31,3	23,0	23,3	-	25,8	40,4/4	35,0/4	-
	CV, %	4,3	4,6	4,7		15,8	0,5	0	-
21	к-1762, Дания	31,5	22,5	23,8	20,5	24,6	20,8/3	23,7/4	0,0/1
	CV, %	5,2	4,7	6,2	2,7	17,9	1,2	2,2	0
22	к-1816, Украина	30,5	21,8	22,5	-	24,9	3,3/2	8,0/2	-
	CV, %	5,4	6,7	4,7		17,1	7,4	0	-
23	к-1839, Франция	29,8	22,2	22,5	-	24,8	10,3/2	12,3/3	-
	CV, %	7,2	6,6	4,7		15,9	2,5	2,1	-
24	к-1855, Финляндия	30,2	25,2	22,2	-	25,8	12,3/3	15,3/3	-
	CV, %	3,9	4,6	3,4		13,7	2,1	1,7	-
25	к-1858, США	35,2	23,8	21,8	20,5	25,3	3,3/2	3,3/2	0,0/1
	CV, %	5,5	4,9	5,4	2,7	23,9	7,7	7,7	0
26	к-1936, Канада	29,2	24,8	22,5	20,5	24,3	4,8/2	16,3/3	0,0/1
	CV, %	9,6	5,9	7,3	2,7	15,2	5,3	1,6	0,0
27	к-2010, Дания	31,5	22,2	21,3	20,5	23,9	20,8/3	25,8/4	17,3/3
	CV, %	5,9	3,4	6,4	2,7	19,6	1,2	1,0	0
28	к-2019, США	31,8	22,8	23,7	20,5	24,7	52,3/5	49,8/4	20,0/3
	CV, %	3,7	3,3	6,4	2,7	18,1	0,5	0,5	0,0
29	к-2083, Чили	32,2	20,5	22,5	22,5	24,4	15,3/3	11,8/3	25,0/4
	CV, %	2,3	5,1	2,4	2,4	19,2	1,7	2,2	0,0
30	к-2086, Чили	28,8	21,5	21,5	20,5	23,1	6,3/2	15,8/3	22,0/4
	CV, %	8,0	4,9	4,9	2,7	15,8	4,1	1,6	0,0
31	к-2097, Чили	33,2	23,8	23,2	20,5	25,2	17,3/3	37,3/4	13,0/3
	CV, %	2,3	4,9	3,2	2,7	19,7	1,5	0,7	0
32	к-2130, Азербайджан	32,2	24,2	23,5	20,5	25,1	5,8/2	14,8/3	48,0/4
	CV, %	7,2	6,1	4,5	2,7	18,4	4,4	1,7	0
33	к-2156, Алжир	27,2	22,5	23,8	20,5	23,5	0,0/1	0,0/1	0,0/1
	CV, %	2,8	7,3	4,9	2,7	11,4	0	0	0
34	к-2165, Нидерланды	30,5	23,2	22,2	20,5	24,1	11,3/3	14,3/3	12,0/3

	CV, %	3,4	5,0	3,4	2,7	16,6	2,3	1,8	0
35	к-2166, Нидерланды	29,8	21,8	20,8	20,5	23,3	9,8/2	8,8/2	12,0/3
	CV, %	4,9	6,7	3,6	2,7	17,4	2,6	2,9	0
36	к-2168, Нидерланды	29,5	25,5	24,0	20,5	24,9	10,8/2	14,8/3	14,0/3
	CV, %	6,3	2,1	5,3	2,7	14,0	2,4	1,7	0
37	к-2170, Россия	28,5	23,2	22,5	20,5	23,7	26,3/4	23,8/4	14,0/3
	CV, %	5,8	5,0	4,7	2,7	13,6	1,0	1,1	0
38	к-2175, Швеция	33,2	21,8	21,2	20,5	24,2	12,8/3	10,8/2	10,0/2
	CV, %	3,5	5,4	5,5	2,7	22,4	2,0	2,4	0
39	к-2176, Швеция	29,0	22,2	21,5	20,5	23,3	17,8/3	16,3/3	0,0/1
	CV, %	8,7	6,6	4,9	2,7	16,0	1,4	1,6	0
40	к-2191, Великобритания	31,2	22,5	23,5	-	25,7	24,3/4	27,3/4	-
	CV, %	4,7	4,7	4,5		16,1	1,1	0,9	-
41	к-2193, Болгария	30,5	22,2	21,2	20,5	23,6	1,3/2	0,0/1	8,0/2
	CV, %	3,4	5,3	3,6	2,7	17,9	19,4	0	0
42	к-2197, Франция	30,2	21,5	21,5	20,5	23,4	3,3/2	3,8/2	0,0/1
	CV, %	2,5	4,9	7,6	2,7	17,6	7,7	6,7	0
43	к-2199, Франция	30,8	23,8	21,8	20,5	24,3	6,8/2	15,8/3	12,0/3
	CV, %	3,8	3,2	3,4	2,7	17,1	3,8	1,6	0
44	к-2203, Германия	30,8	23,2	23,2	-	25,7	6,0/2	8,3/2	100/6
	CV, %	6,3	6,4	6,4	-	15,7	0	3,1	0
45	к-2219, Болгария	27,8	21,8	23,8	20,5	23,5	33,8/4	23,8/3	18,3/3
	CV, %	2,7	6,7	3,2	2,7	12,6	0,8	1,1	4,5
46	к-2228, Нидерланды	27,8	22,8	21,5	20,5	23,2	3,3/2	8,3/2	0,0/1
	CV, %	5,3	3,3	4,9	2,7	13,1	7,7	2,1	0
47	к-2234, Франция	31,5	21,5	21,8	20,5	23,8	8,0/2	8,3/2	0,0/1
	CV, %	5,9	4,9	6,7	2,7	19,8	0	3,1	0
48	к-2239, Нидерланды	28,5	22,8	23,5	22,5	24,3	24,0/4	22,3/4	22,0/4
	CV, %	5,8	6,4	2,3	2,4	11,2	0	1,2	0
49	к-2241 Нидерланды	30,2	23,2	24,2	21,5	24,8	22,3/4	26,3/4	40,0/4
	CV, %	6,4	3,2	3,1	2,5	14,2	1,2	1,0	0
50	к-2245, Аргентина	32,8	22,5	22,5	22,5	25,1	7,0/2	25,3/4	14,0/3
	CV, %	4,5	4,7	2,4	2,	18,6	0,0	1,0	0
51	к-2246, Нидерланды	32,2	23,2	23,8	20,5	24,9	4,3/2	50,0/4	70,0/5
	CV, %	2,3	5,0	6,2	2,7	18,3	6,0	0	0
52	к-2250, Нидерланды	27,8	23,2	22,8	21,5	23,8	24,0/4	22,8/4	50,0/4
	CV, %	4,2	6,4	5,1	2,5	11,2	0	1,1	0
53	к-2251, Великобритания	31,2	21,5	22,2	-	24,9	13,0/3	26,3/4	-
	CV, %	4,7	7,6	6,6		19,1	0	1,0	-
54	к-2255, США	28,2	22,2	23,8	20,5	23,7	11,3/3	12,3/3	35,0/4
	CV, %	5,2	6,6	3,2	2,7	13,1	2,3	2,1	0
55	к-2299, Швеция	29,8	20,8	22,2	-	24,3	2,3/2	3,3/2	-
	CV, %	4,9	5,6	3,4		17,4	11,1	7,7	-
56	к-2311, Испания	32,2	22,5	22,5	-	25,7	9,0/2	11,0/3	-
	CV, %	2,3	2,4	4,7		18,5	0	0	-
57	к-2325, Молдавия	31,2	21,8	22,2	20,5	23,9	23,3/4	22,8/4	22,0/4
	CV, %	4,7	4,5	6,6	2,7	18,7	1,1	1,1	0
58	к-2366, Франция	30,2	22,8	21,8	20,5	23,8	15,3/3	15,8/3	13,0/3

	CV, %	6,4	3,3	3,4	2,7	16,7	1,7	1,6	0
59	к-2369, Нидерланды	28,5	22,5	22,8	20,5	23,6	45,3/4	57,3/5	43,0/4
	CV, %	6,6	7,3	3,3	2,7	13,9	0,6	0,5	0
60	к-2375, Дания	31,5	23,2	23,8	20,5	24,8	14,0/3	23,3/4	0,0/1
	CV, %	5,2	5,0	3,2	2,7	17,4	0	1,1	0
61	к-2380, Швеция	29,2	24,2	24,5	20,5	24,6	17,3/3	60,0/5	10,0/2
	CV, %	9,6	3,1	4,3	2,7	14,1	1,5	0	0
62	к-2393, Канада	33,2	23,5	24,2	20,5	25,3	13,3/3	30,0/4	18,0/3
	CV, %	4,4	4,5	4,8	2,7	19,5	1,9	0	0
63	к-2405, Нидерланды	30,2	21,8	21,5	20,5	23,5	0,0/1	0,0/1	0,0/1
	CV, %	3,9	3,4	4,9	2,7	17,3	0	0	0
64	к-2408, Нидерланды	30,8	23,5	23,8	20,5	24,7	2,5/2	7,0/2	0,0/1
	CV, %	2,4	4,5	3,2	2,7	16,0	0	0	0
65	к-2415, Турция	34,5	22,5	23,2	20,5	25,2	4,0/2	2,5/2	11,0/3
	CV, %	3,0	8,3	6,4	2,7	22,8	0	0	0
66	к-2451, Россия	27,8	22,8	24,5	20,5	23,9	0,0/1	5,0/2	0,0/1
	CV, %	4,2	6,4	4,3	2,7	12,2	0	0	0
67	к-2476, США	30,5	23,2	23,2	20,5	24,3	18,0/3	25,0/4	25,0/4
	CV, %	6,1	3,2	5,0	2,7	16,3	0	0	0
68	вр.2948, Литва	34,2	23,7	23,5	21,5	25,7	9,0/2	8,3/2	0,0/1
	CV, %	14,7	5,1	4,5	2,5	21,9	0	3,1	0
Среднеспелая группа									
69	к-64, Франция	31,2	22,9	24,1	-	26,1	13,0/3	21,3/4	-
	CV, %	6,9	2,9	5,0		15,3	0,0	1,2	-
70	к-551, Турция	34,4	24,2	25,8	-	28,1	17,3/3	40,0/4	100/6
	CV, %	3,8	8,7	4,7		17,3	5,9	0,0	0
71	к-1703, Венгрия	32,8	23,2	22,5	-	26,2	6,3/2	8,3/2	-
	CV, %	4,5	8,4	7,3		19,5	4,1	3,1	-
72	к-1846, Нидерланды	32,8	27,2	25,5	-	28,5	2,3/2	8,3/2	100/6
	CV, %	4,5	7,1	9,5		13,1	11,1	3,1	0
73	к-1925, Канада	34,2	23,2	23,5	-	26,9	11,3/3	12,0/3	-
	CV, %	4,3	9,2	4,5		20,2	2,3	0,0	-
74	к-1939, Пакистан	34,8	23,2	23,5	23,5	26,3	5,8/2	10,8/2	23,5/4
	CV, %	2,2	5,0	7,0	2,3	19,7	4,4	2,4	5,9
75	к-1941, Канада	35,8	23,5	23,5	21,5	26,1	8,3/2	10,8/2	5,0/2
	CV, %	2,1	4,5	7,0	2,5	22,6	3,1	2,4	0
76	к-2106, Чили	30,8	25,2	24,5	24,5	26,3	100/6	100/6	100/6
	CV, %	6,9	5,8	4,3	2,2	11,5	0	0	0
77	к-2136, Венгрия	36,2	27,2	26,8	25,5	28,9	40,0/4	52,3/5	10,0/2
	CV, %	7,3	4,3	4,4	2,1	15,8	0,0	0,5	0
78	к-2141, Иран	34,8	25,8	25,8	23,5	27,5	21,3/4	19,8/3	10,0/2
	CV, %	2,2	4,5	5,7	2,3	16,5	1,2	1,3	0
79	к-2180, Швеция	35,8	24,2	23,0	-	27,7	16,0/3	21,3/4	-
	CV, %	6,0	4,8	2,7		22,1	0	1,2	-
80	к-2196, Ливан	33,2	24,5	24,8	23,5	26,5	6,3/2	11,3/3	34,0/4
	CV, %	3,5	4,3	3,0	2,3	15,3	4,1	2,3	0
81	к-2210, Россия	37,2	25,5	25,8	22,5	27,8	2,0/2	12,3/3	80,0/5
	CV, %	3,1	6,4	2,9	2,4	20,9	0	2,1	0
82	к-2220, Сирия	32,8	23,8	25,2	32,5	28,6	9,8/2	29,8/4	15,0/3
	CV, %	4,5	3,2	5,8	1,7	15,2	2,6	0,9	0

83	к-2222, Венгрия	35,8	25,2	26,8	23,5	27,8	23,8/4	39,8/4	25,0/4
	CV, %	2,1	7,7	5,5	2,3	18,0	1,1	0,6	0
84	к-2248, Нидерланды	30,2	24,2	24,5	-	26,3	21,0/4	22,0/4	-
	CV, %	6,4	4,8	4,3		11,9	0	0	-
85	к-2313, Испания	33,8	23,8	23,2	-	26,9	15,3/3	35,3/4	-
	CV, %	5,7	6,2	5,0		19,4	1,7	0,7	-
86	к-2347, Дания	34,8	27,5	26,5	24,5	28,3	21,3/4	26,3/4	0,0/1
	CV, %	10,8	6,8	4,0	2,2	15,8	1,2	1,0	0
87	к-2360, Чехия	34,2	25,2	25,5	23,5	27,1	5,8/2	17,3/3	27,0/4
	CV, %	4,3	4,6	6,4	2,3	16,3	4,4	1,5	0
88	к-2377, Германия	32,5	22,2	23,8	-	26,2	4,3/2	13,3/3	-
	CV, %	3,2	6,6	6,2		18,5	6,0	1,9	-
89	к-2383, Венгрия	37,5	26,5	27,2	24,5	28,9	27,3/4	59,3/5	0,0/1
	CV, %	4,4	2,1	7,1	2,2	18,4	0,9	0,4	0
90	к-2400, Великобритания	32,5	23,5	25,2	-	27,1	29,0/4	75,0/5	-
	CV, %	3,2	4,5	3,0		15,2	0	0	-
91	Вр.3266, Россия	33,8	23,8	23,8	-	27,2	12,0/3	32,2/4	-
	CV, %	3,5	6,2	3,2		18,3	0	0,8	-
Позднеспелая группа									
92	к-1546, Россия	38,1	27,5	26,3	25,3	29,3	15,3/3	19,2/3	0,0/1
	CV, %	2,1	6,5	2,9	1,1	18,3	1,7	1,3	0
93	к-1933, Канада	38,5	28,2	27,8	25,5	30,0	21,8/4	22,3/4	0,0/1
	CV, %	2,7	5,2	2,7	2,1	17,4	1,2	1,2	0
94	к-2087, Чили	35,8	28,2	28,2	25,5	29,4	32,8/4	37,3/4	15,0/3
	CV, %	4,1	5,2	2,7	2,1	13,9	0,8	0,7	0
95	к-2100, Чили	36,8	27,5	27,2	-	30,5	75,0/5	100/6	-
	CV, %	5,3	3,8	4,3		15,8	0	0	-
96	к-2122, Турция	38,5	28,2	26,2	25,5	29,6	12,3/3	20,3/3	5,0/2
	CV, %	2,7	5,2	2,9	2,1	18,4	2,1	1,3	0
97	к-2188, Италия	38,8	28,8	27,8	25,5	30,3	34,3/4	50,8/5	38,0/4
	CV, %	1,9	11,1	2,7	2,1	18,0	0,8	0,5	0
98	к-2231, Эфиопия	37,2	29,2	28,5	-	31,6	87,3/5	95,0/5	-
	CV, %	3,1	6,7	11,5		14,5	0,3	0	-
99	к-2379, Ливан	38,2	27,8	28,2	25,5	29,9	27,3/4	27,0/4	4,0/4
	CV, %	3,9	2,7	4,2	2,1	17,0	0,9	0	0
100	к-2424, Франция	39,8	30,5	30,5	24,5	31,3	68,5/5	52,3/5	0,0/1
	CV, %	3,7	5,4	6,1	2,2	18,4	0	0	0
Очень позднеспелые									
101	к-1176, Китай	45,9	35,8	35,5	-	39,1	0,0/1	0,0/1	-
	CV, %	2,2	4,4	6,8		13,5	0	0	-
102	к-1233, Китай	44,8	37,4	34,1	32,8	37,3	0,0/1	14,8/3	0,0/1
	CV, %	6,8	6,1	5,8	0,8	13,8	0	1,7	0
103	к-1666, Россия	46,2	34,5	34,9	33,3	37,2	0,0/1	4,2/2	0,0/1
	CV, %	6,0	5,4	5,9	0,8	15,1	0	6,2	0
104	к-1667, Россия	48,5	38,5	35,6	33,5	39,0	0,0/1	0,0/1	0,0/1
	CV, %	3,9	4,9	3,0	1,6	15,5	0	0	0
105	к-1871, Россия	40,8	36,5	34,5	-	37,3	75,0/5	100/6	-
	CV, %	3,6	4,5	16,3		11,4	0	0	-
106	к-1879, Индия	41,8	34,8	34,8	32,5	36,0	0,0/1	3,8/2	33,0/4

	CV, %	5,5	2,2	3,4	1,7	10,6	0	6,7	5,1
107	к-1921, Китай	45,8	35,5	35,2	32,5	37,3	14,8/3	17,8/3	0,0/1
	CV, %	2,6	3,0	7,9	1,7	14,5	1,7	1,4	0
108	к-1923, Китай	46,2	35,2	34,2	32,5	37,0	24,8/4	25,8/4	0,0/1
	CV, %	6,0	5,5	7,7	1,7	15,8	1,0	1,0	0
109	к-1946, Таджикистан	47,2	34,8	37,5	33,5	38,3	0,0/1	0,0/1	0,0/1
	CV, %	3,1	2,2	5,0	1,6	14,6	0	0	0
110	к-2105, Чили	39,2	30,8	29,8	-	33,3	31,3/4	37,3/4	-
	CV, %	3,8	7,5	7,8		14,2	0,8	0,7	-
111	к-2187, Азербайджан	44,5	33,8	34,5	33,5	36,6	20,8/3	23,8/4	0,0/1
	CV, %	4,2	2,2	3,0	1,6	13,1	1,2	7,9	0
112	к-2217, Афганистан	41,5	36,2	33,2	32,5	35,8	10,8/3	29,8/4	12,0/3
	CV, %	6,6	6,4	7,0	1,7	11,6	2,4	0,9	0,0
113	к-2260, Россия	46,2	33,5	32,8	32,5	36,3	11,3/3	11,3/3	0,0/1
	CV, %	4,2	3,1	8,5	1,7	16,8	2,3	2,3	0
114	к-2302, Ливия	42,8	32,2	27,5	-	34,2	62,3/5	72,3/5	-
	CV, %	7,4	2,3	6,0		20,2	0,4	0,4	-
115	к-2341, Испания	37,8	30,5	28,5	-	32,3	55,0/5	100/6	-
	CV, %	3,1	5,4	5,8		13,5	0	0	-
Среднее по коллекции		33,2	24,9	24,8	22,9	26,8			
	CV, %	16,8	18,2	16,9	18,2	16,4			
	НСР₀₅	3,4	2,8	2,6	3,1	3,6			

Приложение 4

Характеристика образцов редьки по продолжительности вегетативного периода и устойчивости к раннему стеблеванию

№	№ каталога, происхождение	Вегетативный период, дни		Среднее, дни	Стеблевание			
		Весенний посев	Летний посев		Весенний		Летний	
					%	балл	%	балл
1-2 группа								
1	к-1675, Грузия	33,8	-	33,8	5,5	2	-	-
CV, %		2,2	-	2,2	22,3		-	-
2	к-1833, Белоруссия	34,5	-	34,5	8,0	2	-	-
CV, %		4,8	-	4,8	13,7		-	-
3	к-1913, Ю. Корея	-	39	39	100	6	24,0	4
CV, %		-	4,7	4,7	-		4,8	
4	к-1958, Япония	-	39	39	100	6	21,4	4
CV, %		-	4,7	4,7	-		10,4	
5	к-1978, Киргизия	-	37,5	37,5	100	6	96,3	5
CV, %		-	6,4	6,3	-		5,0	
6	к-2122, Вьетнам	-	39	39	100	6	20,0	3
CV, %		-	4,7	4,7	-		8,1	

7	к-2138, Ю. Корея	-	38,5	38,5	100	6	14,9	3
	CV, %	-	3,4	3,4	-		23,0	
8	к-2163, Россия	34,2	-	34,2	12,0	3	-	-
	CV, %	3,4	-	3,4	26,4		-	-
3-4 группа								
9	к-1815, Узбекистан	-	50	50	100	6	0	1
	CV, %	-	5,9	5,9	-		0	
10	к-1816, Казахстан	40,2	44	41,7	29,2	4	7,1	2
	CV, %	5,8	1,9	6,4	20,7		21,1	
11	к-1825, Китай	-	48,5	48,5	100	6	5,1	2
	CV, %	-	2,7	2,7	-		4,9	
12	к-1857, Китай	-	48	48	100	6	0	1
	CV, %	-	3,8	3,8	-		0	
13	к-1865, Китай	-	50	50	100	6	0	1
	CV, %	-	5,9	5,9	-		0	
14	к-1891, Ю. Корея	-	43,5	43,5	100	6	15,1	3
	CV, %	-	5,5	5,5	-		12,2	
15	к-1895, Китай	-	49	49	100	6	0	1
	CV, %	-	3,7	3,7	-		0	
16	к-1902, Китай	-	45,5	45,5	100	6	18,6	3
	CV, %	-	5,2	5,2	-		5,1	
17	к-1903, Китай	-	48,5	48,5	100	6	0	1
	CV, %	-	4,9	4,9	-		0	
18	к-1946, Япония	-	46	46	100	6	10,3	2
	CV, %	-	4,0	4,0	-		20,1	
19	к-1967, Афганистан	-	44,5	44,5	100	6	10,0	2
	CV, %	-	2,9	2,9	-		8,2	
20	к-1983, Россия	-	47	47	100	6	0	1
	CV, %	-	3,9	3,9	-		0	
21	к-2033, Япония	46,2	49,0	47,3	26,2	4	0	1
	CV, %	2,5	3,7	4,2	24,2		0	
22	к-2034, Япония	-	40,5	40,5	100	6	10	2
	CV, %	-	8,7	8,7	-		16,3	
23	к-2063, Япония	45,5	51,5	47,9	87,2	5	0	1
	CV, %	4,1	2,5	7,3	11,7		0	
24	к-2074, Египет	-	49	49	100	6	7,5	2
	CV, %	-	3,7	3,7	-		23,1	
25	к-2093, Япония	-	46,5	46,5	100	6	21,5	4
	CV, %	-	2,8	2,8	-		14,5	
26	к-2094, Япония	40,2	44	41,7	100	6	17,3	3
	CV, %	6,9	1,9	7,0	0,0		22,4	
27	к-2100, Монголия	-	48,5	48,5	100	6	11	3
	CV, %	-	2,7	2,7	-		23,5	
28	к-2110, Япония	43	49,5	46,3	77,3	5	0	1
	CV, %	6,8	2,6	8,8	7,5		0	
29	к-2111, Япония	41,5	53,0	46,1	75,3	5	0	1
	CV, %	7,6	5,6	14,3	4,6		0	
30	к-2112, Япония	43,8	49,5	46,1	66,8	5	0	1
	CV, %	7,3	2,6	8,3	15,7		0	

31	к-2113, Япония	43,2	54,5	47,7	60,3	5	0	1
	CV, %	5,4	2,4	12,9	5,4		0	
32	к-2128, Япония	-	43	43	100	6	6,2	2
	CV, %	-	1,9	1,9	-		40	
33	к-2132, Япония	-	44,5	44,5	100	6	13,0	3
	CV, %	-	2,9	2,9	-		18,8	
34	к-2133, Япония	44,2	48,5	45,9	12,3	3	0	1
	CV, %	2,6	4,9	6,0	34,7		0	
35	к-2134, Япония	42,2	46,5	43,9	14,7	3	0	1
	CV, %	5,5	2,8	6,7	54,5		0	
36	к-2136, Япония	44,5	47,5	45,7	97,5	5	0	1
	CV, %	2,4	1,2	3,9	4,3		0	
37	к-2148, Казахстан	-	46,5	46,5	100	6	0	1
	CV, %	-	2,8	2,8	-		0	
38	к-2153, Ю. Корея	-	44,5	44,5	100	6	18,6	3
	CV, %	-	2,9	2,9	-		5,1	
39	к-2156, Украина	46,2	51,5	48,3	31,5	4	0	1
	CV, %	3,2	2,5	6,3	8,2		0	
40	к-2157, Япония	38,2	45,5	41,1	58,2	5	0	1
	CV, %	5,1	1,3	9,9	9,3		0	
41	к-2158, Япония	40,5	41	40,7	100	6	14,4	3
	CV, %	6,8	4,5	5,7	0,0		20,7	
42	к-2159, Япония	41,2	44,5	42,5	14,6	3	0	1
	CV, %	5,6	2,9	6,0	11,1		0	
43	к-2160, Япония	-	49	49	100	6	6,2	2
	CV, %	-	3,7	3,7	-		40,0	
44	к-2161, Япония	-	46	46	100	6	13,8	3
	CV, %	-	1,8	1,8	-		18,7	
45	к-2170, Ю. Корея	-	48	48	100	6	6,3	2
	CV, %	-	1,7	1,7	-		40,0	
46	к-2173, Ю. Корея	-	44,5	44,5	100	6	13,4	3
	CV, %	-	2,9	2,9	-		17,1	
47	к-2175, Ю. Корея	42,5	44,5	43,3	30,2	4	0	1
	CV, %	6,4	2,9	5,6	10,9		0	
48	к-2177, Ю. Корея	42,8	48	44,9	15,2	3	0	1
	CV, %	6,5	1,7	7,6	21,0		0	
49	к-2178, Ю. Корея	41,8	48	44,3	11,2	3	0	1
	CV, %	8,7	1,7	9,5	19,9		0	
50	к-2183, Белоруссия	39,2	44,5	41,3	83,8	5	0	1
	CV, %	3,8	2,9	7,4	15,4		0	
51	к-2184, Ю. Корея	-	44,5	44,5	100	6	14,4	3
	CV, %	-	2,9	2,9	-		11,1	
52	петерб., Россия	43,2	52	46,7	0,0	1	0	1
	CV, %	5,4	3,5	10,7	0,0		0	
5-7 группа								
53	к-698, Малая Азия	-	52	52	100	6	0	1
	CV, %	-	3,5	3,5	-		0	
54	к-725, Малая Азия	-	55	55	100	6	0	1
	CV, %	-	3,3	3,3	-		0	

55	к-1805, Узбекистан	-	56,5	56,5	100	6	4,8	2
	CV, %	-	2,3	2,3	-		5,1	
56	к-1906, Китай	-	52,5	52,5	100	6	6,3	2
	CV, %	-	4,5	4,5	-		56,0	
57	к-1935, Япония	-	51,5	51,5	100	6	6,0	2
	CV, %	-	2,5	2,5	-		43,0	
58	к-1942, Япония	-	61,5	61,5	100	6	0	1
	CV, %	-	2,1	2,1	-		0	
59	к-1972, Япония	-	57	57	100	6	0	1
	CV, %	-	3,2	3,2	-		0	
60	к-2000, Узбекистан	-	51	51	100	6	3,9	2
	CV, %	-	5,8	5,8	-		17,8	
61	к-2014, Иран	-	54,5	54,5	100	6	4,3	2
	CV, %	-	2,4	2,4	-		8,3	
62	к -2021, Казахстан	-	52	52	100	6	0	1
	CV, %	-	3,5	3,5	-		0	
63	к-2101, Чили	-	56,5	56,5	100	6	28,1	4
	CV, %	-	2,3	2,3	-		4,7	
64	к-2107, Ю. Корея	-	52	52	100	6	0	1
	CV, %	-	3,5	3,5	-		0	
65	к-2137, Япония	-	51,5	51,5	100	6	0	1
	CV, %	-	2,5	2,5	-		0	
66	к-2142, Россия	-	54,5	54,5	100	6	0	1
	CV, %	-	2,4	2,4	-		0	
67	к-2151, Ю. Корея	-	51	51	100	6	0	1
	CV, %	-	3,6	3,6	-		0	
68	к-2155, Япония	-	56	56	100	6	11,1	3
	CV, %	-	3,3	3,3	-		23,3	
8-10 группа								
69	к-1499, Россия	-	82	82	-	-	0	1
	CV, %	-	2,2	2,2	-	-	0	
70	к-1685, Австрия	-	84	84	-	-	0	1
	CV, %	-	1,0	1,0	-	-	0	
71	к-1722, Нидерланды	-	83	83	-	-	0	1
	CV, %	-	2,2	2,2	-	-	0	
72	к-1778, Германия	-	83,5	83,5	-	-	0	1
	CV, %	-	2,9	2,9	-	-	0	
73	к-1870, Канада	-	80	80	-	-	0	1
	CV, %	-	2,3	2,3	-	-	0	
74	к-1892, Египет	-	83,5	83,5	-	-	0	1
	CV, %	-	1,5	1,5	-	-	0	
75	к-1914, Россия	-	84,5	84,5	-	-	0	1
	CV, %	-	1,5	1,5	-	-	0	
76	к-1915, Россия	-	82	82	-	-	0	1
	CV, %	-	2,2	2,2	-	-	0	
77	к-1971, США	-	84	84	-	-	0	1
	CV, %	-	1,0	1,0	-	-	0	
78	к-2012, Германия	-	86	86	-	-	0	1
	CV, %	-	2,1	2,1	-	-	0	

79	к-2025, Украина	-	86	86	-	-	0	1
	CV, %	-	0,9	0,9	-	-	0	
80	к-2084, США	-	79,5	79,5	-	-	0	1
	CV, %	-	1,6	1,6	-	-	0	
81	к-2115, Россия	-	86,5	86,5	-	-	0	1
	CV, %	-	1,5	1,5	-	-	0	
82	к-2124, Турция	-	84,5	84,5	-	-	0	1
	CV, %	-	1,5	1,5	-	-	0	
83	к-2182, Белоруссия	-	87	87	-	-	0	1
	CV, %	-	0,9	0,9	-	-	0	
Среднее по коллекции		41,4	54,8	53,3				
CV, %		9,8	26,8	28,7				
НСР05		5,4	9,3	5,0				

Приложение 5

Характеристика образцов редиса по высоте и диаметру листовой розетки в разных условиях выращивания (I – зимняя теплица, II - весенняя теплица, III – открытый грунт, IV – интенсивная светокультура), среднее за 2016-2018 гг.

№	№ каталога, происхождение	Высота розетки, см					Диаметр розетки, см				
		I	II	III	IV	X _{ср}	I	II	III	IV	X _{ср}
Сортотип Красный овально-округлый											
1	к-187, Германия	22,9±1,6	18,2±1,4	17,0±3,1	-	19,3±3,3	17,3±1,5	15,0±0,3	16,5±1,0	-	16,2±1,4
CV, %		7,1	7,5	18,1	-	17,1	8,8	2,0	6,0	-	8,6
2	к-1545, Россия	16,3±1,3	20,4±0,4	16,8±1,1	19,3±0,3	18,2±2,0	15,0±1,0	15,5±0,5	16,0±2,0	14,4±0,4	15,2±1,2
CV, %		8,2	2,0	6,8	1,4	10,9	6,7	3,0	12,3	2,5	8,1
3	к-1566, США	18,9±2,9	16,9±2,0	12,4±0,9	15,2±0,2	15,8±3,1	14,8±2,5	12,8±0,6	12,8±1,6	15,8±0,2	14,0±1,9
CV, %		15,4	12,0	7,6	1,1	19,8	16,7	4,6	12,6	1,0	13,8
4	к-1703, Венгрия	18,2±1,1	16,2±0,9	18,6±1,0	-	17,7±1,4	13,8±1,0	11,9±2,0	16,6±1,0	-	14,1±2,4
CV, %		5,8	5,4	5,2	-	8,1	7,3	17,3	5,8	-	17,2
5	к-1742, Германия	23,5±1,2	18,3±2,2	16,8±0,5	18,6±0,1	19,3±3,0	18,4±3,3	16,2±0,4	14,2±2,2	18,1±0,1	16,7±2,5
CV, %		5,0	11,8	3,1	0,3	15,4	18,2	2,5	15,1	0,6	15,1
6	к-1816, Украина	23,7±0,3	21,3±2,2	22,7±0,7	-	22,6±1,6	18,5±1,8	16,8±1,0	14,4±1,6	-	16,6±2,2
CV, %		1,2	10,5	3,3	-	7,2	9,5	5,7	11,1	-	13,5
7	к-2083, Чили	20,0±1,5	16,7±0,8	11,1±0,2	15,6±0,1	15,9±3,5	15,4±1,6	13,4±1,1	13,6±2,5	14,9±0,1	14,3±1,7
CV, %		7,4	4,7	1,8	0,8	22,3	10,6	8,4	18,1	0,9	11,9
8	к-2111, Чили	16,8±2,5	20,5±0,8	16,5±1,9	18,1±0,1	18,0±2,3	15,5±1,1	14,5±1,0	13,6±0,6	13,4±0,1	14,2±1,1
CV, %		14,9	3,9	11,8	0,6	13,0	7,2	7,0	4,2	0,8	8,0
9	к-2120, Турция	15,7±4,0	19,0±0,5	13,9±1,2	16,7±0,1	16,3±2,9	15,6±0,9	14,0±0,1	13,1±1,6	14,6±0,1	14,3±1,3
CV, %		25,7	2,5	8,5	0,4	17,5	5,8	1,0	12,5	0,8	9,0
10	к-2127, Италия	16,0±2,5	14,9±0,9	18,1±1,8	17,8±0,1	16,7±2,1	15,2±0,4	12,9±1,6	14,0±1,1	12,5±0,1	13,6±1,4
CV, %		15,6	6,0	9,9	0,6	12,4	2,4	12,5	7,8	0,4	10,4
11	к-2133, Танзания	17,5±1,0	16,4±0,9	15,8±2,3	13,7±0,2	15,8±1,8	13,2±1,0	13,1±0,9	13,6±1,3	12,9±0,1	13,1±0,9
CV, %		5,5	5,2	14,5	1,2	11,7	6,8	6,5	9,4	1,0	6,5
12	к-2154, Дания	14,9±0,5	20,4±0,7	20,1±0,4	16,9±0,1	18,0±2,5	12,3±1,6	14,5±2,3	16,1±1,5	10,9±0,1	13,5±2,5
CV, %		3,2	3,4	1,8	0,3	13,7	13,2	15,8	9,6	1,1	18,8
13	к-2165, Нидерланды	17,0±1,1	20,5±0,4	20,3±1,9	20,0±0,1	19,4±1,9	16,5±0,9	14,4±1,6	16,9±0,4	16,4±0,1	16,1±1,3
CV, %		6,5	1,8	9,5	0,3	9,6	5,7	11,0	2,4	0,7	8,1

14	к-2166, Нидерланды	17,1±0,7	20,4±0,5	19,4±1,1	15,9±0,2	18,2±1,9	16,9±1,4	16,0±1,3	15,6±0,3	12,9±0,1	15,3±1,8
	CV, %	4,3	2,4	5,7	1,0	10,4	8,1	8,2	1,6	0,8	11,5
15	к-2167, Нидерланды	17,1±0,7	18,2±0,3	18,7±1,1	16,0±0,2	17,5±1,2	15,3±0,9	15,6±1,6	16,0±0,8	14,6±0,1	15,4±1,1
	CV, %	4,4	1,8	5,8	1,1	6,8	6,0	10,4	4,7	0,8	7,0
16	к-2170, Россия	19,1±1,1	18,3±1,2	22,7±0,4	19,4±0,2	19,9±2,0	16,5±0,8	12,9±0,9	14,7±1,2	13,5±0,1	14,4±1,6
	CV, %	5,8	6,6	2,0	0,8	9,9	5,1	7,2	7,9	0,6	11,3
17	к-2185, Польша	16,7±1,1	15,9±1,8	20,4±0,2	16,1±0,1	17,3±2,2	14,6±0,2	12,1±0,4	14,1±0,8	11,9±0,1	13,2±1,3
	CV, %	6,3	11,1	0,7	0,7	12,6	1,4	3,0	5,9	0,7	9,6
18	к-2191, Великобритания	19,4±0,5	26,2±0,8	19,9±0,5	-	21,8±3,2	17,2±1,0	17,3±1,0	18,4±1,2	-	17,7±1,2
	CV, %	2,5	2,9	2,6	-	14,8	5,9	5,9	6,8	-	6,6
19	к-2192, Венгрия	16,7±0,8	19,4±0,8	19,5±0,4	15,6±0,2	17,8±1,8	15,2±0,4	15,1±0,4	14,1±1,0	11,4±0,2	13,9±1,7
	CV, %	4,9	4,3	2,1	1,1	10,2	2,5	2,6	7,1	1,4	12,5
20	к-2193, Болгария	14,4±0,1	17,0±1,0	16,9±1,7	15,9±0,1	16,0±1,5	15,4±0,8	11,4±0,2	15,7±0,7	11,0±0,0	13,3±2,3
	CV, %	0,8	5,8	9,9	0,3	9,2	5,4	1,9	4,3	0,3	17,1
21	к-2198, Чехия	15,5±1,0	16,2±1,5	19,7±1,4	20,4±0,2	17,9±2,4	15,3±0,3	11,4±1,1	15,3±0,8	14,3±0,2	14,1±1,8
	CV, %	6,7	9,4	7,0	0,8	13,5	1,8	9,6	5,2	1,5	12,5
22	к-2202, Нидерланды	16,0±1,1	19,6±0,5	17,5±1,5	13,1±0,2	16,5±2,5	13,6±1,2	14,5±1,1	14,7±1,1	11,1±0,1	13,5±1,7
	CV, %	6,6	2,8	8,6	1,7	14,8	8,6	7,9	7,8	0,5	12,9
23	к-2203, Германия	20,6±0,9	21,3±0,8	23,9±0,3	-	21,9±1,6	19,2±1,1	16,6±1,0	15,8±0,9	-	17,2±1,8
	CV, %	4,3	3,6	1,2	-	7,4	5,9	5,8	5,8	-	10,3
24	к-2210, Россия	19,2±3,2	21,2±0,5	20,0±2,7	22,6±0,2	20,7±2,4	18,8±1,7	16,3±1,0	17,5±1,2	21,2±0,2	18,5±2,1
	CV, %	16,9	2,4	13,7	0,7	11,7	9,3	6,1	6,7	1,0	11,6
25	к-2219, Болгария	20,2±0,7	21,6±0,3	19,5±1,0	22,4±0,2	20,9±1,3	18,4±0,4	14,1±0,2	15,3±0,6	15,4±0,2	15,8±1,6
	CV, %	3,5	1,2	4,9	1,0	6,1	2,2	1,5	3,8	1,1	10,3
26	к-2220, Сирия	21,6±0,2	27,8±1,1	26,3±0,7	22,6±0,2	24,6±2,7	17,8±1,8	20,8±0,7	18,2±0,8	16,1±0,2	18,2±2,0
	CV, %	1,0	4,0	2,7	1,0	11,1	10,3	3,3	4,4	1,0	11,0
27	к-2228, Нидерланды	16,1±0,8	15,4±0,7	19,9±0,2	16,1±0,1	16,9±2,0	14,3±0,5	14,2±0,7	13,2±1,4	11,2±0,2	13,2±1,5
	CV, %	5,1	4,8	1,2	0,3	11,6	3,6	4,6	10,5	2,0	11,2
28	к-2239,	19,3±1,2	19,4±0,9	19,5±0,9	19,6±0,1	19,4±0,9	18,3±0,7	15,6±0,7	16,2±0,8	15,4±0,4	16,4±1,3

	Нидерланды										
	CV, %	6,3	4,7	4,6	0,6	4,5	3,9	4,4	5,0	2,8	8,2
29	к-2241, Нидерланды	19,4±0,5	19,6±0,9	24,1±0,9	19,7±0,1	20,7±2,2	18,3±0,7	16,3±1,2	16,7±0,8	15,6±0,1	16,7±1,2
	CV, %	2,6	4,7	3,6	0,6	10,5	3,9	7,3	4,6	0,7	7,5
30	к-2246, Нидерланды	22,5±1,2	21,7±1,3	25,8±0,2	21,6±0,1	22,9±2,0	17,5±0,4	15,5±0,6	18,7±0,8	22,2±0,2	18,5±2,5
	CV, %	5,4	6,0	0,9	0,5	8,6	2,4	3,7	4,2	0,7	13,7
31	к-2248, Нидерланды	19,5±0,3	21,0±0,7	21,3±2,1	-	20,6±1,4	18,5±1,0	10,9±0,5	16,2±1,5	-	15,2±3,4
	CV, %	1,8	3,2	9,6	-	6,9	5,2	4,4	9,3	-	22,6
32	к-2250, Нидерланды	23,2±1,8	21,7±0,5	22,6±1,4	21,2±0,2	22,1±1,4	17,0±1,0	14,4±0,6	14,8±0,8	19,1±0,1	16,3±2,0
	CV, %	8,0	2,2	6,4	0,8	6,3	5,7	4,0	5,2	0,6	12,4
33	к-2251, Великобритания	20,4±1,4	21,0±0,4	14,9±1,3	-	18,8±3,0	19,0±1,2	15,4±0,8	13,3±0,8	-	15,9±2,6
	CV, %	7,1	1,9	8,6	-	16,2	6,1	4,9	6,1	-	16,2
34	к-2255, США	19,9±1,5	17,8±0,4	21,0±1,8	19,2±0,2	19,5±1,7	17,7±1,1	15,1±1,8	14,9±1,4	16,9±0,1	16,2±1,7
	CV, %	7,7	2,1	8,5	1,1	8,7	6,3	12,0	9,2	0,6	10,3
35	к-2299, Швеция	15,7±0,5	16,8±0,7	18,1±0,1	-	16,9±1,1	13,4±0,4	13,2±1,7	13,5±1,0	-	13,4±1,1
	CV, %	3,1	4,3	0,7	-	6,4	3,2	12,8	7,3	-	8,2
36	к-2325, Молдавия	22,3±2,9	20,8±0,6	18,8±1,2	20,1±0,1	20,5±2,1	19,0±1,0	16,4±0,9	14,7±0,8	15,1±0,1	16,3±1,9
	CV, %	13,0	2,7	6,6	0,3	10,1	5,1	5,4	5,3	0,6	11,4
37	к-2343, Исландия	13,8±1,3	15,0±2,2	17,4±0,6	14,7±0,1	15,2±1,9	12,7±0,6	11,5±0,4	13,2±1,6	12,2±0,2	12,4±1,0
	CV, %	9,7	14,3	3,3	0,8	12,4	4,5	3,2	12,0	1,4	8,3
38	к-2369, Нидерланды	23,7±0,5	19,2±0,6	15,9±1,8	22,4±0,1	20,3±3,3	18,9±1,1	16,3±1,0	14,7±0,7	16,1±0,1	16,5±1,7
	CV, %	1,9	2,9	11,3	0,5	16,3	5,9	6,2	5,1	0,8	10,4
39	к-2377, Германия	22,1±0,7	21,0±3,5	22,0±1,0	-	21,7±2,1	15,8±0,6	14,1±1,0	14,8±0,9	-	14,9±1,1
	CV, %	3,4	16,5	4,7	-	9,5	3,6	6,9	6,3	-	7,2
40	к-2400, Великобритания	23,0±0,3	23,0±2,5	20,4±2,3	-	22,1±2,3	17,6±1,4	15,7±0,4	15,7±0,4	-	16,3±1,2
	CV, %	1,1	11,0	11,5	-	10,3	8,1	2,6	2,8	-	7,5
41	к-2404,	13,2±0,5	15,3±0,3	15,0±1,7	14,1±0,1	14,4±1,2	11,7±1,1	12,3±0,6	13,2±1,5	9,8±0,3	11,7±1,6

	Нидерланды										
	CV, %	3,7	1,8	11,2	0,6	8,5	9,7	5,1	11,6	2,8	13,7
42	к-2405, Нидерланды	14,3±1,4	13,4±0,6	16,5±0,7	14,9±0,1	14,8±1,4	12,9±0,9	10,5±0,5	15,1±1,0	11,9±0,1	12,6±1,8
	CV, %	9,5	4,2	4,2	0,7	9,8	7,3	4,7	6,9	1,0	14,6
43	к-2408, Нидерланды	13,3±0,4	13,1±0,9	18,8±0,9	14,1±0,1	14,8±2,6	14,1±1,5	12,5±0,5	13,2±1,4	11,0±0,0	12,7±1,5
	CV, %	3,2	7,2	4,9	0,8	17,3	10,6	4,1	10,3	0,2	11,9
44	к-2415, Турция	16,0±2,3	17,3±2,1	12,7±1,1	15,2±0,2	15,1±0,6	15,1±0,7	13,1±0,2	13,2±2,1	15,0±0,0	14,1±1,4
	CV, %	14,6	11,9	8,6	1,2	3,9	3,9	1,4	15,9	0,3	10,0
Сортотип Розово-красный овальный											
45	к-1858, США.	19,0±2,5	15,3±0,7	11,9±0,2	18,1±0,2	16,1±3,1	17,2±0,4	13,1±0,9	11,9±1,4	12,2±0,2	13,6±2,3
	CV, %	12,9	4,5	1,6	1,2	19,6	2,1	7,1	12,0	1,4	17,3
46	к-1925, Канада	19,7±1,3	16,8±0,6	21,1±0,8	-	19,2±2,0	14,1±0,4	12,6±1,4	16,2±1,0	-	14,3±1,8
	CV, %	6,7	3,4	4,0	-	10,7	3,1	10,8	6,2	-	12,6
47	к-1936, Канада	19,6±0,6	17,1±1,6	11,3±0,5	16,1±0,1	16,0±3,3	15,5±0,1	13,4±1,7	13,1±0,8	13,4±0,2	13,8±1,3
	CV, %	3,0	9,5	4,5	0,7	20,8	0,9	12,7	6,0	1,2	9,6
48	к-1941, Канада	17,7±1,3	15,5±0,4	17,6±1,3	15,2±0,2	16,5±1,5	13,4±1,4	11,5±0,3	13,6±2,2	13,0±0,1	12,9±1,5
	CV, %	7,6	2,6	7,5	1,1	9,1	10,5	2,9	16,5	0,4	11,5
49	к-2476, США	17,2±1,1	19,3±1,3	25,6±0,6	24,0±0,1	21,5±3,6	16,7±0,6	17,5±1,5	16,4±1,5	16,1±0,1	16,7±1,2
	CV, %	6,4	6,8	2,3	0,2	16,9	3,5	8,6	9,2	0,5	7,0
Сортотип Светло-розовый овальный											
50	к-2451, Россия	16,2±0,9	16,7±1,3	18,8±0,5	20,3±0,3	18,0±1,8	14,3±1,3	13,1±0,7	17,0±1,7	14,1±0,1	14,6±1,8
	CV, %	5,8	7,7	2,6	1,4	9,9	8,8	5,7	9,9	0,5	12,5
Сортотип Темно-красный округлый											
51	к-551, Турция	19,8±2,2	20,5±1,8	14,3±1,7	-	18,2±3,3	18,1±2,1	14,4±0,2	14,1±1,8	-	15,5±2,4
	CV, %	11,0	8,6	11,6	-	18,3	11,6	1,7	13,2	-	15,6
52	к-1846, Нидерланды	18,0±0,5	19,4±2,1	17,4±1,8	-	18,3±1,8	13,5±0,1	16,2±1,6	15,5±0,5	-	15,1±1,5
	CV, %	2,9	11,0	10,6	-	9,7	0,6	10,0	3,3	-	9,8
53	к-2141, Иран	17,3±2,8	17,8±1,2	16,0±2,5	16,8±0,1	17,0±2,1	14,5±2,0	11,9±0,2	13,5±1,6	16,2±0,1	14,0±2,0
	CV, %	16,4	6,5	15,7	0,6	12,2	14,0	2,1	12,0	0,7	14,3
54	к-2196, Ливан	18,4±2,3	14,1±0,6	19,9±0,7	18,2±0,2	17,6±2,6	15,3±1,0	11,3±1,2	16,3±1,0	13,6±0,1	14,1±2,1
	CV, %	12,7	4,2	3,8	0,9	14,7	6,8	10,3	5,9	0,8	15,0

Сортотип Красный длинный											
55	к-2100, Чили	23,8±1,8	27,7±1,6	27,1±0,6	-	26,2±2,2	18,8±1,2	22,9±1,8	21,0±1,3	-	20,9±2,2
	CV, %	7,6	5,9	2,1	-	8,5	6,3	8,1	6,1	-	10,5
56	к-2105, Чили	21,9±0,2	29,5±2,2	23,8±1,5	-	25,1±3,6	18,3±1,9	21,9±0,6	21,7±1,4	-	20,7±2,1
	CV, %	1,1	7,4	6,4	-	14,5	10,2	2,8	6,5	-	10,4
57	к-2231, Эфиопия	22,8±0,3	28,3±4,1	28,4±0,5	-	26,5±3,5	18,6±1,7	22,5±1,5	21,2±1,2	-	20,8±2,2
	CV, %	1,4	14,6	1,9	-	13,3	8,9	6,9	5,8	-	10,5
58	к-2302, Ливия	20,8±0,3	32,2±0,7	30,5±1,6	-	27,8±5,2	20,2±1,7	24,7±0,4	21,6±1,5	-	22,2±2,3
	CV, %	1,4	2,3	5,2	-	18,8	8,6	1,5	6,8	-	10,4
59	к-2341, Испания	23,1±1,7	30,8±1,1	30,2±0,5	-	28,0±3,8	16,3±0,5	22,7±0,6	21,3±1,3	-	20,1±3,0
	CV, %	7,6	3,6	1,7	-	13,5	2,8	2,7	6,3	-	14,8
Сортотип Розово-красный с белым кончиком округлый											
60	к-1543, Россия	22,3±4,5	20,6±2,2	20,9±1,1	20,5±0,2	21,1±2,6	20,1±0,6	16,6±1,1	18,7±1,0	16,4±0,1	17,9±1,7
	CV, %	20,1	10,9	5,1	0,9	12,5	3,0	6,7	5,2	0,6	9,6
61	к-1615, Болгария	19,8±1,5	20,2±0,7	19,3±1,0	-	19,8±1,1	18,8±1,1	18,2±0,8	18,2±0,6	-	18,4±0,9
	CV, %	7,5	3,6	5,1	-	5,6	6,0	4,6	3,3	-	4,8
62	к-2010, Дания	23,1±1,1	21,0±2,4	17,8±1,3	21,5±0,2	20,9±2,5	15,3±0,2	14,2±0,6	13,3±0,2	13,8±0,2	14,1±0,8
	CV, %	4,8	11,4	7,1	0,8	12,0	1,0	3,9	1,2	1,6	5,6
63	к-2019, США	20,8±2,4	20,7±1,9	24,0±1,3	22,9±0,1	22,1±2,2	15,9±0,8	16,6±1,9	18,0±1,0	14,2±0,2	16,2±1,8
	CV, %	11,5	9,3	5,6	0,5	10,0	5,2	11,3	5,6	1,2	11,0
64	к-2086, Чили	19,8±1,5	21,6±1,7	20,8±1,9	19,9±0,2	20,5±1,6	19,1±0,7	15,0±1,3	18,5±0,6	12,9±0,1	16,4±2,7
	CV, %	7,7	7,7	9,0	0,8	7,9	3,6	8,5	3,1	1,1	16,5
65	к-2097, Чили	21,2±1,7	22,2±1,7	24,9±1,5	20,6±0,1	22,2±2,2	17,8±0,6	15,3±0,7	18,3±0,8	13,7±0,3	16,3±2,0
	CV, %	8,1	7,7	5,8	0,5	9,8	3,4	4,8	4,1	2,2	12,3
66	к-2130, Азербайджан	22,4±2,3	21,2±1,7	27,3±0,4	21,3±0,1	23,1±3,0	18,3±1,3	17,0±1,8	19,9±1,1	16,1±0,1	17,8±1,9
	CV, %	10,5	7,8	1,3	0,6	12,9	7,4	10,9	5,5	0,8	10,5
67	к-2156, Алжир	17,1±1,9	17,2±1,8	16,2±1,3	15,6±0,1	16,5±1,6	16,0±0,9	13,8±1,2	15,6±2,3	15,0±0,0	15,1±1,5
	CV, %	11,0	10,2	8,3	0,9	9,4	5,7	8,9	14,7	0,3	10,3
68	к-2168, Нидерланды	24,2±1,2	20,3±0,5	25,9±0,8	23,6±0,2	23,5±2,3	17,4±1,8	17,2±0,8	17,6±1,7	14,5±0,1	16,7±1,8
	CV, %	5,0	2,5	2,9	0,7	9,8	10,1	4,9	9,7	0,6	10,7
69	к-2313, Испания	19,1±2,0	18,8±1,5	20,0±1,7	-	19,7±1,7	15,2±0,8	16,6±1,6	18,8±1,6	-	16,8±2,0
	CV, %	10,6	8,0	8,5	-	8,8	5,1	9,7	8,7	-	12,0

70	к-2375, Дания	21,3±1,6	22,6±1,3	18,4±2,2	24,5±0,3	21,7±2,6	18,2±0,9	17,5±1,2	18,9±1,6	19,1±0,1	18,4±1,2
	CV, %	7,3	5,8	11,8	1,3	12,1	5,1	6,8	8,2	0,7	6,6
71	к-2380, Швеция	21,8±2,7	19,5±2,9	20,4±3,1	23,2±0,2	21,2±2,8	16,5±1,2	17,4±2,0	16,3±2,0	14,9±0,1	16,3±1,7
	CV, %	12,3	14,8	15,1	0,7	13,1	7,2	11,4	12,1	0,7	10,4
72	к-2393, Канада	20,2±2,3	22,6±2,3	20,1±1,8	24,9±0,1	21,9±2,6	16,3±0,9	18,8±0,9	17,1±1,8	13,9±0,1	16,5±2,1
	CV, %	11,6	10,0	9,0	0,5	12,0	5,4	4,9	10,5	0,8	12,5
73	к-2402, Аргентина	18,4±2,5	20,2±1,9	21,1±1,8	21,1±0,1	20,2±2,1	16,9±1,4	16,0±2,3	18,1±1,0	16,3±0,2	16,8±1,6
	CV, %	13,4	9,3	8,5	0,4	10,3	8,3	14,2	5,8	1,3	9,3
Сортотип Розово-красный с белым кончиком цилиндрический											
74	к-64, Франция	21,1±1,0	21,0±2,3	19,5±1,9	-	20,5±1,8	16,5±0,3	16,7±0,9	19,4±0,5	-	17,5±1,5
	CV, %	4,8	10,9	9,5	-	9,0	2,0	5,4	2,5	-	8,5
75	к-1762, Дания	21,4±2,0	22,6±3,6	21,1±2,1	17,8±0,2	20,7±2,8	18,9±1,2	15,8±1,6	16,8±1,3	15,1±0,1	16,6±1,8
	CV, %	9,2	15,9	9,8	1,1	13,4	6,4	10,4	7,6	0,8	11,0
76	к-1839, Франция	19,9±2,5	19,0±0,9	22,2±2,0	-	20,4±2,3	16,6±0,6	16,3±0,7	16,4±0,8	-	16,4±0,7
	CV, %	12,4	4,8	9,2	-	11,2	3,3	4,2	4,9	-	4,0
77	к-1855, Финляндия	18,7±1,4	21,1±1,7	23,7±1,0	-	21,1±2,5	14,6±1,0	16,4±1,7	19,5±0,5	-	16,8±2,3
	CV, %	7,3	8,1	4,3	-	11,8	6,7	10,1	2,4	-	13,8
78	к-1939, Пакистан	19,4±2,5	21,0±1,8	20,6±1,7	16,3±0,0	19,3±2,4	17,5±1,1	16,2±2,0	18,1±1,5	13,9±0,1	16,4±2,1
	CV, %	12,8	8,5	8,3	0,3	12,5	6,4	12,3	8,3	0,5	12,6
79	к-2175, Швеция	18,4±0,4	19,4±0,8	23,2±1,3	16,6±0,2	19,4±2,5	17,6±0,9	17,5±1,8	17,5±1,1	14,6±0,1	16,8±1,7
	CV, %	2,4	4,1	5,6	1,0	13,0	5,0	10,6	6,5	0,4	10,2
80	к-2176, Швеция	18,2±1,4	20,1±1,8	24,2±0,8	21,7±0,1	21,0±2,6	15,1±1,2	17,0±0,7	17,8±1,1	14,4±0,2	16,1±1,7
	CV, %	7,6	8,7	3,3	0,3	12,4	7,8	4,1	6,4	1,1	10,3
81	к-2180, Швеция	21,9±2,0	21,2±1,9	20,1±2,6	-	21,1±2,2	18,7±0,2	16,7±1,3	18,4±1,5	-	17,9±1,4
	CV, %	9,0	8,9	12,9	-	10,4	1,2	8,0	8,4	-	8,0
82	к-2197, Франция	18,5±1,3	21,6±3,8	24,4±1,8	15,9±0,1	20,1±3,8	15,3±2,2	17,3±2,0	16,6±1,0	14,3±0,2	15,9±1,9
	CV, %	7,3	17,7	7,2	0,9	19,1	14,2	11,8	5,8	1,7	11,9
83	к-2199, Франция	18,0±1,6	20,2±1,9	24,1±0,9	22,5±0,1	21,2±2,7	15,0±1,1	17,2±0,7	17,8±1,1	14,6±0,1	16,1±1,6
	CV, %	8,7	9,1	3,7	0,2	12,9	7,7	3,9	6,4	0,8	10,1
84	к-2234, Франция	17,7±1,3	18,5±0,6	24,8±1,4	20,8±0,1	20,4±3,1	16,8±1,2	17,3±0,9	17,2±2,0	13,7±0,1	16,2±1,9
	CV, %	7,4	3,2	5,6	0,3	15,3	7,3	5,0	11,4	0,8	11,7
85	к-2245, Аргентина	20,1±1,0	17,2±1,8	20,6±0,9	14,7±0,2	18,1±2,5	15,5±2,3	14,8±1,2	17,4±0,5	14,2±0,2	15,5±1,8
	CV, %	5,1	10,3	4,4	1,1	14,1	14,9	8,2	2,9	1,6	11,3

86	к-2311, Испания	18,2±0,9	19,9±2,0	25,5±0,7	-	20,6±3,5	14,6±0,4	14,5±1,3	19,6±0,6	-	16,3±2,6
	CV, %	4,8	10,1	2,6	-	16,8	2,8	8,8	3,0	-	15,7
87	к-2366, Франция	19,5±2,1	16,3±1,5	21,9±0,9	18,9±0,1	19,1±2,5	15,1±0,7	15,3±1,4	15,5±1,3	17,2±0,2	15,8±1,3
	CV, %	10,7	9,3	4,0	0,6	13,1	4,7	8,9	8,3	1,0	7,9
88	к-2371, Дания	16,1±2,4	16,3±1,2	18,8±1,1	12,8±0,2	16,0±2,5	16,8±1,3	14,2±1,5	18,3±1,3	10,6±0,1	15,0±3,2
	CV, %	14,8	7,6	5,6	1,7	15,4	7,5	10,9	7,3	1,0	21,3
89	вр. 2948, Литва	19,1±1,0	19,0±2,5	22,3±2,8	19,7±0,3	20,0±2,4	16,4±2,7	16,7±1,9	18,2±0,8	16,1±0,1	16,9±1,8
	CV, %	5,4	13,1	12,4	1,4	11,8	16,3	11,3	4,4	0,3	10,6
Сортотип Белый длинный											
90	к-1546, Россия	16,3±2,0	25,0±1,4	19,1±1,8	22,7±0,2	20,8±3,8	15,8±1,4	18,7±1,1	18,8±1,2	19,9±0,2	18,3±1,8
	CV, %	12,3	5,8	9,3	0,8	18,2	8,6	6,1	6,1	0,8	10,0
91	к-1933, Канада	18,3±2,9	23,3±0,3	24,0±1,9	21,9±0,1	21,9±2,9	17,4±2,8	19,3±0,3	18,2±1,6	18,5±0,0	18,3±1,7
	CV, %	15,6	1,1	8,1	0,5	13,3	16,1	1,5	9,0	0,2	9,1
92	к-2087, Чили	19,8±1,6	26,5±1,1	19,7±2,0	24,5±0,1	22,6±3,4	18,0±2,4	19,3±1,2	21,3±1,6	17,1±0,1	18,9±2,2
	CV, %	8,2	4,2	10,2	0,4	15,0	13,5	6,4	7,7	0,5	11,5
93	к-2122, Турция	18,0±1,7	22,7±1,3	19,9±1,5	19,6±0,1	20,0±2,2	15,9±1,4	16,9±0,7	20,1±1,4	17,4±0,2	17,6±1,9
	CV, %	9,7	5,7	7,7	0,6	11,2	8,8	3,9	6,9	0,9	10,7
94	к-2136, Венгрия	20,7±0,6	27,5±0,2	22,1±2,3	21,6±0,1	23,0±3,0	16,4±2,1	20,7±0,7	19,1±0,6	19,1±0,1	18,8±1,9
	CV, %	3,0	0,6	10,2	0,5	13,1	12,9	3,4	3,3	0,6	10,2
95	к-2188, Италия	18,2±0,5	24,8±1,1	25,8±0,9	24,1±0,1	23,2±3,3	16,5±1,9	20,2±0,3	17,1±1,6	16,5±0,1	17,6±1,9
	CV, %	2,5	4,6	3,4	0,5	14,0	11,4	1,6	9,1	0,9	11,1
96	к-2347, Дания	19,5±2,0	23,2±2,5	19,8±1,2	21,2±0,2	20,9±2,3	17,9±2,6	17,7±2,1	19,4±1,4	17,2±0,2	18,0±1,9
	CV, %	10,2	11,0	6,2	1,1	11,1	14,6	12,1	7,4	1,3	10,6
97	к-2379, Ливан	19,3±1,6	23,6±2,2	20,2±1,8	24,1±0,1	21,8±2,6	18,3±1,0	18,7±0,5	18,7±1,3	18,0±0,1	18,4±0,9
	CV, %	8,0	9,4	9,2	0,2	12,1	5,6	2,5	7,1	0,3	4,7
98	к-2383, Венгрия	16,7±1,3	25,1±1,8	21,4±2,0	22,9±0,1	21,5±3,6	16,2±0,4	20,1±0,9	19,1±1,8	19,5±0,1	18,7±1,8
	CV, %	7,9	7,3	9,1	0,5	16,6	2,3	4,4	9,3	0,3	9,5
99	к-2424, Франция	22,1±0,5	27,0±0,3	20,9±2,4	29,8±0,2	24,9±3,7	18,9±1,2	19,1±1,9	20,6±2,2	22,2±0,2	20,2±2,0
	CV, %	2,2	1,0	11,5	0,6	14,9	6,3	10,0	10,8	0,7	9,9
Сортотип Белый круглый											
100	к-2106, Чили	17,3±1,4	22,1±1,6	21,1±1,7	24,1±0,1	21,2±2,8	16,6±1,4	18,2±0,7	20,2±1,2	15,4±0,1	17,6±2,1
	CV, %	7,8	7,0	8,3	0,5	13,2	8,5	3,6	5,8	0,9	11,7
101	Вр.3266, Россия	16,1±0,8	17,6±0,4	14,9±0,9	-	16,2±1,3	13,7±1,3	17,1±1,0	14,1±0,3	-	15,0±1,8

CV, %		4,9	2,2	6,2	-	8,2	9,6	5,9	2,2	-	12,0
Сортотип Желтый круглый											
102	к-2222, Венгрия	18,8±2,2	18,9±3,2	15,3±1,7	18,9±0,1	17,9±2,6	15,6±1,1	13,3±0,8	15,8±2,0	13,4±0,1	14,5±1,7
CV, %		11,7	16,8	10,8	0,7	14,5	7,1	5,8	12,8	0,9	11,5
103	к-2360, Чехия	19,3±1,4	18,1±1,8	18,1±1,4	17,9±0,2	18,3±1,4	15,8±0,9	13,1±0,3	15,3±1,4	12,4±0,1	14,1±1,7
CV, %		7,0	9,9	7,6	0,9	7,7	5,4	2,1	9,4	1,1	11,7
Сортотип Красный длиннотелиндрический цельнолистный											
104	к-1176, Китай	23,2±1,2	30,4±2,7	22,8±0,5	-	25,5±4,0	18,9±1,6	21,5±1,1	16,7±1,4	-	19,0±2,4
CV, %		5,2	8,8	2,2	-	15,5	8,3	5,0	8,2	-	12,4
105	к-1667, Россия	21,6±2,6	25,7±2,0	25,6±0,5	24,9±0,1	24,5±2,4	17,8±1,3	20,7±3,0	17,5±1,2	19,8±0,2	19,0±2,1
CV, %		11,8	8,0	1,9	0,2	9,8	7,2	14,3	6,7	1,0	11,2
106	к-1871, Россия	20,8±1,3	23,3±2,3	19,6±1,5	-	21,2±2,3	18,1±0,5	22,0±2,2	18,7±1,1	-	19,6±2,3
CV, %		6,5	9,9	7,9	-	10,9	2,9	9,9	5,9	-	11,5
107	к-1879, Индия	22,3±0,4	28,8±1,0	23,0±2,0	27,1±0,1	25,3±3,1	19,7±3,4	20,5±0,3	20,5±0,7	18,9±0,2	19,9±1,8
CV, %		1,8	3,6	8,8	0,4	12,2	17,5	1,7	3,7	0,9	9,0
108	к-2187, Азербайджан	20,7±0,6	29,7±0,3	20,6±1,7	24,7±0,2	23,9±4,1	18,3±0,7	20,3±1,7	19,8±1,7	17,2±0,2	18,9±1,7
CV, %		2,7	0,9	8,5	0,7	17,1	3,9	8,1	8,5	1,0	8,9
109	к-2217, Афганистан	20,5±1,8	29,3±0,8	20,6±1,6	26,6±0,3	24,3±4,2	18,4±1,9	22,6±1,8	18,9±1,5	17,0±0,0	19,2±2,5
CV, %		9,0	2,7	7,6	1,0	17,3	10,6	7,9	8,0	0,2	13,3
110	к-2260, Россия	20,2±2,2	22,1±2,9	19,6±1,4	24,5±0,2	21,6±2,6	17,5±1,4	20,9±2,5	17,8±1,5	15,4±0,2	17,9±2,5
CV, %		11,1	13,2	7,1	0,7	12,2	7,9	11,8	8,5	1,6	14,0
Сортотип Красно-розовый короткотелиндрический цельнолистный											
111	к-1946, Таджикистан	20,6±2,8	25,9±2,6	20,7±2,2	24,8±0,2	23,0±3,3	19,7±0,5	20,1±2,0	20,4±1,0	18,1±0,1	19,6±1,4
CV, %		13,7	10,2	10,4	0,9	14,3	2,5	10,1	4,7	0,6	7,2
Сортотип Красный округлый лировиднолистный											
112	к-1233, Китай	21,0±1,6	21,3±2,6	21,4±2,2	27,2±0,2	22,9±3,0	17,7±2,2	20,0±1,4	18,1±1,4	17,4±0,2	18,1±1,6
CV, %		7,5	12,3	10,1	0,6	13,2	12,6	7,2	8,0	0,9	9,0
Сортотип Белый круглый цельнолистный											
113	к-1666, Россия	20,2±1,7	23,0±0,9	24,4±1,0	22,1±0,1	22,4±1,9	15,9±1,6	18,7±2,1	17,6±0,7	17,4±0,1	17,4±1,6
CV, %		8,2	4,0	4,2	0,4	8,7	9,8	11,2	3,9	0,7	9,3
114	к-1921, Китай	17,8±0,3	22,3±1,6	21,7±1,0	21,4±0,2	20,8±2,1	14,0±0,5	19,8±0,7	16,4±1,1	14,3±0,2	16,1±2,4

CV, %		1,9	7,2	4,5	0,8	9,9	3,4	3,3	6,7	1,5	15,1
115	к-1923, Китай	19,1±1,3	25,6±1,6	18,2±0,8	21,5±0,1	21,1±3,3	16,9±2,0	17,4±2,0	18,8±1,6	16,6±0,1	17,4±1,7
CV, %		6,8	6,2	4,2	0,4	15,5	11,8	11,4	8,5	0,7	10,0
Среднее по коллекции		19,3±2,9	20,8±4,3	20,3±3,9	19,9±3,7	20,2±2,9	16,5±2,2	16,2±3,3	16,8±2,6	15,2±2,6	16,3±2,1
CV, %		15,2	20,4	19,5	18,6	14,4	13,5	20,0	15,7	17,3	13,1
НСР ₀₅		1,6	2,5	2,4	2,7	3,5	1,2	1,9	1,5	1,9	2,6

Приложение 6

Характеристика образцов редиса по признакам размеров корнеплода в разных условиях выращивания (I – зимняя остекленная теплица, II – весенняя теплица, III – открытый грунт, IV – интенсивная светокультура), среднее за 2016-2018 г.

№	№ каталога, происхождение	Длина корнеплода, см					Диаметр корнеплода, см					Индекс				
		I	II	III	IV	X _{ср}	I	II	III	IV	X _{ср}	I	II	III	IV	X _{ср}
Сортотип Красный овально-округлый																
1	к-187, Германия	3,3±0,5	3,0±0,1	3,2±0,2	-	3,2±0,3	2,1±0,3	2,5±0,1	2,6±0,1	-	2,4±0,3	1,6	1,2	1,2	-	1,3
	CV, %	14,1	4,4	6,0	-	10,0	12,1	3,2	5,0	-	11,1	18,4	6,6	4,9	-	18,1
2	к-1545, Россия	2,8±0,2	3,0±0,4	3,2±0,3	4,0±0,2	3,3±0,5	2,8±0,3	2,7±0,2	3,3±0,2	2,9±0,1	2,9±0,3	1,0	1,1	1,0	1,4	1,1
	CV, %	7,5	12,1	9,0	4,2	15,4	9,0	7,5	7,4	2,8	9,6	3,7	8,8	2,6	7,0	14,7
3	к-1566, США	3,7±0,3	3,0±0,2	3,7±0,3	4,1±0,1	3,6±0,4	2,3±0,2	2,6±0,3	2,7±0,2	2,9±0,2	2,6±0,3	1,6	1,2	1,4	1,4	1,4
	CV, %	7,3	7,3	7,0	2,5	12,2	7,7	12,3	8,7	5,8	11,1	10,4	17,9	2,5	8,4	14,4
4	к-1703, Венгрия	3,0±0,4	2,8±0,3	3,4±0,3	-	3,1±0,4	2,6±0,1	3,1±0,3	3,4±0,3	-	3,1±0,4	1,2	0,9	1,0	-	1,0
	CV, %	12,7	10,0	10,1	-	12,9	4,2	9,7	9,5	-	13,7	13,8	6,7	1,1	-	13,8
5	к-1742, Германия	4,2±0,4	2,8±0,3	3,0±0,1	3,7±0,1	3,4±0,6	2,9±0,1	2,9±0,1	2,7±0,2	2,7±0,2	2,8±0,2	1,5	1,0	1,1	1,4	1,2
	CV, %	9,0	9,7	4,5	3,0	18,3	4,0	4,3	7,5	8,1	6,6	7,6	6,8	7,6	5,2	17,3
6	к-1816, Украина	3,7±0,4	2,5±0,1	3,1±0,2	-	3,1±0,6	2,2±0,1	2,6±0,1	3,3±0,2	-	2,7±0,5	1,7	1,0	0,9	-	1,2
	CV, %	11,2	5,2	5,7	-	18,2	6,4	4,3	5,1	-	18,2	9,6	6,5	4,9	-	31,1
7	к-2083, Чили	3,7±0,4	2,5±0,1	3,1±0,3	2,9±0,1	3,1±0,5	2,5±0,2	2,6±0,1	3,0±0,4	2,7±0,3	2,7±0,3	1,5	1,0	1,0	1,1	1,2
	CV, %	9,6	5,6	8,0	2,5	16,6	8,1	4,3	14,6	10,1	11,5	5,8	2,9	10,1	2,3	18,1
8	к-2111, Чили	3,1±0,1	2,9±0,1	3,0±0,1	3,7±0,1	3,2±0,3	2,6±0,1	3,0±0,2	2,8±0,2	3,0±0,0	2,8±0,2	1,2	1,0	1,1	1,2	1,1
	CV, %	3,7	4,1	3,2	1,5	9,7	5,4	6,3	5,4	0,9	7,6	6,9	2,5	8,0	0,6	9,9
9	к-2120, Турция	2,9±0,1	2,7±0,2	2,6±0,3	3,3±0,1	2,9±0,3	2,2±0,3	2,7±0,3	2,6±0,2	3,0±0,0	2,6±0,4	1,3	1,0	1,0	1,1	1,1
	CV, %	4,7	7,3	13,6	3,0	12,2	12,2	11,4	8,3	1,2	13,9	10,2	14,1	9,9	1,7	15,3
10	к-2127, Италия	3,3±0,2	3,0±0,3	3,6±0,3	3,6±0,1	3,4±0,3	2,6±0,1	2,6±0,3	3,2±0,1	3,1±0,1	2,9±0,3	1,3	1,1	1,1	1,2	1,2
	CV, %	5,2	8,9	7,3	2,3	10,1	4,6	9,8	4,4	3,4	10,8	8,8	17,0	8,6	1,1	10,6
11	к-2133, Танзания	3,4±0,4	2,9±0,2	3,4±0,4	3,3±0,2	3,2±0,4	2,0±0,3	2,4±0,1	2,7±0,4	2,6±0,1	2,4±0,4	1,7	1,2	1,3	1,3	1,4
	CV, %	11,1	6,3	11,5	5,3	10,9	17,1	5,7	15,3	2,8	15,6	13,0	10,0	6,8	2,5	18,3
12	к-2154, Дания	3,7±0,2	3,0±0,2	3,3±0,4	3,6±0,1	3,4±0,4	2,4±0,2	2,8±0,2	3,1±0,2	3,0±0,1	2,8±0,3	1,6	1,1	1,1	1,2	1,2

	CV, %	6,2	5,6	11,6	3,0	10,5	9,9	7,1	6,2	1,9	11,6	16,6	9,8	10,2	1,2	20,7
13	к-2165, Нидерланды	3,8±0,4	2,6±0,3	3,4±0,2	3,1±0,1	3,2±0,5	2,5±0,1	2,6±0,2	3,4±0,2	2,9±0,2	2,8±0,4	1,5	1,0	1,0	1,1	1,1
	CV, %	10,2	10,4	5,6	1,8	15,6	3,8	6,5	4,7	5,8	13,2	10,5	16,3	3,4	7,6	20,8
14	к-2166, Нидерланды	4,1±0,2	3,1±0,2	3,2±0,3	3,6±0,1	3,5±0,4	2,9±0,1	3,1±0,3	3,1±0,1	2,9±0,1	3,0±0,2	1,4	1,0	1,0	1,2	1,2
	CV, %	5,1	7,0	8,3	3,0	12,0	4,7	9,8	3,2	4,5	6,7	6,8	5,4	7,3	1,5	15,0
15	к-2167, Нидерланды	3,2±0,2	3,0±0,1	3,4±0,1	4,1±0,1	3,4±0,4	2,7±0,2	2,9±0,2	3,3±0,2	3,3±0,1	3,0±0,3	1,2	1,0	1,0	1,3	1,1
	CV, %	7,6	2,6	4,3	1,8	13,1	7,7	7,8	7,0	1,7	10,6	7,6	7,4	5,0	3,5	10,3
16	к-2170, Россия	3,7±0,5	2,4±0,2	3,2±0,2	3,3±0,1	3,1±0,6	2,8±0,1	2,6±0,2	3,1±0,1	2,8±0,1	2,8±0,2	1,3	0,9	1,0	1,2	1,1
	CV, %	13,4	8,6	7,1	4,2	17,7	4,9	7,3	3,6	4,1	8,2	14,7	3,0	7,1	0,1	15,5
17	к-2185, Польша	3,9±0,2	2,9±0,2	3,3±0,3	2,9±0,2	3,2±0,5	2,4±0,2	2,6±0,3	3,1±0,1	2,3±0,2	2,6±0,4	1,6	1,1	1,1	1,3	1,3
	CV, %	4,1	7,4	9,9	5,8	14,4	8,5	10,0	3,0	10,8	14,8	11,4	5,8	10,2	5,1	20,2
18	к-2191, Великобритания	4,0±0,4	2,8±0,3	3,5±0,1	-	3,4±0,6	3,2±0,2	2,7±0,2	3,3±0,2	-	3,1±0,3	1,2	1,0	1,1	-	1,1
	CV, %	8,9	10,4	4,2	-	16,4	5,4	8,6	6,4	-	10,7	8,1	6,1	5,3	-	10,7
19	к-2192, Венгрия	3,2±0,2	3,1±0,1	3,9±0,3	3,5±0,1	3,4±0,4	2,6±0,2	3,2±0,2	3,2±0,2	2,9±0,2	2,9±0,3	1,3	1,0	1,2	1,2	1,2
	CV, %	7,5	4,0	6,9	3,9	10,5	6,9	5,9	5,5	5,8	10,5	13,0	4,7	3,8	1,8	11,8
20	к-2193, Болгария	3,3±0,3	3,1±0,4	4,1±0,5	3,4±0,1	3,5±0,5	2,2±0,3	2,7±0,1	3,5±0,3	2,6±0,1	2,8±0,5	1,5	1,1	1,2	1,3	1,3
	CV, %	7,7	12,0	11,3	3,7	14,4	13,6	4,8	9,6	3,8	18,7	16,8	15,7	8,6	0,1	16,5
21	к-2198, Чехия	3,9±0,5	3,0±0,2	3,9±0,3	4,4±0,0	3,8±0,6	2,4±0,2	2,7±0,4	3,1±0,2	2,1±0,1	2,6±0,4	1,7	1,2	1,2	2,1	1,5
	CV, %	13,1	5,6	6,5	0,6	15,4	6,4	14,5	5,9	5,2	17,4	13,7	17,7	6,5	5,8	27,3
22	к-2202, Нидерланды	3,0±0,2	2,8±0,1	3,1±0,3	2,8±0,2	2,9±0,3	2,6±0,2	2,9±0,2	3,1±0,1	2,4±0,1	2,8±0,3	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1
	CV, %	5,7	4,7	11,0	6,0	8,6	8,8	7,5	4,4	4,6	12,0	11,2	4,9	7,2	1,4	9,8
23	к-2203, Германия	4,5±0,6	3,4±0,2	4,3±0,1	-	4,1±0,6	3,0±0,2	2,8±0,3	3,2±0,1	-	3,0±0,2	1,5	1,2	1,4	-	1,3
	CV, %	12,6	5,0	3,2	-	13,8	6,7	8,8	4,7	-	7,9	8,6	4,9	7,2	-	11,2
24	к-2210, Россия	3,8±0,4	2,8±0,2	3,0±0,1	3,3±0,1	3,2±0,5	2,7±0,4	3,2±0,4	3,4±0,3	3,5±0,1	3,2±0,4	1,4	0,9	0,9	0,9	1,0
	CV, %	11,1	7,0	4,5	3,3	14,0	14,3	11,2	9,4	3,1	13,7	7,2	6,6	11,1	0,2	23,7
25	к-2219, Болгария	3,9±0,3	3,1±0,2	3,6±0,5	3,6±0,1	3,6±0,4	2,8±0,2	2,7±0,2	3,0±0,1	2,8±0,2	2,8±0,2	1,4	1,2	1,2	1,3	1,3
	CV, %	7,8	6,9	14,3	2,3	11,2	6,2	8,0	3,2	6,8	6,9	5,4	10,7	13,0	4,5	10,3
26	к-2220, Сирия	4,3±0,5	3,7±0,3	4,2±0,4	5,7±0,2	4,5±0,8	2,8±0,2	2,8±0,3	3,4±0,4	2,5±0,1	2,9±0,4	1,5	1,3	1,2	2,3	1,6
	CV, %	11,9	8,0	9,1	2,9	17,8	6,8	12,3	12,2	5,3	15,3	14,6	8,2	6,5	8,2	27,7
27	к-2228, Нидерланды	3,7±0,3	2,8±0,2	3,5±0,2	2,9±0,1	3,2±0,4	2,2±0,2	2,3±0,2	2,6±0,1	2,4±0,1	2,4±0,2	1,7	1,2	1,3	1,2	1,4
	CV, %	8,4	6,1	6,1	3,8	14,0	7,9	9,3	4,1	5,3	8,9	14,1	14,6	6,0	1,5	19,0
28	к-2239, Нидерланды	3,7±0,2	2,6±0,1	3,1±0,1	3,1±0,1	3,1±0,4	2,9±0,3	2,7±0,2	3,0±0,2	2,4±0,1	2,7±0,3	1,3	1,0	1,0	1,3	1,1
	CV, %	6,5	5,2	2,6	1,8	13,5	9,8	7,0	6,9	4,6	10,9	12,8	5,6	9,8	6,4	15,2
29	к-2241, Нидерланды	4,0±0,3	2,8±0,2	3,6±0,2	3,9±0,1	3,6±0,5	2,8±0,2	2,8±0,2	2,9±0,1	2,7±0,2	2,8±0,2	1,5	1,0	1,2	1,4	1,3
	CV, %	7,5	5,6	4,5	2,8	14,6	6,4	5,6	2,7	8,1	6,3	11,6	7,3	3,2	5,3	17,2
30	к-2246, Нидерланды	4,9±0,2	3,5±0,1	3,8±0,1	3,9±0,1	4,0±0,6	3,1±0,2	2,9±0,1	3,1±0,1	3,3±0,1	3,1±0,2	1,6	1,2	1,2	1,2	1,3
	CV, %	4,5	4,0	3,9	2,8	13,9	5,7	4,3	3,6	3,3	5,8	3,7	4,1	4,1	6,1	14,5
31	к-2248, Нидерланды	4,0±0,4	2,6±0,2	3,5±0,1	-	3,4±0,7	2,9±0,1	2,7±0,2	3,3±0,2	-	3,0±0,3	1,4	1,0	1,1	-	1,1
	CV, %	9,2	6,7	3,1	-	19,8	3,4	8,3	5,0	-	10,8	9,8	9,2	6,0	-	17,9
32	к-2250, Нидерланды	4,0±0,2	3,4±0,3	3,4±0,4	3,6±0,2	3,6±0,4	2,9±0,1	3,1±0,3	3,1±0,2	2,7±0,1	2,9±0,2	1,4	1,1	1,1	1,3	1,2

CV, %		4,8	8,4	10,9	4,6	10,2	5,0	8,4	7,8	4,1	8,4	7,9	4,4	8,1	0,6	12,6
33	к-2251, Великобритания	4,0±0,3	3,0±0,1	2,9±0,1	-	3,3±0,6	3,2±0,2	2,8±0,2	3,0±0,2	-	3,0±0,2	1,3	1,0	1,0	-	1,1
CV, %		8,6	5,0	4,0	-	16,9	5,9	6,8	7,9	-	7,2	13,6	6,1	4,2	-	14,1
34	к-2255, США	3,8±0,2	3,1±0,1	3,6±0,3	2,9±0,1	3,3±0,4	2,9±0,2	3,0±0,1	3,0±0,1	2,5±0,2	2,8±0,3	1,3	1,0	1,2	1,2	1,2
CV, %		5,8	4,6	8,3	3,8	12,6	7,4	4,6	4,5	8,8	9,4	7,9	6,6	5,8	5,0	10,9
35	к-2299, Швеция	3,8±0,3	2,6±0,2	3,1±0,4	-	3,1±0,6	2,5±0,1	2,5±0,2	2,5±0,2	-	2,5±0,2	1,5	1,1	1,3	-	1,3
CV, %		7,2	5,8	14,5	-	18,0	4,3	6,6	9,9	-	6,9	6,6	5,7	10,1	-	17,6
36	к-2325, Молдавия	3,6±0,3	3,1±0,1	3,1±0,2	3,5±0,1	3,3±0,3	3,2±0,2	2,9±0,2	2,8±0,2	2,5±0,1	2,8±0,3	1,1	1,1	1,1	1,4	1,2
CV, %		8,0	2,6	6,3	2,5	9,1	7,6	8,0	6,6	3,3	11,0	1,9	8,8	4,8	5,8	13,2
37	к-2343, Исландия	3,4±0,2	3,2±0,3	3,3±0,3	3,5±0,1	3,3±0,3	2,1±0,2	2,4±0,1	2,7±0,2	2,5±0,2	2,4±0,3	1,6	1,3	1,2	1,4	1,4
CV, %		6,3	8,5	10,1	3,9	7,8	9,7	3,1	8,6	7,4	10,7	11,9	10,5	8,1	11,3	14,2
38	к-2369, Нидерланды	3,8±0,3	2,8±0,3	3,2±0,2	4,5±0,1	3,6±0,7	2,8±0,2	2,8±0,2	2,2±0,2	2,9±0,1	2,7±0,3	1,4	1,0	1,5	1,6	1,4
CV, %		8,4	9,2	6,3	1,8	18,9	6,7	7,9	11,0	4,8	12,9	11,9	13,6	5,6	6,6	17,7
39	к-2377, Германия	3,2±0,3	2,7±0,3	2,8±0,2	-	2,9±0,3	2,8±0,2	2,3±0,2	2,8±0,2	-	2,7±0,3	1,1	1,1	1,0	-	1,1
CV, %		8,5	9,6	8,5	-	11,5	8,8	9,4	6,5	-	11,6	3,7	11,3	2,6	-	9,0
40	к-2400, Великобритания	3,5±0,4	3,0±0,4	3,0±0,2	-	3,2±0,4	3,1±0,1	2,9±0,1	3,3±0,2	-	3,1±0,2	1,2	1,0	0,9	-	1,0
CV, %		12,4	14,2	7,7	-	13,8	2,5	3,8	6,4	-	7,0	13,5	12,2	13,7	-	15,6
41	к-2404, Нидерланды	2,8±0,2	2,5±0,1	3,1±0,2	2,9±0,2	2,8±0,3	2,4±0,3	2,6±0,2	3,0±0,3	2,1±0,1	2,5±0,4	1,2	1,0	1,0	1,4	1,1
CV, %		8,5	5,8	5,9	5,5	9,8	11,4	8,5	8,7	4,8	15,9	4,6	6,9	4,0	0,7	13,7
42	к-2405, Нидерланды	2,9±0,2	2,6±0,1	3,1±0,1	2,6±0,1	2,8±0,3	2,3±0,2	2,6±0,2	3,1±0,1	2,6±0,1	2,7±0,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,1
CV, %		8,1	4,4	3,6	4,8	9,7	7,8	9,1	2,5	2,6	12,1	8,4	8,1	4,0	2,2	12,8
43	к-2408, Нидерланды	3,2±0,6	2,6±0,4	3,2±0,3	2,9±0,1	3,0±0,4	2,7±0,3	2,8±0,2	3,1±0,1	2,8±0,2	2,8±0,3	1,2	0,9	1,0	1,1	1,1
CV, %		18,4	14,5	9,2	3,5	14,5	11,3	8,8	4,6	8,9	9,4	13,6	12,1	9,1	5,4	13,2
44	к-2415, Турция	3,4±0,4	2,2±0,3	2,3±0,2	3,1±0,1	2,8±0,6	2,8±0,3	2,7±0,2	2,4±0,2	2,9±0,2	2,7±0,3	1,2	0,8	1,0	1,1	1,0
CV, %		12,5	13,6	10,5	4,6	21,1	11,4	6,2	7,1	5,4	9,9	9,4	15,3	6,0	10,0	17,1
Сортотип Розово-красный овальный																
45	к-1858, США.	3,6±0,5	2,6±0,2	3,2±0,3	2,9±0,2	3,0±0,5	2,5±0,3	2,4±0,2	2,6±0,2	2,3±0,2	2,4±0,2	1,4	1,1	1,2	1,3	1,3
CV, %		14,3	6,4	9,9	5,8	16,1	12,0	7,1	9,0	7,3	10,2	10,7	12,1	9,5	1,5	13,7
46	к-1925, Канада	3,2±0,4	2,5±0,1	3,7±0,4	-	3,1±0,6	2,5±0,2	2,5±0,2	3,2±0,2	-	2,7±0,4	1,3	1,0	1,2	-	1,2
CV, %		12,3	3,9	10,5	-	18,2	6,6	6,1	7,7	-	13,9	10,5	7,5	4,2	-	11,7
47	к-1936, Канада	5,0±0,8	3,7±0,3	3,9±0,2	4,1±0,1	4,2±0,7	2,4±0,4	2,3±0,2	2,3±0,2	2,1±0,2	2,3±0,3	2,1	1,7	1,7	2,1	1,9
CV, %		16,2	8,1	4,7	2,7	15,7	16,6	9,0	10,4	10,4	12,5	8,0	13,0	13,4	5,0	14,0
48	к-1941, Канада	3,2±0,2	3,1±0,4	3,9±0,6	3,9±0,1	3,5±0,5	2,1±0,2	2,3±0,2	3,0±0,3	2,5±0,1	2,4±0,4	1,5	1,4	1,3	1,6	1,5
CV, %		7,0	11,6	14,0	2,8	14,5	8,0	10,2	9,3	2,2	15,1	6,5	12,6	8,9	0,6	10,4
49	к-2476, США	3,0±0,2	3,2±0,2	3,2±0,2	4,2±0,2	3,4±0,5	2,8±0,2	3,1±0,2	3,2±0,2	2,6±0,2	2,9±0,3	1,1	1,0	1,0	1,6	1,2
CV, %		5,8	7,6	5,0	4,0	14,6	7,8	7,9	5,0	9,6	11,5	10,2	4,3	4,3	9,2	24,3
Сортотип Светло-розовый овальный																
50	к-2451, Россия	3,2±0,3	2,6±0,2	3,4±0,1	4,1±0,1	3,3±0,6	2,4±0,1	2,4±0,1	2,5±0,1	2,7±0,1	2,5±0,2	1,3	1,1	1,4	1,5	1,3
CV, %		8,5	6,0	3,9	2,7	17,6	4,3	6,1	5,3	4,1	6,6	9,5	2,5	8,0	6,7	14,4

Сортотип Темно-красный округлый																
51	к-551, Турция	3,5±0,4	2,8±0,4	3,6±0,1	-	3,3±0,5	2,1±0,2	2,6±0,4	3,0±0,3	-	2,6±0,5	1,7	1,1	1,2	-	1,3
	CV, %	10,9	12,6	3,3	-	13,8	9,1	13,5	11,5	-	18,2	15,7	7,2	10,3	-	22,9
52	к-1846, Нидерланды	4,3±0,1	2,5±0,1	3,7±0,2	-	3,5±0,8	1,7±0,3	2,4±0,1	2,8±0,2	-	2,3±0,5	2,6	1,0	1,3	-	1,6
	CV, %	2,8	5,3	4,5	-	23,0	14,8	3,7	8,4	-	22,2	13,7	4,4	10,7	-	43,7
53	к-2141, Иран	3,7±0,4	2,1±0,3	2,7±0,2	2,7±0,1	2,8±0,6	2,1±0,2	2,7±0,4	2,8±0,3	2,6±0,1	2,5±0,4	1,8	0,8	1,0	1,0	1,2
	CV, %	10,3	14,5	8,7	4,7	22,8	7,9	15,8	10,1	3,8	15,0	13,3	10,2	11,9	0,9	36,0
54	к-2196, Ливан	5,3±1,0	3,1±0,4	4,1±0,5	3,4±0,1	4,0±1,0	2,7±0,4	2,7±0,3	3,7±0,2	2,5±0,1	2,9±0,5	2,0	1,2	1,1	1,4	1,4
	CV, %	18,1	12,2	11,4	3,1	25,5	14,4	11,6	4,4	2,2	18,4	14,2	19,3	14,1	0,8	27,5
Сортотип Красный длинный																
55	к-2100, Чили	7,6±0,6	8,1±1,2	7,9±0,6	-	7,9±0,8	1,9±0,1	2,2±0,3	2,0±0,1	-	2,0±0,2	4,1	3,7	4,1	-	4,0
	CV, %	8,2	14,3	6,9	-	10,3	5,6	13,6	5,8	-	11,4	7,1	6,4	10,4	-	8,9
56	к-2105, Чили	10,7±0,6	8,6±1,1	8,9±0,6	-	9,4±1,2	2,3±0,2	2,4±0,1	2,8±0,2	-	2,5±0,3	4,6	3,5	3,3	-	3,8
	CV, %	5,7	12,8	6,7	-	12,8	7,8	4,8	8,7	-	10,4	7,7	9,8	14,8	-	18,8
57	к-2231, Эфиопия	7,6±1,0	9,4±0,8	9,7±0,8	-	8,9±1,2	2,4±0,2	2,5±0,2	2,1±0,3	-	2,4±0,3	3,2	3,7	4,6	-	3,8
	CV, %	13,4	8,6	7,8	-	13,9	7,3	6,3	12,8	-	11,4	16,0	12,9	11,6	-	20,3
58	к-2302, Ливия	6,6±0,2	9,3±0,7	9,3±0,8	-	8,4±1,4	1,4±0,2	1,9±0,2	2,1±0,2	-	1,8±0,4	4,8	4,9	4,3	-	4,7
	CV, %	2,9	7,8	8,8	-	17,1	15,3	8,3	7,5	-	19,6	14,5	8,9	9,7	-	11,9
59	к-2341, Испания	10,1±0,6	6,4±0,3	8,4±0,2	-	8,3±1,6	2,1±0,1	2,1±0,2	2,2±0,1	-	2,1±0,1	4,9	3,1	3,8	-	3,9
	CV, %	5,5	4,4	2,8	-	19,4	3,0	8,2	5,9	-	6,8	5,4	11,2	4,9	-	21,1
Сортотип Розово-красный с белым кончиком округлый																
60	к-1543, Россия	3,7±0,4	2,7±0,3	2,8±0,2	3,3±0,1	3,1±0,5	2,7±0,3	3,0±0,4	2,8±0,3	2,9±0,1	2,8±0,3	1,4	0,9	1,0	1,2	1,1
	CV, %	12,0	10,5	7,5	4,4	16,1	11,5	13,5	11,0	2,2	10,3	12,1	17,3	9,6	2,3	18,9
61	к-1615, Болгария	3,5±0,6	3,1±0,2	3,4±0,3	-	3,3±0,4	2,3±0,3	3,3±0,2	3,1±0,4	-	2,9±0,5	1,5	1,0	1,1	-	1,2
	CV, %	17,6	6,8	7,7	-	12,3	12,9	6,0	13,4	-	18,5	9,5	5,7	11,9	-	22,5
62	к-2010, Дания	3,8±0,3	2,7±0,2	3,8±0,2	3,1±0,1	3,4±0,5	2,5±0,2	2,5±0,2	2,8±0,1	2,9±0,1	2,7±0,2	1,5	1,1	1,4	1,1	1,3
	CV, %	7,3	7,1	4,7	3,5	15,4	7,7	8,0	5,0	2,8	8,8	14,8	8,2	5,5	6,3	18,6
63	к-2019, США	3,8±0,2	2,5±0,1	2,8±0,2	5,7±0,2	3,7±1,3	2,7±0,2	2,5±0,2	2,8±0,2	2,7±0,1	2,7±0,2	1,4	1,0	1,0	2,1	1,4
	CV, %	4,2	4,0	7,0	2,9	34,6	7,7	6,6	8,0	4,1	7,1	10,2	5,3	6,8	7,0	34,5
64	к-2086, Чили	3,9±0,2	2,6±0,1	3,7±0,1	3,2±0,2	3,3±0,6	2,7±0,2	2,5±0,1	3,1±0,1	2,4±0,0	2,7±0,3	1,5	1,0	1,2	1,3	1,2
	CV, %	6,3	4,6	3,5	5,2	16,6	7,6	4,9	4,0	1,1	11,1	9,0	4,2	2,4	6,3	15,0
65	к-2097, Чили	3,1±0,2	2,3±0,1	2,9±0,1	3,8±0,1	3,0±0,5	2,5±0,1	2,4±0,1	2,6±0,1	2,5±0,0	2,5±0,1	1,2	0,9	1,1	1,5	1,2
	CV, %	5,8	5,5	4,5	2,2	18,2	4,6	2,6	5,2	1,1	4,0	3,4	3,6	7,2	1,1	17,3
66	к-2130, Азербайджан	3,3±0,4	2,8±0,4	3,0±0,4	3,4±0,1	3,1±0,4	2,3±0,3	2,9±0,5	3,0±0,3	3,1±0,1	2,8±0,4	1,4	1,0	1,0	1,1	1,1
	CV, %	12,6	13,6	13,9	2,7	13,4	12,4	16,6	9,7	2,0	15,4	7,7	8,4	12,1	0,8	19,0
67	к-2156, Алжир	3,3±0,4	2,3±0,2	2,5±0,1	2,6±0,0	2,7±0,5	2,5±0,3	2,6±0,4	2,7±0,4	2,3±0,2	2,5±0,3	1,4	0,9	1,0	1,1	1,1
	CV, %	13,0	9,0	6,0	1,4	17,6	13,0	15,8	14,3	7,5	13,5	20,5	12,7	14,0	6,1	22,8
68	к-2168, Нидерланды	3,1±0,3	2,7±0,2	3,0±0,4	3,6±0,1	3,1±0,4	3,1±0,2	3,3±0,3	3,3±0,2	3,3±0,4	3,2±0,3	1,0	0,8	0,9	1,1	1,0
	CV, %	9,8	8,3	12,3	1,5	12,5	5,7	8,3	5,6	11,8	8,0	10,9	6,4	7,9	10,3	14,1
69	к-2313, Испания	4,3±0,6	3,5±0,5	4,1±0,3	-	4,0±0,6	2,1±0,2	2,8±0,3	2,5±0,3	-	2,5±0,4	2,1	1,3	1,7	-	1,7
	CV, %	14,7	14,9	6,9	-	14,8	9,3	12,4	13,7	-	17,2	17,9	13,6	11,1	-	25,9

70	к-2375, Дания	4,4±0,3	2,9±0,3	3,4±0,1	3,3±0,1	3,5±0,6	3,7±0,2	3,4±0,1	3,9±0,4	3,1±0,1	3,5±0,4	1,2	0,8	0,9	1,1	1,0
	CV, %	6,8	11,4	3,3	4,1	17,4	5,1	3,8	9,2	4,6	11,0	10,7	10,8	9,5	8,7	18,2
71	к-2380, Швеция	3,9±0,4	2,1±0,2	2,8±0,2	3,1±0,1	3,0±0,7	2,1±0,3	2,6±0,4	2,9±0,2	2,6±0,1	2,6±0,4	1,8	0,8	1,0	1,2	1,2
	CV, %	10,4	11,3	6,7	4,5	22,7	14,2	17,1	6,6	4,2	15,2	10,8	13,9	12,5	0,2	33,1
72	к-2393, Канада	4,8±0,4	3,1±0,3	3,4±0,4	2,9±0,1	3,6±0,8	3,5±0,2	3,6±0,4	3,9±0,3	2,6±0,1	3,4±0,5	1,4	0,9	0,9	1,1	1,1
	CV, %	7,5	8,5	12,3	2,1	22,1	5,7	9,8	8,4	3,0	15,7	8,5	2,9	7,0	0,9	20,3
73	к-2402, Аргентина	3,5±0,5	2,9±0,3	2,9±0,4	3,9±0,1	3,3±0,6	2,7±0,3	2,8±0,3	3,1±0,2	3,1±0,1	2,9±0,3	1,3	1,1	0,9	1,3	1,1
	CV, %	14,9	9,7	15,1	2,7	17,1	11,5	10,1	7,3	2,5	9,6	12,6	2,8	10,3	5,2	16,4
Сортотип Розово-красный с белым кончиком цилиндрический																
74	к-64, Франция	4,6±0,2	4,3±0,4	5,8±0,7	-	4,9±0,8	2,6±0,1	2,7±0,2	2,6±0,1	-	2,6±0,2	1,8	1,6	2,2	-	1,9
	CV, %	4,9	8,4	12,0	-	16,3	5,0	8,2	3,8	-	6,2	6,8	14,8	12,1	-	18,3
75	к-1762, Дания	6,1±0,7	4,5±0,7	4,3±0,5	4,2±0,2	4,8±1,0	2,1±0,2	2,5±0,1	2,6±0,3	2,6±0,1	2,4±0,3	3,0	1,8	1,7	1,6	2,0
	CV, %	12,1	15,4	12,3	4,2	20,4	9,4	3,5	11,5	3,6	11,4	17,2	13,8	6,9	0,6	31,5
76	к-1839, Франция	7,7±0,3	4,4±0,5	5,5±0,4	-	5,9±1,5	2,4±0,3	2,4±0,1	2,4±0,1	-	2,4±0,2	3,2	1,8	2,3	-	2,4
	CV, %	4,5	11,4	8,1	-	25,0	10,4	6,1	5,8	-	7,3	7,7	8,3	4,7	-	25,9
77	к-1855, Финляндия	5,9±0,7	4,5±0,4	4,8±0,5	-	5,1±0,8	2,8±0,3	2,9±0,2	2,7±0,2	-	2,8±0,2	2,1	1,6	1,8	-	1,8
	CV, %	12,5	9,5	9,7	-	15,9	9,8	6,6	7,7	-	8,3	5,2	4,6	5,7	-	13,2
78	к-1939, Пакистан	4,5±0,4	4,3±0,5	4,5±0,5	4,1±0,1	4,4±0,4	1,9±0,2	2,6±0,3	2,1±0,1	1,9±0,0	2,1±0,4	2,4	1,6	2,2	2,1	2,1
	CV, %	8,7	11,2	11,9	3,2	9,7	10,4	12,8	6,8	2,4	16,7	12,4	3,2	11,6	0,9	16,2
79	к-2175, Швеция	7,9±0,9	6,1±0,6	6,2±0,1	5,7±0,2	6,5±1,0	1,8±0,2	2,4±0,2	2,2±0,2	1,8±0,2	2,0±0,3	4,5	2,5	2,9	3,2	3,3
	CV, %	10,9	9,4	2,3	2,9	15,5	9,0	8,8	8,8	12,2	16,1	11,2	4,2	10,7	9,3	24,9
80	к-2176, Швеция	6,3±0,6	5,5±0,2	5,9±0,1	5,9±0,1	5,9±0,4	2,0±0,1	2,2±0,2	2,2±0,2	2,3±0,1	2,2±0,2	3,2	2,5	2,7	2,6	2,7
	CV, %	8,9	3,9	1,8	1,9	6,8	6,8	8,1	8,4	2,4	8,2	14,2	10,7	9,6	0,6	14,0
81	к-2180, Швеция	7,1±0,9	5,4±0,3	6,2±0,2	-	6,2±0,9	1,9±0,2	2,1±0,1	2,1±0,1	-	2,0±0,1	3,7	2,6	3,0	-	3,1
	CV, %	12,1	5,9	2,7	-	13,9	8,2	5,0	4,6	-	6,8	10,4	8,1	3,9	-	16,9
82	к-2197, Франция	5,4±0,7	4,6±0,2	5,6±0,7	5,9±0,1	5,4±0,7	1,8±0,2	2,0±0,1	2,1±0,2	2,1±0,0	2,0±0,2	3,1	2,3	2,7	2,7	2,7
	CV, %	12,4	4,7	11,7	2,4	12,4	11,3	6,9	8,3	2,0	9,9	21,0	9,5	9,5	4,4	16,3
83	к-2199, Франция	8,0±0,6	5,7±0,2	6,6±0,1	7,1±0,1	6,8±0,9	1,9±0,1	2,1±0,2	2,0±0,1	2,1±0,1	2,0±0,1	4,2	2,8	3,3	3,4	3,4
	CV, %	7,9	3,6	2,0	0,8	13,2	6,1	7,4	7,4	6,6	7,3	12,2	7,2	6,7	7,4	17,6
84	к-2234, Франция	8,4±0,8	6,2±0,5	7,9±0,2	6,7±0,2	7,3±1,0	2,2±0,1	2,2±0,2	2,1±0,1	1,9±0,1	2,1±0,2	3,8	2,9	3,8	3,5	3,5
	CV, %	9,8	7,9	2,3	2,5	14,2	6,0	11,3	3,7	4,3	8,8	15,3	3,5	5,2	1,8	13,9
85	к-2245, Аргентина	6,0±0,5	5,2±0,5	4,9±0,8	7,5±0,1	5,9±1,1	1,8±0,2	2,3±0,2	1,9±0,1	2,6±0,1	2,1±0,4	3,4	2,3	2,5	2,9	2,8
	CV, %	8,0	9,5	15,8	1,3	19,5	11,0	8,2	6,2	3,9	16,5	12,6	11,5	14,2	2,5	18,9
86	к-2311, Испания	7,5±0,6	4,8±0,3	4,9±0,4	-	5,7±1,4	1,8±0,1	2,0±0,2	1,9±0,2	-	1,9±0,2	4,2	2,3	2,7	-	3,1
	CV, %	7,5	6,4	8,2	-	23,7	8,4	8,3	8,2	-	9,6	9,2	6,8	12,7	-	29,0
87	к-2366, Франция	7,2±0,6	4,5±0,1	4,7±0,5	4,8±0,2	5,3±1,2	1,9±0,1	2,1±0,1	2,1±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	3,7	2,2	2,2	2,5	2,6
	CV, %	8,4	2,7	10,1	4,6	22,6	6,5	4,8	4,1	2,8	6,1	7,9	5,4	11,8	1,8	26,0
88	к-2371, Дания	6,9±0,9	5,7±1,0	5,9±0,7	4,8±0,2	5,8±1,0	1,9±0,1	2,1±0,3	2,2±0,2	1,8±0,2	2,0±0,3	3,7	2,6	2,7	2,7	2,9
	CV, %	13,6	16,9	11,9	3,7	17,8	7,3	13,9	10,5	13,1	14,0	12,9	6,4	10,6	9,5	18,0
89	вр. 2948, Литва	5,4±0,5	4,5±0,5	6,2±0,8	5,0±0,1	5,3±0,8	1,6±0,2	2,0±0,2	2,2±0,2	2,0±0,1	1,9±0,3	3,5	2,3	2,8	2,5	2,8
	CV, %	9,3	10,6	12,4	1,1	15,3	15,1	12,5	10,0	2,8	15,9	19,8	10,8	13,7	1,7	21,7

Сортотип Белый длинный																
90	к-1546, Россия	7,2±0,9	9,1±0,8	7,6±0,8	9,8±0,2	8,4±1,3	1,6±0,3	2,4±0,2	1,9±0,1	1,9±0,1	2,0±0,4	4,7	3,8	4,0	5,1	4,4
	CV, %	13,1	9,1	10,1	1,8	15,0	17,2	6,7	7,6	6,0	18,3	14,3	14,6	9,8	4,1	16,3
91	к-1933, Канада	5,0±0,3	7,4±0,3	9,8±0,7	7,0±0,0	7,3±1,8	1,2±0,2	1,8±0,2	2,0±0,1	1,5±0,0	1,6±0,4	4,3	4,0	4,9	4,8	4,5
	CV, %	5,4	4,2	6,9	0,7	24,6	19,1	10,0	3,8	3,1	22,3	17,1	10,4	5,1	2,5	11,9
92	к-2087, Чили	7,3±0,9	7,3±1,1	6,8±0,9	8,9±0,2	7,6±1,1	2,0±0,2	2,4±0,4	2,0±0,1	2,1±0,1	2,1±0,3	3,6	3,0	3,3	4,3	3,6
	CV, %	12,2	15,2	12,8	2,1	14,8	12,0	15,3	3,7	3,5	12,5	6,0	6,1	14,3	1,4	15,4
93	к-2122, Турция	8,3±0,8	7,6±1,2	8,8±1,3	7,5±0,1	8,0±1,1	1,9±0,3	1,9±0,1	1,8±0,2	1,9±0,1	1,9±0,2	4,5	4,1	4,9	4,0	4,4
	CV, %	10,1	16,1	14,8	0,7	13,5	13,3	4,6	10,7	3,0	8,7	18,8	16,1	8,9	2,2	15,0
94	к-2136, Венгрия	6,8±0,6	8,8±1,4	7,2±0,7	7,9±0,1	7,7±1,1	2,1±0,2	2,6±0,1	2,2±0,2	2,1±0,1	2,3±0,3	3,2	3,4	3,3	3,8	3,4
	CV, %	9,5	16,4	10,2	1,4	14,5	11,6	5,6	7,9	5,2	11,3	14,7	16,8	16,7	6,6	14,4
95	к-2188, Италия	5,5±0,8	5,9±0,4	6,8±0,2	7,4±0,1	6,4±0,9	1,9±0,1	2,3±0,3	2,0±0,1	1,8±0,2	2,0±0,3	2,9	2,6	3,5	4,1	3,3
	CV, %	14,1	6,6	2,4	1,5	13,5	7,7	12,1	4,3	11,6	12,6	14,5	8,3	4,0	13,1	20,7
96	к-2347, Дания	7,8±0,7	6,8±1,0	7,9±0,9	8,4±0,1	7,7±0,9	1,9±0,2	2,1±0,1	2,1±0,1	2,1±0,1	2,0±0,1	4,1	3,3	3,8	4,1	3,8
	CV, %	8,7	15,1	12,0	1,6	12,0	9,2	4,7	7,0	2,9	7,2	9,6	15,7	14,7	4,5	14,0
97	к-2379, Ливан	7,0±1,1	6,3±0,5	7,8±1,1	8,5±0,1	7,4±1,1	2,3±0,3	2,6±0,2	2,2±0,2	2,1±0,1	2,3±0,3	3,0	2,4	3,6	4,1	3,3
	CV, %	15,6	8,5	14,0	1,6	15,5	13,5	8,0	9,8	3,5	12,4	5,0	6,9	8,0	5,1	20,4
98	к-2383, Венгрия	8,7±0,2	8,1±0,7	6,9±1,0	7,9±0,1	7,9±0,9	2,4±0,1	2,2±0,1	2,3±0,2	2,1±0,1	2,2±0,2	3,6	3,7	3,0	3,9	3,6
	CV, %	2,4	8,8	14,3	1,4	11,3	5,4	5,7	8,2	2,7	8,2	4,5	11,7	11,1	1,3	12,1
99	к-2424, Франция	7,0±0,6	6,7±0,4	5,3±0,3	5,1±0,1	6,0±0,9	2,8±0,2	2,7±0,2	2,4±0,3	1,9±0,1	2,5±0,4	2,5	2,5	2,2	2,7	2,5
	CV, %	9,0	5,6	5,3	1,1	15,4	7,8	6,3	10,7	5,8	16,5	4,3	7,3	10,4	6,8	9,6
Сортотип Белый круглый																
100	к-2106, Чили	4,4±0,7	3,3±0,3	3,2±0,4	5,7±0,3	4,2±1,1	2,6±0,3	3,2±0,3	3,2±0,4	2,7±0,2	2,9±0,4	1,7	1,1	1,0	2,1	1,5
	CV, %	15,5	9,0	13,5	4,9	26,2	13,2	10,3	13,8	7,0	14,7	7,4	14,4	8,3	11,8	33,5
101	Вр.3266, Россия	3,0±0,1	2,7±0,3	3,0±0,2	-	2,9±0,3	2,3±0,2	2,6±0,3	2,7±0,2	-	2,5±0,3	1,3	1,0	1,1	-	1,2
	CV, %	4,4	10,7	7,5	-	8,9	9,2	11,8	8,4	-	11,4	9,3	4,5	12,5	-	13,5
Сортотип Желтый круглый																
102	к-2222, Венгрия	3,0±0,5	2,5±0,3	3,2±0,4	2,9±0,1	2,9±0,4	2,2±0,2	2,5±0,4	2,9±0,4	2,4±0,1	2,5±0,4	1,3	1,0	1,1	1,2	1,2
	CV, %	16,6	13,3	11,2	3,9	14,4	10,2	14,8	14,6	2,6	14,8	9,3	11,1	6,3	1,3	12,6
103	к-2360, Чехия	3,1±0,4	3,1±0,2	3,3±0,3	3,7±0,2	3,3±0,4	2,5±0,3	2,7±0,2	2,9±0,3	2,8±0,2	2,7±0,3	1,3	1,1	1,2	1,3	1,2
	CV, %	11,8	7,5	8,7	4,1	11,1	11,2	7,0	10,5	6,5	9,8	20,8	12,7	6,6	10,6	14,7
Сортотип Красный длинноцилиндрический цельнолистный																
104	к-1176, Китай	5,3±0,3	6,8±0,6	4,2±0,4	-	5,5±1,2	2,1±0,1	2,8±0,2	1,9±0,1	-	2,3±0,4	2,5	2,4	2,2	-	2,4
	CV, %	5,7	9,3	8,8	-	21,1	5,9	6,8	5,6	-	17,8	9,0	9,9	6,8	-	10,1
105	к-1667, Россия	7,3±0,6	7,8±0,7	7,2±0,4	6,4±0,2	7,2±0,7	2,2±0,2	2,4±0,3	2,0±0,2	2,5±0,0	2,3±0,2	3,4	3,3	3,6	2,6	3,2
	CV, %	8,3	9,4	5,4	2,4	10,0	9,8	12,6	12,2	1,5	12,0	3,8	17,8	7,2	0,9	15,5
106	к-1871, Россия	13,3±0,2	5,3±0,5	6,7±0,5	-	8,4±3,6	2,4±0,1	2,4±0,2	2,1±0,2	-	2,3±0,2	5,5	2,3	3,2	-	3,6
	CV, %	1,5	9,6	8,0	-	42,7	5,8	8,8	8,1	-	9,1	5,7	8,8	11,0	-	39,2
107	к-1879, Индия	5,9±0,7	10,0±1,5	8,6±1,3	11,3±0,1	8,9±2,3	1,5±0,1	1,8±0,3	1,8±0,3	1,5±0,1	1,7±0,3	4,8	5,4	4,0	7,5	5,4

CV, %		12,3	15,3	15,2	1,0	25,3	9,0	16,1	17,1	8,6	16,4	5,3	8,4	7,3	7,7	25,3
108	к-2187, Азербайджан	7,0±1,0	4,7±0,4	5,6±0,7	4,4±0,1	5,4±1,2	2,4±0,2	2,5±0,2	2,4±0,2	2,3±0,1	2,4±0,2	3,0	1,9	2,3	1,9	2,3
CV, %		14,3	8,1	11,7	3,1	21,7	9,9	6,7	8,2	5,6	7,8	17,0	10,6	15,3	2,5	23,3
109	к-2217, Афганистан	8,1±0,7	6,9±0,8	8,3±0,5	9,6±0,0	8,2±1,1	2,0±0,2	2,0±0,3	2,0±0,1	1,7±0,1	1,9±0,2	4,2	3,4	4,2	5,6	4,4
CV, %		8,3	11,2	5,8	0,3	13,8	8,7	12,8	3,9	5,4	10,1	8,3	6,2	7,2	5,7	19,6
110	к-2260, Россия	8,3±1,3	7,6±0,9	8,2±0,7	9,8±0,2	8,5±1,2	1,9±0,3	2,5±0,2	2,3±0,2	1,7±0,1	2,1±0,4	4,3	3,0	3,6	5,9	4,2
CV, %		15,7	11,8	9,0	1,7	13,8	13,2	6,2	10,0	8,3	18,4	12,7	17,5	15,2	6,6	28,6
Сортотип Красно-розовый короткоцилиндрический цельнолистный																
111	к-1946, Таджикистан	7,8±1,1	7,2±0,9	6,7±0,6	7,9±0,1	7,4±0,9	2,5±0,3	2,5±0,3	2,4±0,2	2,3±0,2	2,4±0,2	3,1	2,9	2,8	3,4	3,1
CV, %		14,6	12,6	8,5	1,7	11,8	12,4	10,6	9,3	7,8	10,2	10,7	17,6	6,7	6,1	12,6
Сортотип Красный округлый лировиднолистный																
112	к-1233, Китай	4,9±0,3	7,5±0,6	5,2±0,6	7,1±0,1	6,1±1,2	2,1±0,3	2,5±0,2	2,4±0,3	2,4±0,2	2,4±0,3	2,4	3,0	2,1	3,0	2,6
CV, %		6,4	7,8	11,1	1,9	19,9	13,7	8,4	11,8	8,7	12,2	17,1	10,1	11,9	6,8	17,8
Сортотип Белый круглый цельнолистный																
113	к-1666, Россия	3,5±0,5	3,1±0,3	3,1±0,5	5,1±0,2	3,7±0,9	3,1±0,3	3,5±0,5	3,2±0,4	3,4±0,1	3,3±0,3	1,1	0,9	1,0	1,5	1,1
CV, %		15,6	8,6	15,0	3,0	25,4	9,3	13,0	11,1	2,5	10,3	10,1	8,3	12,5	0,5	23,3
114	к-1921, Китай	4,0±0,2	2,6±0,1	3,1±0,3	3,5±0,2	3,3±0,6	2,1±0,2	2,4±0,2	2,7±0,3	2,8±0,1	2,5±0,4	1,9	1,1	1,1	1,2	1,3
CV, %		5,8	4,7	9,0	4,8	17,3	7,9	9,6	12,4	3,9	14,5	10,7	8,2	8,3	0,9	27,5
115	к-1923, Китай	4,1±0,5	3,0±0,5	3,7±0,5	5,4±0,1	4,1±1,0	2,1±0,3	2,7±0,2	3,3±0,2	2,8±0,2	2,7±0,5	1,9	1,1	1,1	1,9	1,5
CV, %		11,0	16,7	14,5	1,5	23,6	12,4	8,4	6,2	6,8	17,4	15,4	12,9	10,3	8,3	29,5
Среднее по коллекции		4,9±2,0	4,1±2,0	4,5±1,9	4,7±2,0	4,6±1,9	2,4±0,5	2,6±0,4	2,7±0,5	2,5±0,5	2,6±0,4	2,2	1,7	1,8	2,1	1,9
CV, %		41,8	49,6	43,1	42,8	41,2	20,4	15,9	19,8	18,5	15,1	54,1	61,2	61,4	63,7	56,7
HCP ₀₅		1,3	1,3	1,2	1,5	2,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,7	0,6	0,7	0,9	1,3

Приложение 7

Характеристика образцов редиса по продуктивности в различных условиях выращивания (I – зимняя остекленная теплица, II – весенняя поликарбонатная теплица, III – открытый грунт, IV – интенсивная светокультура), в среднем за 2016-2018 г.

№	№ каталога, происхождение	Масса растения (M ₁), г					Масса корнеплода (M ₂), г					M ₂ /M ₁				
		I	II	III	IV	Хср	I	II	III	IV	Хср	I	II	III	IV	Хср
Сортотип Красный овально-округлый																
1	к-187, Германия	28,9±1,9	20,2±1,0	24,9±0,9	-	26,2±4,5	18,3±0,6	12,3±0,7	18,3±0,9	-	16,3±3,0	63,4	61,1	62,3	-	62,3
	CV,%	6,5	5,1	3,1	-	17,4	3,3	6,0	5,1	-	18,4	9,5	8,5	2,9	-	7,3
2	к-1545, Россия	26,0±0,4	33,9±2,9	41,9±4,7	28,4±0,3	32,5±6,8	13,3±1,0	19,1±0,5	24,5±2,7	21,4±0,4	19,6±4,4	51,1	56,8	58,6	75,3	60,4
	CV,%	1,6	8,5	11,3	1,0	20,8	7,3	2,8	11,1	1,8	22,6	6,0	11,1	0,5	2,8	16,3
3	к-1566, США	23,5±4,1	24,0±3,2	28,5±2,8	28,5±0,2	26,1±3,7	11,5±1,9	13,8±1,7	16,3±1,4	18,1±0,1	14,9±2,9	49,6	57,6	57,2	63,6	57,0
	CV,%	17,3	13,4	9,7	0,6	14,0	16,4	12,6	8,9	0,6	19,4	17,7	2,7	1,6	1,2	11,5
4	к-1703, Венгрия	23,8±5,4	38,0±4,1	38,2±4,0	-	33,4±8,2	13,9±1,9	17,5±1,9	25,9±0,6	-	19,1±5,4	59,4	46,1	68,3	-	57,9
	CV,%	22,8	10,9	10,6	-	24,4	13,7	10,7	2,4	-	28,0	9,7	1,2	11,0	-	18,4
5	к-1742, Германия	45,7±7,6	22,5±1,3	24,6±0,6	28,5±0,2	30,3±10,0	25,6±2,2	13,1±0,3	15,5±0,4	17,4±0,2	17,9±4,9	56,8	58,7	62,9	60,9	59,9
	CV,%	16,8	5,8	2,6	0,8	33,0	8,7	2,1	2,5	0,9	27,5	8,6	7,6	5,0	1,7	7,0
6	к-1816, Украина	44,0±3,2	18,8±0,2	41,5±3,5	-	34,7±12,0	20,3±1,2	10,4±0,3	22,7±2,4	-	17,8±5,6	46,1	55,6	54,5	-	52,1
	CV,%	7,3	1,1	8,5	-	34,4	5,9	3,2	10,6	-	31,7	1,9	3,7	2,5	-	8,8
7	к-2083, Чили	28,2±2,3	20,3±0,3	31,4±1,6	15,3±0,2	23,8±6,6	15,3±2,7	10,6±1,2	18,3±0,3	10,5±0,0	13,7±3,7	54,0	52,3	58,6	68,4	58,3
	CV,%	8,3	1,4	5,2	1,5	27,9	17,3	10,8	1,4	0,4	26,7	9,3	9,6	6,2	1,0	12,7
8	к-2111, Чили	23,7±2,1	35,0±1,7	30,8±1,8	29,2±0,2	29,7±4,4	13,5±1,2	16,7±0,8	17,7±1,5	17,7±0,1	16,4±2,0	57,2	47,8	57,2	60,6	55,7
	CV,%	9,0	4,9	5,9	0,8	14,9	8,5	4,6	8,6	0,6	12,1	1,2	1,0	2,9	1,4	9,0
9	к-2120, Турция	21,9±4,4	30,8±5,5	17,7±0,3	27,5±0,2	24,5±6,1	10,7±2,5	17,5±1,4	11,7±1,5	18,6±0,0	14,6±3,9	48,5	57,7	66,0	67,7	60,0
	CV,%	20,2	17,8	1,8	0,6	25,0	23,2	7,9	12,7	0,2	26,4	5,6	9,5	11,6	0,3	15,0
10	к-2127, Италия	26,2±1,9	27,9±2,5	39,9±0,2	29,7±0,1	30,9±5,6	13,1±0,5	16,4±0,8	23,4±1,2	16,9±0,1	17,5±3,9	50,2	59,1	58,7	56,9	56,2
	CV,%	7,2	9,0	0,6	0,4	18,2	3,7	5,1	5,0	0,6	22,3	10,5	4,2	5,6	1,0	8,6
11	к-2133, Танзания	19,9±4,1	15,1±1,9	26,0±1,9	17,4±0,1	19,6±4,7	11,8±1,8	10,8±1,9	16,3±1,4	13,9±0,1	13,2±2,5	59,9	71,6	62,6	79,9	68,5
	CV,%	20,8	12,7	7,4	0,4	24,2	15,4	17,3	8,7	0,5	19,3	5,2	5,6	2,9	0,1	12,3
12	к-2154, Дания	20,1±1,1	19,2±0,8	38,4±3,6	22,7±0,2	25,1±8,2	12,3±0,3	11,9±0,9	21,1±2,5	15,9±0,1	15,3±4,0	61,2	62,1	54,8	70,2	62,1
	CV,%	5,4	4,0	9,3	0,7	32,5	2,3	7,3	11,7	0,7	26,0	4,1	3,5	2,7	1,4	9,4
13	к-2165, Нидерланды	29,7±3,2	18,5±1,7	34,1±0,5	24,7±0,1	26,7±6,2	14,3±2,0	9,3±0,2	19,5±1,0	15,0±0,1	14,5±3,8	47,9	50,7	57,2	60,6	54,1
	CV,%	10,7	9,3	1,5	0,2	23,1	13,9	2,2	5,0	0,4	26,4	3,5	7,6	3,6	0,6	10,4
14	к-2166, Нидерланды	33,0±4,2	36,5±4,9	31,7±2,8	32,8±0,1	33,5±3,8	17,2±3,0	20,3±2,7	18,5±0,2	19,1±0,1	18,8±2,2	52,1	55,7	58,6	58,2	56,1
	CV,%	12,8	13,4	8,8	0,2	11,2	17,4	13,2	0,9	0,3	11,7	4,8	0,9	9,4	0,2	6,9
15	к-2167, Нидерланды	29,4±1,0	22,1±1,6	50,1±3,9	27,6±0,1	32,3±11,0	14,0±2,2	12,9±0,9	25,0±1,1	20,6±0,1	18,1±5,2	47,4	58,2	50,0	74,7	57,6
	CV,%	3,2	7,0	7,8	0,2	34,2	15,5	7,1	4,5	0,4	28,7	12,4	0,4	3,3	0,2	19,6
16	к-2170, Россия	38,2±2,7	20,1±0,7	33,8±2,3	27,0±0,0	29,8±7,2	19,0±2,6	10,6±0,7	17,4±0,7	15,1±0,1	15,5±3,5	49,6	53,1	51,5	55,8	52,5

	CV,%	7,1	3,4	6,8	0,2	24,2	13,6	6,5	3,8	0,7	22,3	6,6	9,8	3,1	0,9	7,2
17	к-2185, Польша	23,7±1,1	22,3±0,6	38,4±0,7	12,5±0,3	24,2±9,5	13,1±0,9	12,5±0,9	21,6±1,7	7,1±0,1	13,6±5,4	55,6	56,1	56,3	57,0	56,2
	CV,%	4,7	2,9	1,8	2,2	39,1	6,6	7,3	7,7	1,5	39,7	11,2	10,0	6,0	0,7	7,5
18	к-2191, Великобритания	46,1±5,4	33,3±3,0	43,5±1,2	-	41,0±6,6	20,7±1,2	17,3±0,9	23,5±1,1	-	20,5±2,8	45,2	52,2	54,1	-	50,5
	CV,%	11,7	9,0	2,7	-	16,2	5,8	5,1	4,7	-	13,6	6,2	4,4	7,3	-	9,7
19	к-2192, Венгрия	21,6±1,0	32,5±2,8	39,9±0,2	22,6±0,3	29,1±7,8	12,0±0,4	17,4±1,9	24,2±2,5	14,6±0,2	17,0±4,9	55,6	53,5	60,5	64,7	58,6
	CV,%	4,6	8,8	0,4	1,2	26,9	3,6	11,0	10,2	1,5	28,6	2,3	2,6	10,1	0,3	9,2
20	к-2193, Болгария	14,7±0,6	20,5±1,1	40,3±4,5	20,3±0,1	23,9±10,2	8,3±0,3	12,8±1,0	22,3±2,3	11,1±0,1	13,6±5,5	56,5	62,6	55,4	54,7	57,3
	CV,%	4,1	5,6	11,3	0,6	42,5	3,6	8,2	10,3	1,0	40,3	5,6	2,8	1,5	0,4	6,3
21	к-2198, Чехия	26,4±0,8	23,8±1,2	44,3±3,8	20,1±0,1	28,6±9,7	13,9±1,4	15,7±0,7	26,4±1,3	12,5±0,1	17,1±5,7	52,4	66,2	60,2	62,0	60,2
	CV,%	3,0	5,2	8,7	0,5	33,9	9,8	4,2	5,0	1,2	33,2	7,0	9,3	13,5	0,6	11,9
22	к-2202, Нидерланды	21,0±1,4	22,0±0,4	36,0±0,1	13,5±0,1	23,1±8,3	11,8±1,6	13,9±0,9	22,9±2,6	8,8±0,3	14,3±5,6	55,8	63,3	63,7	64,8	61,9
	CV,%	6,9	2,0	0,3	0,8	36,1	13,3	6,5	11,3	3,1	39,1	6,6	4,7	11,2	2,3	8,8
23	к-2203, Германия	44,6±5,9	23,5±1,1	49,0±1,0	-	39,0±11,9	24,3±4,3	11,7±0,2	28,1±1,4	-	21,3±7,6	54,1	49,9	57,2	-	53,7
	CV,%	13,2	4,6	2,0	-	30,6	17,6	2,1	4,9	-	35,6	4,5	5,9	3,0	-	7,1
24	к-2210, Россия	40,7±6,4	37,4±4,4	40,7±3,1	46,1±0,1	41,2±5,0	19,2±3,7	21,0±3,2	21,6±3,1	25,6±0,1	21,9±3,6	46,8	56,1	53,0	55,6	52,9
	CV,%	15,8	11,9	7,6	0,1	12,2	19,2	15,1	14,4	0,4	16,5	3,6	6,3	7,2	0,3	8,6
25	к-2219, Болгария	33,9±4,0	24,1±1,1	35,0±0,2	35,6±0,2	32,1±5,2	17,2±2,0	11,7±0,9	18,7±1,6	17,6±0,3	16,3±3,1	50,7	48,4	53,5	49,5	50,5
	CV,%	11,9	4,6	0,6	0,6	16,1	11,7	7,7	8,4	1,8	18,8	0,4	3,2	8,3	1,1	5,8
26	к-2220, Сирия	29,2±0,9	39,6±7,0	43,0±1,9	41,5±0,2	38,3±6,5	15,6±1,0	20,4±2,2	23,3±1,7	22,1±0,1	20,4±3,3	53,7	51,9	54,3	53,2	53,3
	CV,%	3,0	17,8	4,3	0,4	17,0	6,5	11,0	7,3	0,5	16,1	5,7	6,5	11,0	0,1	6,8
27	к-2228, Нидерланды	18,9±1,1	13,3±0,7	21,5±1,5	13,5±0,1	16,8±3,7	10,0±1,0	7,4±0,8	13,6±0,9	8,7±0,3	9,9±2,5	52,7	56,0	63,2	64,7	59,2
	CV,%	5,8	5,1	7,1	0,4	22,3	10,0	11,0	6,9	3,8	25,1	4,6	15,5	1,7	3,4	11,3
28	к-2239, Нидерланды	43,3±1,1	33,5±3,0	33,8±3,3	26,6±0,2	34,3±6,5	22,4±2,1	20,4±1,0	17,6±0,8	11,9±0,2	18,1±4,2	51,6	61,2	52,2	44,5	52,4
	CV,%	2,6	9,1	9,6	0,8	18,8	9,4	4,9	4,7	1,4	23,4	6,7	4,3	5,2	0,6	12,4
29	к-2241, Нидерланды	52,4±2,2	25,7±1,3	46,0±3,9	27,5±0,1	37,9±12,0	25,8±0,3	13,7±1,3	18,8±0,3	14,3±0,2	18,2±5,0	49,3	53,3	41,1	52,0	48,9
	CV,%	4,1	5,2	8,4	0,4	31,6	1,2	9,3	1,7	1,5	27,4	5,1	4,4	7,1	1,1	10,8
30	к-2246, Нидерланды	47,8±4,2	39,0±0,6	49,8±1,7	42,2±0,2	44,7±4,9	23,7±1,8	23,7±0,3	22,9±2,0	22,0±0,1	23,1±1,5	49,5	60,8	45,9	52,1	52,1
	CV,%	8,8	1,7	3,4	0,4	11,0	7,6	1,1	8,6	0,2	6,3	1,6	2,5	5,3	0,1	11,1
31	к-2248, Нидерланды	39,1±1,7	21,9±1,1	49,1±1,3	-	36,7±11,7	18,1±0,2	11,1±0,5	23,8±1,4	-	17,7±5,4	46,2	50,9	48,5	-	48,5
	CV,%	4,5	5,0	2,7	-	31,7	1,0	4,2	5,9	-	30,6	3,9	1,1	3,3	-	4,9
32	к-2250, Нидерланды	38,1±1,4	50,7±3,9	48,9±1,0	33,0±0,1	42,7±7,8	18,2±0,2	25,9±1,8	25,3±0,9	17,9±0,2	21,8±4,0	47,9	51,1	51,7	54,2	51,2
	CV,%	3,8	7,7	2,0	0,2	18,3	1,1	7,1	3,5	0,9	18,2	3,8	1,1	5,5	0,8	5,5
33	к-2251, Великобритания	56,6±4,1	41,8±0,6	39,3±1,9	-	45,9±8,2	28,1±1,5	24,1±1,6	22,1±0,8	-	24,8±2,8	49,9	57,7	56,3	-	54,6
	CV,%	7,2	1,3	4,9	-	18,0	5,3	6,6	3,4	-	11,5	12,5	5,4	1,7	-	9,4
34	к-2255, США	40,3±3,4	28,7±2,5	41,1±4,7	24,1±0,1	33,6±8,1	19,9±2,9	15,4±0,5	21,3±2,6	11,4±0,4	17,0±4,4	49,2	53,8	51,6	47,1	50,4
	CV,%	8,4	8,6	11,4	0,5	24,0	14,4	3,3	12,5	3,4	25,9	6,1	5,9	1,8	3,8	6,8

35	к-2299, Швеция	20,8±0,4	27,2±1,7	25,0±1,1	-	24,3±3,0	11,6±1,3	16,9±1,6	16,0±1,7	-	14,8±2,8	55,7	61,9	64,1	-	60,6
	CV,%	2,1	6,1	4,4	-	12,2	11,3	9,2	10,4	-	18,8	9,4	3,3	6,2	-	8,7
36	к-2325, Молдавия	39,6±4,0	34,5±2,4	34,4±0,7	30,9±0,1	34,9±3,8	18,6±1,5	19,7±0,5	18,4±0,6	16,2±0,2	18,2±1,5	47,2	57,1	53,6	52,4	52,6
	CV,%	10,0	6,9	1,9	0,4	11,0	8,2	2,6	3,1	1,4	8,3	2,1	4,6	1,5	1,0	7,4
37	к-2343, Исландия	18,2±0,8	22,7±4,1	26,2±4,3	19,1±0,1	21,6±4,3	10,5±1,5	13,8±1,7	15,2±0,8	13,6±0,1	13,3±2,1	57,6	61,2	59,0	71,2	62,3
	CV,%	4,2	18,0	16,2	0,6	19,8	14,4	12,4	4,9	0,8	15,6	10,7	7,8	11,5	1,4	11,7
38	к-2369, Нидерланды	38,9±2,7	25,6±0,6	29,0±0,2	38,2±0,2	32,9±6,0	18,3±1,3	12,7±0,8	14,4±1,1	17,9±0,1	15,8±2,5	47,0	49,9	49,8	46,8	48,4
	CV,%	6,9	2,3	0,6	0,6	18,3	7,3	6,0	7,4	0,7	16,0	1,1	8,1	7,8	1,3	6,3
39	к-2377, Германия	29,3±2,5	27,1±1,1	27,7±1,6	-	28,0±2,0	15,6±0,7	15,2±0,7	12,9±0,9	-	14,6±1,4	53,6	56,2	46,5	-	52,1
	CV,%	8,5	3,9	5,8	-	7,0	4,4	4,3	7,1	-	9,7	4,3	8,2	1,5	-	9,7
40	к-2400, Великобритания	39,2±4,9	24,9±1,7	43,3±1,4	-	35,8±8,6	21,1±1,1	13,5±0,6	24,4±2,2	-	19,7±4,9	54,2	54,3	56,3	-	54,9
	CV,%	12,5	6,8	3,3	-	24,0	5,4	4,7	9,2	-	25,1	7,1	11,3	6,0	-	8,1
41	к-2404, Нидерланды	20,9±1,9	20,7±1,5	20,6±1,6	11,6±0,1	18,4±4,3	11,4±1,8	11,6±0,9	12,2±1,4	6,9±0,1	10,5±2,4	54,2	56,0	59,3	59,9	57,4
	CV,%	9,3	7,5	7,8	1,3	23,2	15,8	7,4	11,5	1,1	23,1	6,7	0,9	4,1	0,2	5,5
42	к-2405, Нидерланды	18,6±1,2	20,3±0,6	27,8±2,2	15,0±0,0	20,4±4,9	9,6±0,7	11,2±0,2	15,6±1,1	8,8±0,2	11,3±2,8	51,9	55,1	56,4	58,8	55,6
	CV,%	6,5	2,9	7,9	0,3	24,1	7,5	2,1	7,1	2,5	24,5	1,5	4,4	2,3	2,2	5,3
43	к-2408, Нидерланды	29,8±8,1	28,6±1,3	33,8±5,9	15,9±0,1	27,0±8,3	16,1±3,5	15,7±0,5	18,4±2,7	9,9±0,1	15,0±3,8	54,7	55,0	54,7	62,3	56,7
	CV,%	27,3	4,4	17,4	0,7	30,8	21,7	3,3	14,9	1,1	25,4	9,3	5,3	6,3	0,4	8,1
44	к-2415, Турция	34,7±6,0	20,6±1,4	18,9±2,5	21,1±0,2	23,8±7,2	15,6±2,0	9,9±0,4	10,2±1,4	14,9±0,1	12,7±2,9	45,3	48,5	54,2	70,6	54,7
	CV,%	17,4	6,8	13,3	0,8	30,1	12,5	3,8	13,9	0,5	22,9	5,5	9,8	10,0	1,3	19,4
Сортотип Розово-красный овальный																
45	к-1858, США.	22,0±1,2	18,4±1,1	24,6±2,6	15,6±0,2	20,1±3,8	10,5±1,0	10,9±1,0	14,1±2,0	6,6±0,2	10,5±2,9	47,9	59,3	57,2	42,4	51,7
	CV,%	5,6	5,8	10,5	1,4	18,8	9,0	8,9	14,1	2,9	27,9	4,7	9,6	3,9	1,5	14,8
46	к-1925, Канада	31,1±1,3	30,6±2,6	30,7±4,5	-	30,8±2,9	17,2±1,7	15,7±1,2	15,7±2,8	-	16,2±2,0	55,3	51,5	51,0	-	52,6
	CV,%	4,1	8,6	14,7	-	9,5	9,6	7,9	18,0	-	12,6	5,6	1,3	3,8	-	5,3
47	к-1936, Канада	37,5±5,1	19,7±2,3	19,2±1,9	17,1±0,1	23,4±8,8	19,5±2,6	11,0±1,5	12,4±1,7	10,8±0,2	13,4±4,0	51,9	55,7	64,1	62,9	58,6
	CV,%	13,5	11,7	10,1	0,6	37,8	13,5	13,8	13,4	1,5	29,8	4,5	4,2	3,9	0,9	9,4
48	к-1941, Канада	16,4±1,5	20,5±1,6	32,2±4,9	18,6±0,1	21,9±6,7	8,8±0,6	11,0±1,5	16,7±3,2	11,6±0,2	12,0±3,4	54,0	53,3	51,9	62,1	55,3
	CV,%	8,9	7,7	15,1	0,6	30,7	7,1	13,9	19,0	1,4	28,3	4,1	6,1	8,7	2,0	9,0
49	к-2476, США	31,5±1,4	38,1±3,6	43,0±4,3	38,8±0,2	37,9±5,0	14,6±1,3	19,2±1,2	20,2±1,4	16,5±0,3	17,6±2,5	46,3	50,5	47,1	42,4	46,6
	CV,%	4,5	9,4	9,9	0,6	13,2	8,6	6,5	7,2	1,6	14,2	4,7	3,2	3,0	1,0	7,0
Сортотип Светло-розовый овальный																
50	к-2451, Россия	20,5±1,6	19,7±1,4	21,0±2,6	30,9±0,1	23,0±4,9	13,6±1,0	9,7±0,7	13,8±1,0	16,9±0,1	13,5±2,7	66,4	49,0	66,2	54,7	59,1
	CV,%	7,8	6,9	12,2	0,4	21,4	7,5	7,6	7,4	0,6	20,2	1,8	1,2	5,1	0,3	13,3
Сортотип Темно-красный округлый																
51	к-551, Турция	34,6±4,1	36,6±1,1	33,5±6,0	-	34,9±4,2	16,3±1,7	18,6±1,1	17,8±3,0	-	17,6±2,2	47,4	50,9	53,4	-	50,6
	CV,%	11,8	3,0	18,0	-	12,1	10,5	6,1	17,0	-	12,5	4,8	8,6	8,8	-	8,9
52	к-1846, Нидерланды	20,2±0,5	22,5±2,7	38,9±0,2	-	27,2±8,7	10,3±0,5	10,8±1,4	23,2±0,8	-	14,8±6,2	51,1	48,1	59,8	-	53,0

	CV,%	2,7	11,9	0,6	-	32,0	5,1	13,3	3,6	-	42,1	7,5	8,4	4,1	-	11,4
53	к-2141, Иран	28,0±0,3	22,2±3,2	31,4±5,9	25,3±0,2	26,8±4,7	11,8±1,2	11,6±1,8	16,2±2,3	15,9±0,2	13,9±2,7	42,0	52,4	52,0	63,0	52,4
	CV,%	1,1	14,3	18,9	0,7	17,5	10,6	15,8	14,1	1,0	19,4	11,0	9,4	5,3	1,8	15,9
54	к-2196, Ливан	32,5±6,9	26,1±3,5	41,5±6,9	19,5±0,2	29,9±9,6	17,8±2,2	15,9±2,5	22,5±4,1	12,6±0,2	17,2±4,4	55,6	60,9	54,0	64,8	58,8
	CV,%	21,2	13,6	16,7	0,8	32,2	12,3	15,7	18,2	1,6	25,5	8,3	2,5	2,5	0,8	8,5
Сортотип Красный длинный																
55	к-2100, Чили	33,3±4,2	46,7±5,7	42,0±4,7	-	40,7±7,3	13,2±3,1	23,3±1,9	20,4±1,9	-	19,0±4,9	39,5	50,1	48,5	-	46,0
	CV,%	12,6	12,2	11,3	-	18,1	23,5	8,3	9,4	-	25,8	15,2	4,0	3,0	-	13,0
56	к-2105, Чили	69,5±5,4	59,5±4,7	57,8±4,0	-	62,2±7,0	32,3±3,3	32,3±3,8	29,1±0,9	-	31,3±3,2	46,6	54,3	50,5	-	50,4
	CV,%	7,8	8,0	7,0	-	11,2	10,3	11,7	3,0	-	10,2	2,5	3,7	4,2	-	7,3
57	к-2231, Эфиопия	59,4±7,2	53,5±7,6	53,2±4,3	-	55,4±6,8	26,6±5,0	28,9±4,0	27,0±2,8	-	27,5±3,9	44,6	54,1	50,6	-	48,8
	CV,%	12,1	14,3	8,2	-	12,3	18,6	14,0	10,2	-	14,3	9,6	1,9	2,4	-	9,5
58	к-2302, Ливия	37,6±0,4	51,2±4,2	69,2±4,4	-	52,6±13,7	10,0±0,3	23,0±3,4	37,6±3,3	-	23,5±11,9	26,5	44,7	54,3	-	41,9
	CV,%	1,0	8,1	6,4	-	26,0	3,0	14,9	8,9	-	50,7	3,5	6,9	2,6	-	28,8
59	к-2341, Испания	63,1±4,6	36,9±1,9	51,5±4,8	-	50,5±11,6	30,4±2,3	18,5±1,2	24,8±1,0	-	24,5±5,2	48,1	50,1	48,3	-	48,8
	CV,%	7,3	5,2	9,4	-	23,1	7,5	6,4	4,2	-	21,2	0,8	2,6	5,4	-	3,7
Сортотип Розово-красный с белым кончиком округлый																
60	к-1543, Россия	29,5±2,3	22,9±1,9	39,0±6,2	32,1±0,1	30,9±6,7	13,6±1,8	13,6±0,9	19,4±1,9	16,3±0,0	15,7±2,7	46,1	59,5	50,0	50,9	51,6
	CV,%	7,7	8,3	15,8	0,3	21,7	13,4	6,4	9,8	0,3	17,4	7,8	3,5	6,7	0,0	10,8
61	к-1615, Болгария	31,8±5,9	32,3±2,8	33,0±5,8	-	32,4±4,8	14,6±1,7	18,2±0,7	17,6±2,8	-	16,8±2,4	46,2	56,7	53,6	-	52,2
	CV,%	18,6	8,6	17,6	-	14,7	11,6	4,0	15,6	-	14,5	7,3	4,7	3,4	-	9,9
62	к-2010, Дания	33,0±1,5	24,6±0,8	26,4±1,1	27,6±0,2	27,9±3,3	16,4±1,4	13,5±1,1	16,5±1,3	13,4±0,2	15,0±1,8	49,9	54,9	62,6	48,6	54,0
	CV,%	4,6	3,1	4,3	0,8	12,0	8,4	8,3	7,6	1,4	12,3	12,9	5,4	3,5	2,2	12,2
63	к-2019, США	39,9±4,7	33,8±1,3	25,3±3,1	56,4±0,4	38,9±11,9	17,1±1,4	16,9±0,3	14,0±1,6	18,1±0,1	16,5±1,9	43,1	50,1	55,2	32,1	45,1
	CV,%	11,7	3,7	12,1	0,8	30,7	8,3	1,9	11,4	0,6	11,3	3,5	2,3	1,8	1,4	19,7
64	к-2086, Чили	31,3±3,5	17,1±2,0	36,5±3,1	21,3±0,1	26,6±8,2	17,0±1,8	10,5±0,4	19,5±1,7	11,7±0,2	14,6±4,0	54,2	61,6	53,2	54,8	56,0
	CV,%	11,0	11,8	8,5	0,3	31,0	10,7	3,8	9,0	1,4	27,1	1,2	8,2	0,8	1,2	7,4
65	к-2097, Чили	35,1±1,6	15,4±1,7	20,1±0,4	29,5±0,1	25,0±8,0	13,2±0,6	8,0±0,2	10,7±0,4	20,2±0,2	13,0±4,6	37,6	52,8	53,4	68,4	53,0
	CV,%	4,6	11,1	2,2	0,4	31,9	4,9	2,5	3,6	0,9	35,5	9,4	12,8	2,7	0,5	22,0
66	к-2130, Азербайджан	34,6±3,5	27,9±3,9	35,9±6,3	38,2±0,2	34,1±5,5	15,4±0,5	15,4±1,8	20,3±3,1	26,1±0,1	19,3±4,8	44,9	55,6	56,8	68,4	56,4
	CV,%	10,1	13,9	17,5	0,5	16,0	3,5	11,5	15,1	0,4	24,9	13,8	7,5	2,6	0,0	16,3
67	к-2156, Алжир	30,0±5,1	34,6±3,6	34,0±7,7	13,6±0,2	28,0±9,9	15,5±2,4	18,0±1,3	18,1±3,3	6,8±0,2	14,6±5,1	52,1	52,1	53,8	50,3	52,1
	CV,%	17,2	10,4	22,8	1,4	35,2	15,4	7,0	18,0	3,0	35,0	6,8	4,1	7,5	4,3	6,1
68	к-2168, Нидерланды	48,6±3,4	48,7±0,6	50,6±0,2	32,6±0,2	45,1±7,6	25,5±0,3	26,7±0,8	26,5±0,4	14,9±0,1	23,4±5,0	52,6	54,7	52,3	45,9	51,4
	CV,%	7,0	1,2	0,4	0,5	16,9	1,2	3,2	1,4	0,4	21,5	6,0	2,0	1,4	0,1	7,2
69	к-2313, Испания	20,4±0,4	22,3±2,4	22,5±1,8	-	21,7±1,9	10,9±0,6	12,2±1,1	13,0±2,1	-	12,0±1,6	53,4	54,8	57,6	-	55,3
	CV,%	2,1	10,8	8,1	-	8,9	5,3	8,9	16,3	-	13,3	4,1	8,5	8,9	-	7,9
70	к-2375, Дания	57,9±5,5	43,4±3,9	52,5±5,0	42,9±0,2	49,2±7,6	27,1±1,0	23,5±1,3	32,0±4,6	15,9±0,1	24,6±6,4	47,0	54,2	60,6	37,1	49,7

	CV,%	9,5	9,0	9,6	0,4	15,4	3,7	5,7	14,4	0,8	26,0	7,9	3,3	4,9	0,4	18,6
71	к-2380, Швеция	29,2±3,9	44,7±7,0	32,4±1,5	33,3±0,3	34,9±7,1	15,5±1,0	23,3±3,7	18,1±0,1	13,7±0,1	17,7±4,1	53,6	52,3	55,8	41,1	50,7
	CV,%	13,3	15,7	4,6	1,0	20,3	6,5	15,8	0,8	0,8	23,3	6,8	4,8	4,2	1,8	12,3
72	к-2393, Канада	54,3±4,4	54,2±3,6	43,2±2,7	32,9±0,1	46,1±9,5	29,6±3,3	27,7±2,3	25,0±3,7	12,8±0,2	23,8±7,1	54,5	51,1	57,6	39,0	50,5
	CV,%	8,1	6,6	6,3	0,2	20,6	11,0	8,3	14,7	1,4	30,0	3,0	1,9	8,7	1,2	15,2
73	к-2402, Аргентина	43,7±6,0	37,9±7,3	44,5±7,3	36,9±0,1	40,7±6,6	20,7±1,6	19,9±5,2	21,9±3,2	22,4±0,4	21,2±3,1	47,8	52,0	49,4	60,7	52,5
	CV,%	13,8	19,2	16,4	0,4	16,1	7,5	26,3	14,5	1,6	14,7	9,4	7,3	7,1	1,2	11,4
Сортотип Розово-красный с белым кончиком цилиндрический																
74	к-64, Франция	32,4±2,8	29,5±2,5	39,9±4,3	-	34,0±5,5	16,8±1,4	15,3±1,4	21,3±1,2	-	17,8±2,9	52,0	52,0	53,7	-	52,5
	CV,%	8,8	8,5	10,8	-	16,2	8,4	9,0	5,4	-	16,2	5,6	3,6	8,1	-	6,0
75	к-1762, Дания	33,9±1,7	36,7±6,4	35,2±4,7	26,4±0,1	33,1±5,6	15,8±1,2	21,7±4,0	19,5±2,0	23,4±0,0	20,1±3,6	46,7	59,3	55,5	88,7	62,5
	CV,%	4,9	17,5	13,4	0,3	16,8	7,4	18,5	10,3	0,2	18,0	3,7	7,5	6,6	0,5	26,2
76	к-1839, Франция	31,9±1,1	41,1±3,3	32,0±3,2	-	35,0±5,2	15,2±1,0	23,1±1,4	17,3±1,3	-	18,5±3,6	47,5	56,2	54,2	-	52,6
	CV,%	3,5	8,0	10,1	-	14,7	6,9	6,2	7,6	-	19,7	3,5	1,8	2,8	-	7,7
77	к-1855, Финляндия	35,3±1,6	49,1±5,0	43,6±3,7	-	42,7±6,8	19,2±0,8	26,4±2,9	25,0±1,4	-	23,5±3,7	54,6	53,7	57,6	-	55,3
	CV,%	4,6	10,2	8,5	-	15,9	4,1	11,0	5,8	-	15,6	8,7	0,8	2,8	-	5,8
78	к-1939, Пакистан	24,1±3,2	31,3±10,5	31,1±5,2	19,8±0,2	26,6±7,5	11,1±0,4	15,8±4,6	16,0±1,8	13,8±0,2	14,2±3,1	46,9	51,2	52,0	70,0	55,0
	CV,%	13,2	33,5	16,6	0,9	28,4	3,2	29,3	11,5	1,3	21,7	14,3	4,4	11,2	2,2	18,3
79	к-2175, Швеция	33,9±4,0	41,0±5,7	43,9±3,1	17,7±0,1	34,1±11,0	18,4±1,8	21,6±3,1	20,2±1,8	10,3±0,2	17,6±4,8	54,4	52,6	46,0	58,2	52,8
	CV,%	11,9	14,0	7,0	0,6	32,2	9,7	14,4	8,7	2,1	27,5	2,8	1,1	2,0	1,5	8,7
80	к-2176, Швеция	31,3±2,1	36,6±1,1	37,7±1,9	34,5±0,1	35,0±2,9	15,8±1,3	19,0±0,2	19,7±0,9	18,1±0,1	18,2±1,7	50,5	52,0	52,4	52,5	51,9
	CV,%	6,6	3,1	4,9	0,3	8,2	8,1	1,3	4,6	0,6	9,2	1,7	3,4	9,3	0,3	5,0
81	к-2180, Швеция	33,1±0,4	31,1±3,4	37,7±1,9	-	34,0±3,5	15,9±1,1	15,9±2,1	18,8±0,2	-	16,9±1,9	47,9	51,1	50,1	-	49,7
	CV,%	1,2	10,8	5,0	-	10,3	7,0	13,4	1,1	-	11,5	5,9	2,7	4,9	-	5,2
82	к-2197, Франция	18,3±2,7	21,4±1,7	27,4±4,9	23,4±0,1	22,7±4,4	9,0±1,3	11,1±0,6	16,3±2,4	16,1±0,1	13,1±3,5	49,9	51,9	60,3	68,6	57,7
	CV,%	14,7	8,1	17,9	0,2	19,2	14,3	5,2	14,6	0,6	26,4	12,8	3,4	12,4	0,8	15,4
83	к-2199, Франция	35,9±4,1	30,6±3,5	40,7±5,0	31,7±0,1	34,7±5,3	16,9±1,6	15,9±1,8	16,2±1,6	18,1±0,1	16,8±1,6	47,0	51,9	39,9	57,1	49,0
	CV,%	11,5	11,4	12,4	0,3	15,4	9,8	11,2	9,8	0,6	9,6	1,8	1,2	2,9	1,0	13,3
84	к-2234, Франция	47,8±4,3	53,6±4,4	42,1±3,4	25,9±0,1	42,3±11,1	25,6±3,0	28,1±1,7	20,8±1,4	12,2±0,5	21,6±6,4	53,4	52,4	49,4	47,1	50,6
	CV,%	9,0	8,1	8,2	0,4	26,1	11,8	6,2	6,7	3,7	29,7	3,3	2,0	2,5	3,3	5,7
85	к-2245, Аргентина	24,2±3,3	37,5±7,5	24,0±0,6	33,1±0,1	29,7±7,1	12,3±1,1	21,0±2,3	15,4±3,1	23,2±0,3	18,0±4,8	51,0	57,0	64,2	70,1	60,6
	CV,%	13,6	20,1	2,6	0,5	23,8	8,8	10,8	19,9	1,1	26,8	8,6	9,4	20,5	0,6	16,7
86	к-2311, Испания	18,9±0,9	18,7±3,5	20,0±1,3	-	19,2±2,1	8,7±1,1	9,7±2,1	11,1±0,1	-	9,8±1,6	45,9	51,7	55,6	-	51,1
	CV,%	4,8	18,5	6,3	-	11,1	12,9	21,2	1,1	-	16,5	8,2	3,2	5,8	-	9,8
87	к-2366, Франция	29,7±1,4	26,6±1,1	26,1±0,9	19,4±0,7	25,4±4,0	14,7±1,3	12,9±0,5	14,1±0,3	10,8±0,2	13,1±1,7	49,4	48,7	54,2	55,7	52,0
	CV,%	4,7	4,0	3,5	3,4	15,5	9,0	4,0	2,2	2,0	12,8	4,6	1,7	2,0	1,4	6,4
88	к-2371, Дания	24,7±2,4	19,2±4,7	25,6±5,0	12,4±0,1	20,5±6,4	14,4±1,7	10,3±2,4	13,9±2,8	9,8±0,2	12,1±2,8	58,2	54,0	54,5	79,1	61,4
	CV,%	9,9	24,5	19,5	0,9	31,1	11,5	23,3	19,9	2,2	23,3	5,9	6,5	8,9	1,3	17,9

89	вр. 2948, Литва	24,4±3,6	26,2±4,4	36,2±7,1	21,0±0,1	27,0±7,2	9,8±1,2	15,3±3,4	20,1±4,4	11,1±0,1	14,1±4,9	40,6	58,2	55,4	53,0	51,8
	CV,%	14,7	16,7	19,7	0,3	26,7	12,7	22,3	21,7	1,0	34,8	18,9	18,1	4,0	1,2	17,8
Сортотип Белый длинный																
90	к-1546, Россия	32,1±4,4	46,4±2,3	37,9±7,8	48,7±0,3	41,3±8,0	17,0±2,8	24,2±1,6	20,9±3,3	20,3±0,1	20,6±3,4	52,8	52,2	55,6	41,8	50,6
	CV,%	13,6	4,9	20,5	0,7	19,4	16,6	6,5	15,7	0,7	16,4	7,8	2,0	4,6	0,0	11,6
91	к-1933, Канада	26,9±0,7	39,1±1,8	52,5±7,1	26,1±0,2	36,2±11,5	12,9±0,9	18,2±1,1	26,3±4,6	11,1±0,1	17,1±6,4	47,9	46,6	49,9	42,4	46,7
	CV,%	2,5	4,6	13,5	0,7	31,8	7,0	5,8	17,4	0,7	37,6	4,6	1,3	4,4	1,4	6,8
92	к-2087, Чили	42,4±5,4	37,9±5,6	39,6±3,7	49,2±0,2	42,3±5,9	19,6±0,3	19,4±2,3	20,1±0,7	27,9±0,1	21,8±3,8	46,8	51,3	51,0	56,8	51,5
	CV,%	12,6	14,8	9,3	0,4	14,1	1,6	11,7	3,6	0,2	17,6	11,4	3,8	6,9	0,6	9,3
93	к-2122, Турция	32,5±4,1	33,5±5,8	25,5±1,8	29,6±0,1	30,3±4,6	16,0±0,5	18,3±3,1	14,5±0,8	17,1±0,1	16,5±2,1	49,8	54,7	57,0	57,7	54,8
	CV,%	12,5	17,2	7,1	0,2	15,4	3,4	16,8	5,5	0,3	12,6	12,7	5,7	2,3	0,5	8,4
94	к-2136, Венгрия	46,4±3,3	46,9±4,4	47,4±5,3	46,4±0,1	46,8±3,6	20,0±2,1	23,8±0,7	24,4±2,6	26,1±0,1	23,5±2,7	43,1	50,9	51,4	56,1	50,4
	CV,%	7,2	9,3	11,2	0,2	7,7	10,4	2,9	10,6	0,2	11,7	5,1	6,5	0,9	0,4	10,2
95	к-2188, Италия	35,2±7,6	45,2±4,1	42,8±6,7	34,1±0,1	39,3±7,1	15,0±2,4	26,7±0,6	20,9±3,1	20,1±0,1	20,7±4,6	43,2	59,4	48,9	58,9	52,6
	CV,%	21,7	9,0	15,6	0,4	17,9	16,2	2,1	14,9	0,5	22,5	8,1	9,8	4,1	1,0	14,8
96	к-2347, Дания	30,0±0,9	53,0±7,4	47,8±7,1	47,1±0,1	44,5±10,1	15,2±1,2	27,9±3,5	22,9±1,1	18,6±0,1	21,1±5,2	50,5	52,6	48,5	39,5	47,8
	CV,%	3,1	13,9	14,9	0,2	22,7	7,9	12,4	5,0	0,5	24,5	5,7	1,8	12,4	0,3	12,5
97	к-2379, Ливан	52,8±2,1	49,0±1,4	36,3±6,4	46,8±0,2	46,2±7,0	29,0±2,3	30,3±2,5	20,7±3,4	20,2±0,2	25,1±5,2	55,1	61,8	57,1	43,1	54,3
	CV,%	4,0	2,8	17,7	0,5	15,2	7,8	8,1	16,6	0,7	20,9	9,3	5,4	1,9	0,2	14,0
98	к-2383, Венгрия	55,0±0,9	62,4±5,4	33,4±1,7	40,6±0,2	47,8±12,0	31,7±1,7	31,9±3,5	21,2±1,5	22,9±0,1	26,9±5,4	57,7	51,0	63,8	56,4	57,2
	CV,%	1,6	8,6	5,1	0,5	25,1	5,4	11,1	7,1	0,5	20,0	7,0	2,5	12,1	0,1	10,8
99	к-2424, Франция	61,3±3,3	38,2±2,6	48,2±7,1	54,1±0,1	50,4±9,5	28,1±2,3	20,0±1,7	21,5±3,3	14,9±0,1	21,1±5,2	45,7	52,2	44,9	27,5	42,6
	CV,%	5,4	6,9	14,8	0,2	18,8	8,1	8,4	15,2	0,7	24,7	2,8	1,8	12,7	0,5	22,8
Сортотип Белый круглый																
100	к-2106, Чили	41,1±5,3	46,0±2,8	29,3±3,6	45,7±0,0	40,5±7,6	21,5±3,4	24,4±0,7	15,9±0,6	21,2±0,2	20,7±3,5	52,2	53,2	54,8	46,3	51,6
	CV,%	12,8	6,1	12,3	0,1	18,8	16,0	2,8	3,9	0,9	17,1	3,9	6,1	11,5	0,8	9,2
101	Вр.3266, Россия	24,4±1,2	26,9±1,0	38,8±0,2	-	30,0±6,5	13,0±0,8	12,8±0,2	15,5±0,9	-	13,8±1,4	53,3	47,8	39,9	-	47,0
	CV,%	4,8	3,6	0,6	-	21,8	5,8	1,9	5,7	-	10,3	1,4	2,9	5,9	-	12,5
Сортотип Желтый круглый																
102	к-2222, Венгрия	29,1±3,0	21,9±0,7	26,9±6,0	19,4±0,1	24,3±5,0	13,2±2,0	12,9±1,2	14,0±2,5	10,3±0,2	12,6±2,1	45,2	59,2	52,5	53,1	52,5
	CV,%	10,5	3,3	22,5	0,5	20,7	15,3	9,3	17,7	2,1	16,9	6,9	12,2	4,6	1,6	12,1
103	к-2360, Чехия	35,7±2,9	22,0±1,7	39,4±0,8	27,1±0,1	31,0±7,2	18,0±1,6	14,2±0,5	20,9±0,9	16,7±0,2	17,4±2,6	50,6	65,0	53,1	61,8	57,6
	CV,%	8,0	7,8	2,1	0,2	23,3	8,9	3,4	4,2	1,2	15,0	11,9	9,4	4,0	1,4	12,8
Сортотип Красный длинноцилиндрический цельнолистный																
104	к-1176, Китай	52,1±1,0	46,1±4,3	24,0±2,4	-	40,7±12,7	17,2±1,5	25,6±2,2	12,5±0,7	-	18,5±5,8	33,1	55,6	52,5	-	47,1
	CV,%	2,0	9,3	9,9	-	31,3	8,6	8,6	5,3	-	31,3	10,2	1,4	3,9	-	22,3
105	к-1667, Россия	49,7±2,8	52,4±6,0	54,0±5,8	53,0±0,0	52,3±4,4	23,8±1,1	31,5±2,9	32,4±4,8	19,6±0,1	26,8±6,1	48,0	60,4	60,0	37,0	51,3
	CV,%	5,6	11,4	10,7	0,1	8,4	4,7	9,1	14,8	0,6	22,7	7,1	4,1	9,0	0,7	20,2
106	к-1871, Россия	62,4±3,3	41,2±6,4	49,6±2,2	-	51,1±9,9	30,1±2,0	21,9±3,8	26,4±2,0	-	26,1±4,3	48,1	53,1	53,1	-	51,4

	CV,%	5,2	15,4	4,5	-	19,3	6,7	17,2	7,5	-	16,4	1,6	3,1	3,1	-	5,3
107	к-1879, Индия	33,8±1,6	49,7±7,3	42,6±4,2	50,2±0,2	44,1±7,9	14,3±1,1	26,6±4,0	25,6±3,2	22,0±0,1	22,1±5,5	42,4	53,5	60,1	43,9	50,0
	CV,%	4,7	14,7	9,8	0,3	17,9	8,0	15,0	12,4	0,3	24,9	11,1	5,7	8,4	0,7	16,3
108	к-2187, Азербайджан	45,1±3,7	38,4±5,2	38,4±3,8	39,1±0,1	40,2±4,5	21,6±3,1	20,3±2,7	18,5±3,0	11,6±0,3	18,0±4,6	47,9	53,0	48,0	29,8	44,7
	CV,%	8,2	13,6	9,9	0,2	11,2	14,5	13,4	16,4	2,6	25,5	13,4	6,5	7,8	2,8	22,0
109	к-2217, Афганистан	38,9±6,1	41,0±2,2	46,0±4,0	55,4±0,2	45,3±7,4	19,8±1,7	21,9±2,6	24,4±2,2	24,7±0,1	22,7±2,7	51,8	53,4	53,1	44,5	50,7
	CV,%	15,6	5,3	8,6	0,4	16,3	8,6	12,0	9,1	0,3	11,9	13,2	7,5	2,5	0,1	10,4
110	к-2260, Россия	33,9±4,2	56,6±2,0	58,6±7,9	30,9±0,1	45,0±13,6	16,1±1,8	30,4±2,5	31,0±3,4	21,4±0,2	24,7±6,7	47,6	53,7	53,0	69,3	55,9
	CV,%	12,3	3,5	13,4	0,2	30,2	11,0	8,3	10,8	0,7	27,2	6,1	8,0	2,7	0,9	15,4
Сортотип Красно-розовый короткоцилиндрический цельнолистный																
111	к-1946, Таджикистан	44,4±6,5	40,6±5,9	56,2±6,1	40,2±0,2	45,3±8,3	21,7±4,4	22,1±2,0	30,4±4,8	21,2±0,2	23,9±5,0	48,6	54,9	53,8	52,7	52,5
	CV,%	14,8	14,5	10,9	0,6	18,3	20,0	9,1	15,7	1,0	20,9	6,5	7,2	6,2	0,5	7,1
Сортотип Красный округлый лировиднолистный																
112	к-1233, Китай	35,0±1,2	53,4±5,8	44,6±5,6	45,1±0,1	44,5±7,7	16,9±2,6	28,6±3,1	26,3±2,2	27,3±0,2	24,8±5,2	48,2	53,6	59,2	60,5	55,4
	CV,%	3,4	10,9	12,6	0,1	17,2	15,2	10,8	8,5	0,8	20,9	12,3	1,1	4,2	1,1	10,5
Сортотип Белый круглый цельнолистный																
113	к-1666, Россия	35,5±6,1	49,4±0,9	57,9±1,7	56,4±0,1	49,8±9,5	18,2±2,7	28,8±2,8	32,8±4,1	36,5±0,6	29,1±7,5	51,3	58,3	56,6	64,8	57,7
	CV,%	17,1	1,9	2,9	0,2	19,1	14,7	9,7	12,5	1,5	25,8	3,2	10,0	11,0	1,4	11,0
114	к-1921, Китай	27,0±0,9	28,5±2,3	46,4±3,2	33,0±0,0	33,7±8,0	17,5±1,7	16,9±2,6	25,1±2,1	18,3±0,2	19,5±3,8	64,6	59,1	54,0	55,6	58,3
	CV,%	3,5	8,2	6,9	0,1	23,8	9,7	15,3	8,5	1,1	19,5	4,2	9,6	2,0	1,0	9,1
115	к-1923, Китай	30,6±3,4	38,5±1,7	52,2±4,2	47,4±0,2	42,2±8,9	15,6±1,2	20,7±0,6	28,6±3,7	26,0±0,1	22,7±5,4	51,9	53,9	54,7	54,7	53,8
	CV,%	11,1	4,3	8,0	0,3	21,0	7,8	3,1	12,9	0,3	23,8	17,6	6,4	7,4	0,1	9,4
Среднее по коллекции		34,4±11,8	32,9±11,9	37,5±10,8	30,6±11,7	34,3±9,4	17,1±5,7	17,8±6,4	20,3±5,6	16,5±5,6	18,1±4,4	50,2	54,7	54,7	56,3	53,8
Сv,%		34,4	36,4	28,8	38,1	27,4	33,5	35,6	27,7	33,7	27,4	13,3	10,1	11,5	20,3	14,6
НСР05		7,2	7,4	6,5	8,7	11,4	3,5	3,8	3,3	4,1	5,4	3,6	2,8	3,4	8,5	5,6

Приложение 8

Характеристика образцов редьки по размерам розетки при двух сроках посева (I – весенний посев, II – летний посев), в среднем за 2016-2018 г.

№	№ каталога, происхождение	Высота розетки, см			Диаметр розетки, см		
		I	II	X _{ср}	I	II	X _{ср}
Летняя белая округлая							
1	к-1675, Грузия	31,0±4,1	-	31,0±4,1	35,0±2,2	-	35,0±2,2
CV, %		13,2	-	13,2	6,4	-	6,4
2	к-1833, Белоруссия	29,8±8,9	-	29,8±8,9	32,1±7,7	-	32,1±7,7
CV, %		30,0	-	30,0	23,8	-	23,8
3	к-2163, Россия	32,7±1,9	-	32,7±1,9	29,8±2,0	-	29,8±2,0
CV, %		5,8	-	5,8	6,7	-	6,7
Зимняя круглая черная							
4	к-1685, Австрия	-	26,3±2,8	26,3±2,8	-	31,0±1,0	31,0±1,0
CV, %		-	10,6	10,6	-	3,3	3,3
5	к-1722, Нидерланды	-	24,2±8,2	24,2±8,2	-	27,8±1,2	27,8±1,2
CV, %		-	33,9	33,9	-	4,2	4,2
6	к-1778, Германия	-	28,5±9,9	28,5±9,9	-	28,2±2,3	28,2±2,3
CV, %		-	35,4	35,4	-	8,2	8,2
7	к-1870, Канада	-	25,9±5,8	25,9±5,8	-	32,2±0,2	32,2±0,2
CV, %		-	22,5	22,5	-	0,7	0,7
8	к-1892, Египет	-	23,7±5,3	23,7±5,3	-	34,0±4,9	34,0±4,9
CV, %		-	22,2	22,2	-	14,4	14,4
9	к-1971, США	-	24,4±4,0	24,4±4,0	-	28,7±1,8	28,7±1,8
CV, %		-	16,5	16,5	-	6,4	6,4
10	к-2012, Германия	-	25,1±5,8	25,1±5,8	-	30,7±1,7	30,7±1,7
CV, %		-	23,1	23,1	-	5,7	5,7
11	к-2084, США	-	24,8±4,1	24,8±4,1	-	29,6±2,1	29,6±2,1
CV, %		-	16,4	16,4	-	7,2	7,2
12	к-2115, Россия	-	22,7±4,0	22,7±4,0	-	35,4±2,9	35,4±2,9
CV, %		-	17,7	17,7	-	8,1	8,1
13	к-2124, Турция	-	26,2±5,8	26,2±5,8	-	29,5±3,1	29,5±3,1
CV, %		-	22,1	22,1	-	10,5	10,5
14	к-2182, Белоруссия	-	26,3±1,6	26,3±1,6	-	31,9±1,0	31,9±1,0
CV, %		-	6,0	6,0	-	3,1	3,1
Зимняя круглая белая							
15	к-1499, Россия	-	21,8±5,0	21,8±5,0	-	32,5±1,6	32,5±1,6
CV, %		-	22,8	22,8	-	4,9	4,9
16	к-1914, Россия	-	30,9±4,7	30,9±4,7	-	33,0±0,1	33,0±0,1
CV, %		-	15,1	15,1	-	0,5	0,5
17	к-1915, Россия	-	26,7±8,5	26,7±8,5	-	32,3±2,3	32,3±2,3
CV, %		-	31,9	31,9	-	7,2	7,2
18	к-2025, Украина	-	21,8±5,9	21,8±5,9	-	35,1±1,4	35,1±1,4
CV, %		-	27,1	27,1	-	3,9	3,9
Белая длинная цилиндрическая							
19	к-698, Малая Азия	-	21,8±7,3	21,8±7,3	-	30,5±0,1	30,5±0,1
CV, %		-	33,8	33,8	-	0,3	0,3

20	к-1805, Узбекистан	-	21,0±1,0	21,0±1,0	-	27,5±0,4	27,5±0,4
CV, %		-	4,8	4,8	-	1,5	1,5
21	к-1891, Ю. Корея	-	21,5±2,7	21,5±2,7	-	29,2±2,2	29,2±2,2
CV, %		-	12,7	12,7	-	7,4	7,4
22	к-1902, Китай	-	23,5±1,6	23,5±1,6	-	28,4±2,8	28,4±2,8
CV, %		-	6,8	6,8	-	9,8	9,8
23	к-1913, Ю. Корея	-	20,6±7,7	20,6±7,7	-	30,0±2,5	30,0±2,5
CV, %		-	37,5	37,5	-	8,4	8,4
24	к-1978, Киргизия	-	29,4±7,8	29,4±7,8	-	32,0±1,0	32,0±1,0
CV, %		-	26,7	26,7	-	3,0	3,0
25	к -2021, Казахстан	-	23,7±1,8	23,7±1,8	-	29,0±0,8	29,0±0,8
CV, %		-	7,5	7,5	-	2,8	2,8
26	к-2074, Египет	-	24,4±5,2	24,4±5,2	-	27,7±2,1	27,7±2,1
CV, %		-	21,2	21,2	-	7,6	7,6
27	к-2101, Чили	-	29,2±4,3	29,2±4,3	-	30,0±2,4	30,0±2,4
CV, %		-	14,6	14,6	-	8,0	8,0
28	к-2107, Ю. Корея	-	24,9±0,2	24,9±0,2	-	28,4±0,5	28,4±0,5
CV, %		-	0,7	0,7	-	1,7	1,7
29	к-2122, Вьетнам	-	18,9±2,3	18,9±2,3	-	21,2±2,4	21,2±2,4
CV, %		-	12,0	12,0	-	11,4	11,4
30	к-2151, Ю. Корея	-	27,9±3,5	27,9±3,5	-	31,4±0,7	31,4±0,7
CV, %		-	12,5	12,5	-	2,2	2,2
31	к-2153, Ю. Корея	-	27,9±2,5	27,9±2,5	-	25,0±0,2	25,0±0,2
CV, %		-	8,8	8,8	-	0,7	0,7
32	к-2173, Ю. Корея	-	21,6±1,5	21,6±1,5	-	27,2±1,3	27,2±1,3
CV, %		-	6,9	6,9	-	4,6	4,6
Зеленая цилиндрическая							
33	к-1815, Узбекистан	-	23,5±2,6	23,5±2,6	-	30,5±1,8	30,5±1,8
CV, %		-	11,1	11,1	-	5,8	5,8
34	к-1816, Казахстан	24,1±6,7	27,3±1,3	25,4±5,3	22,9±3,3	31,5±2,8	26,3±5,3
CV, %		27,9	4,7	21,0	14,4	9,0	20,2
35	к-1825, Китай	-	21,2±1,2	21,2±1,2	-	26,4±2,7	26,4±2,7
CV, %		-	5,7	5,7	-	10,3	10,3
36	к-1865, Китай	-	24,9±3,7	24,9±3,7	-	29,2±3,5	29,2±3,5
CV, %		-	14,6	14,6	-	11,8	11,8
37	к-2000, Узбекистан	-	24,0±0,9	24,0±0,9	-	32,3±0,4	32,3±0,4
CV, %		-	0,9	0,9	-	1,2	1,2
38	к-2148, Казахстан	-	24,6±2,9	24,6±2,9	-	30,5±2,8	30,5±2,8
CV, %		-	11,6	11,6	-	9,0	9,0
Красная цилиндрическая лировидная							
39	к-725, Малая Азия	-	21,3±1,8	21,3±1,8	-	27,0±1,1	27,0±1,1
CV, %		-	8,3	8,3	-	4,0	4,0
40	к-1903, Китай	-	23,1±0,6	23,1±0,6	-	29,9±4,6	29,9±4,6
CV, %		-	2,5	2,5	-	15,3	15,3
41	к-1906, Китай	-	23,9±3,5	23,9±3,5	-	27,5±2,7	27,5±2,7
CV, %		-	14,5	14,5	-	9,9	9,9
42	к-2014, Иран	-	22,9±4,6	22,9±4,6	-	29,3±0,4	29,3±0,4
CV, %		-	20,3	20,3	-	1,3	1,3
Круглая красная лировидная							

43	к-1895, Китай	-	18,1±0,1	18,1±0,1	-	33,9±1,1	33,9±1,1
	CV, %	-	0,7	0,7	-	3,3	3,3
44	к-1967, Афганистан	-	24,6±1,4	24,6±1,4	-	26,1±1,2	26,1±1,2
	CV, %	-	5,5	5,5	-	4,7	4,7
45	к-1983, Россия	-	23,5±3,9	23,5±3,9	-	31,6±0,6	31,6±0,6
	CV, %	-	16,5	16,5	-	1,8	1,8
46	к-2094, Япония	25,1±1,5	25,9±2,3	25,4±1,8	27,1±0,7	24,5±0,8	26,0±1,5
	CV, %	5,9	9,0	7,1	2,7	3,4	5,8
47	к-2100, Монголия	-	27,4±5,6	27,4±5,6	-	29,5±3,7	29,5±3,7
	CV, %	-	20,5	20,5	-	12,4	12,4
Розово-красная цилиндрическая цельнолистная							
48	к-1857, Китай	-	23,5±0,8	23,5±0,8	-	29,3±0,4	29,3±0,4
	CV, %	-	3,3	3,3	-	1,3	1,3
49	к-1935, Япония	-	25,9±0,9	25,9±0,9	-	27,1±1,1	27,1±1,1
	CV, %	-	3,3	3,3	-	4,1	4,1
Дайкон Камейдо							
50	к-1958, Япония	-	25,2±1,3	25,2±1,3	-	26,6±1,8	26,6±1,8
	CV, %	-	5,1	5,1	-	6,7	6,7
51	к-2033, Япония	26,3±0,5	24,5±0,8	25,6±1,1	26,1±2,6	26,6±1,8	26,3±2,2
	CV, %	1,8	3,2	4,3	10,0	6,6	8,4
52	к-2112, Япония	34,5±1,4	27,0±2,2	31,5±4,2	36,4±1,1	28,5±0,5	33,2±4,2
	CV, %	4,1	8,1	13,4	3,0	1,7	12,6
53	к-2134, Япония	26,9±6,8	20,0±2,5	24,1±6,3	31,7±3,6	24,4±0,8	28,8±4,7
	CV, %	25,1	12,3	26,3	11,5	3,2	16,2
54	к-2161, Япония	-	18,4±4,1	18,4±4,1	-	24,3±0,5	24,3±0,5
	CV, %	-	22,4	22,4	-	2,3	2,3
55	к-2170, Ю. Корея	-	23,3±5,2	23,3±5,2	-	30,0±2,4	30,0±2,4
	CV, %	-	22,4	22,4	-	7,9	7,9
56	к-2183, Белоруссия	28,0±1,9	28,7±2,9	28,3±2,2	27,7±3,4	30,0±2,4	28,6±3,1
	CV, %	6,8	10,0	7,8	12,4	8,0	10,9
Дайкон Миновасе							
57	к-2111, Япония	25,6±0,6	18,3±3,5	22,6±4,3	29,0±1,5	28,5±4,1	28,8±2,6
	CV, %	2,4	19,0	19,0	5,1	14,5	9,2
58	к-2132, Япония	-	29,8±7,0	29,8±7,0	-	27,2±1,9	27,2±1,9
	CV, %	-	23,7	23,7	-	7,0	7,0
59	к-2155, Япония	-	20,6±2,8	20,6±2,8	-	24,3±3,0	24,3±3,0
	CV, %	-	13,8	13,8	-	12,5	12,5
60	к-2156, Украина	32,6±5,0	24,4±0,6	29,3±5,9	34,1±2,6	31,9±1,1	33,2±2,3
	CV, %	15,4	2,3	20,3	7,6	3,6	7,0
61	к-2157, Япония	32,0±1,6	20,1±2,3	27,2±6,4	35,4±2,1	27,9±0,2	32,4±4,2
	CV, %	5,0	11,5	23,5	6,0	0,6	13,0
62	к-2159, Япония	28,0±0,4	21,3±1,7	25,3±3,6	27,8±1,9	24,6±0,9	26,5±2,2
	CV, %	1,5	8,0	14,3	6,8	3,7	8,5
63	к-2184, Ю. Корея	-	23,9±3,1	23,9±3,1	-	28,8±3,6	28,8±3,6
	CV, %	-	13,0	13,0	-	12,6	12,6
Дайкон Миясиге							
64	к-1972, Япония	-	20,0±1,0	20,0±1,0	-	26,4±1,8	26,4±1,8
	CV, %	-	5,0	5,0	-	6,7	6,7
65	к-2034, Япония	-	22,1±0,3	22,1±0,3	-	24,9±1,1	24,9±1,1

	CV, %	-	1,4	1,4	-	4,6	4,6
66	к-2093, Япония	-	25,1±2,1	25,1±2,1	-	25,9±1,2	25,9±1,2
	CV, %	-	8,4	8,4	-	4,8	4,8
67	к-2113, Япония	34,7±2,6	22,4±0,6	29,8±6,6	26,7±2,7	31,0±5,9	28,4±4,5
	CV, %	7,6	2,7	22,3	10,2	18,9	16,0
68	к-2128, Япония	-	22,1±0,9	22,1±0,9	-	28,0±0,3	28,0±0,3
	CV, %	-	4,0	4,0	-	1,2	1,2
69	к-2133, Япония	26,3±3,5	21,7±1,8	24,5±3,7	28,1±0,2	26,0±1,1	27,2±1,3
	CV, %	13,3	8,3	15,0	0,7	4,2	4,7
70	к-2136, Япония	37,6±2,2	20,8±0,2	30,9±8,8	33,0±1,7	29,0±1,0	31,4±2,5
	CV, %	5,8	0,9	28,5	5,1	3,3	7,9
71	к-2137, Япония	-	19,3±0,7	19,3±0,7	-	22,0±1,0	22,0±1,0
	CV, %	-	3,4	3,4	-	4,4	4,4
72	к-2158, Япония	28,0±2,0	24,0±0,2	26,4±2,6	30,4±1,2	28,1±0,1	29,5±1,5
	CV, %	7,3	0,8	9,7	4,1	0,4	5,1
73	петерб., Россия	24,2±5,0	17,9±0,2	21,7±4,9	23,6±2,6	24,5±0,5	24,0±2,0
	CV, %	20,5	0,9	22,8	10,9	1,8	8,3
Дайкон Ниненго							
74	к-1946, Япония	-	20,2±5,8	20,2±5,8	-	22,3±8,4	22,3±8,4
	CV, %	-	28,8	28,8	-	37,4	37,4
75	к-2063, Япония	40,6±2,6	24,8±2,9	34,3±8,6	42,5±1,6	25,7±0,7	35,8±8,8
	CV, %	6,4	11,5	25,0	3,8	2,7	24,5
76	к-2110, Япония	28,0±2,7	25,1±0,3	26,6±2,4	29,1±2,1	27,1±1,2	28,1±1,9
	CV, %	9,8	1,2	9,0	7,4	4,3	6,8
77	к-2160, Япония	-	19,0±0,2	19,0±0,2	-	25,1±0,9	25,1±0,9
	CV, %	-	1,1	1,1	-	3,4	3,4
Дайкон Сакураджима							
78	к-1942, Япония	-	22,6±0,8	22,6±0,8	-	28,2±1,1	28,2±1,1
	CV, %	-	3,7	3,7	-	3,8	3,8
Дайкон Шогоин							
79	к-2142, Россия	-	18,3±5,3	18,3±5,3	-	20,4±5,5	20,4±5,5
	CV, %	-	29,2	29,2	-	26,8	26,8
Дайкон Сироагири							
80	к-2138, Ю. Корея	-	21,9±0,2	21,9±0,2	-	31,5±4,9	31,5±4,9
	CV, %	-	0,9	0,9	-	15,7	15,7
81	к-2175, Ю. Корея	26,6±3,9	20,5±0,5	24,1±4,3	31,2±3,3	27,4±3,8	29,6±3,8
	CV, %	14,8	2,2	17,9	10,6	13,7	12,9
82	к-2177, Ю. Корея	31,0±2,3	26,6±2,9	31,0±2,5	29,4±2,1	29,5±0,4	29,4±1,6
	CV, %	7,6	11,1	8,0	7,0	1,4	5,3
83	к-2178, Ю. Корея	29,1±6,7	22,8±0,2	26,6±6,0	30,2±6,2	28,4±0,8	29,5±4,8
	CV, %	23,1	0,9	22,5	20,6	2,8	16,2
Среднее по коллекции		29,7±5,6	23,5±4,4	24,7±3,5	30,4±5,1	28,5±3,7	29,0±3,2
Сv, %		18,8	18,8	14,2	16,9	12,9	10,9
НСР05		6,5	1,9	2,6	6,7	1,9	2,3

Приложение 9

Характеристика образцов редьки по признакам размеров корнеплода при двух сроках посева (I – весенний посев, II – летний посев), в среднем за 2016-2018 г.

№	№ каталога, происхождение	Длина корнеплода, см			Диаметр корнеплода, см			Индекс корнеплода		
		I	II	X _{ср}	I	II	X _{ср}	I	II	X _{ср}
Летняя белая округлая										
1	к-1675, Грузия	7,9±1,1	-	7,9±1,1	7,0±1,9	-	7,0±1,9	1,2	-	1,2
CV, %		13,7	-	13,7	27,5	-	27,5	18,4	-	18,4
2	к-1833, Белоруссия	6,5±1,2	-	6,5±1,2	7,3±2,0	-	7,3±2,0	0,9	-	0,9
CV, %		19,0	-	19,0	27,2	-	27,2	11,5	-	11,5
3	к-2163, Россия	6,3±2,2	-	6,3±2,2	5,8±1,7	-	5,8±1,7	1,1	-	1,1
CV, %		34,2	-	34,2	29,4	-	29,4	9,3	-	9,3
Зимняя круглая черная										
4	к-1685, Австрия	-	5,3±0,4	5,3±0,4	-	6,4±0,8	6,4±0,8	-	0,8	0,8
CV, %		-	7,1	7,1	-	12,6	12,6	-	5,6	5,6
5	к-1722, Нидерланды	-	5,9±0,3	5,9±0,3	-	6,5±0,2	6,5±0,2	-	0,9	0,9
CV, %		-	4,6	4,6	-	2,6	2,6	-	3,6	3,6
6	к-1778, Германия	-	6,1±1,4	6,1±1,4	-	6,0±1,2	6,0±1,2	-	1,0	1,0
CV, %		-	22,8	22,8	-	19,6	19,6	-	4,3	4,3
7	к-1870, Канада	-	6,8±2,3	6,8±2,3	-	7,7±1,4	7,7±1,4	-	0,9	0,9
CV, %		-	34,2	34,2	-	17,9	17,9	-	17,2	17,2
8	к-1892, Египет	-	6,5±2,0	6,5±2,0	-	6,1±0,9	6,1±0,9	-	1,0	1,0
CV, %		-	30,5	30,5	-	13,9	13,9	-	17,2	17,2
9	к-1971, США	-	6,8±1,6	6,8±1,6	-	7,1±0,9	7,1±0,9	-	0,9	0,9
CV, %		-	23,3	23,3	-	12,9	12,9	-	11,4	11,4
10	к-2012, Германия	-	7,9±1,5	7,9±1,5	-	7,9±0,3	7,9±0,3	-	1,0	1,0
CV, %		-	18,7	18,7	-	4,2	4,2	-	17,4	17,4
11	к-2084, США	-	5,9±1,1	5,9±1,1	-	6,8±0,8	6,8±0,8	-	0,9	0,9
CV, %		-	19,3	19,3	-	12,5	12,5	-	10,3	10,3
12	к-2115, Россия	-	5,4±1,1	5,4±1,1	-	6,9±1,2	6,9±1,2	-	0,8	0,8
CV, %		-	21,2	21,2	-	17,0	17,0	-	6,7	6,7
13	к-2124, Турция	-	7,0±2,3	7,0±2,3	-	6,6±0,6	6,6±0,6	-	1,1	1,1

	CV, %	-	32,7	32,7	-	8,8	8,8	-	24,7	24,7
14	к-2182, Белоруссия	-	7,9±2,6	7,9±2,6	-	7,9±2,5	7,9±2,5	-	1,0	1,0
	CV, %	-	32,7	32,7	-	31,2	31,2	-	2,7	2,7
Зимняя круглая белая										
15	к-1499, Россия	-	8,3±1,9	8,3±1,9	-	7,7±0,3	7,7±0,3	-	1,1	1,1
	CV, %	-	22,6	22,6	-	3,4	3,4	-	19,7	19,7
16	к-1914, Россия	-	8,4±0,7	8,4±0,7	-	7,4±0,6	7,4±0,6	-	1,1	1,1
	CV, %	-	8,0	8,0	-	7,6	7,6	-	1,5	1,5
17	к-1915, Россия	-	8,3±2,1	8,3±2,1	-	7,6±1,5	7,6±1,5	-	1,1	1,1
	CV, %	-	24,8	24,8	-	19,2	19,2	-	6,2	6,2
18	к-2025, Украина	-	7,5±1,8	7,5±1,8	-	8,0±1,2	8,0±1,2	-	0,9	0,9
	CV, %	-	24,6	24,6	-	15,4	15,4	-	9,5	9,5
Белая длинная цилиндрическая										
19	к-698, Малая Азия	-	8,0±2,7	8,0±2,7	-	6,8±0,9	6,8±0,9	-	1,2	1,2
	CV, %	-	33,3	33,3	-	14,0	14,0	-	19,9	19,9
20	к-1805, Узбекистан	-	10,5±0,5	10,5±0,5	-	6,4±0,6	6,4±0,6	-	1,7	1,7
	CV, %	-	4,8	4,8	-	9,2	9,2	-	13,9	13,9
21	к-1891, Ю. Корея	-	15,6±0,5	15,6±0,5	-	5,1±0,4	5,1±0,4	-	3,1	3,1
	CV, %	-	3,5	3,5	-	7,3	7,3	-	10,9	10,9
22	к-1902, Китай	-	14,0±1,3	14,0±1,3	-	5,9±0,7	5,9±0,7	-	2,4	2,4
	CV, %	-	9,6	9,6	-	11,6	11,6	-	4,2	4,2
23	к-1913, Ю. Корея	-	15,5±3,5	15,5±3,5	-	5,3±0,6	5,3±0,6	-	3,0	3,0
	CV, %	-	22,7	22,7	-	10,8	10,8	-	32,7	32,7
24	к-1978, Киргизия	-	10,5±4,3	10,5±4,3	-	5,7±0,6	5,7±0,6	-	1,9	1,9
	CV, %	-	41,1	41,1	-	10,7	10,7	-	50,0	50,0
25	к -2021, Казахстан	-	17,5±0,7	17,5±0,7	-	6,0±0,0	6,0±0,0	-	2,9	2,9
	CV, %	-	3,9	3,9	-	0,5	0,5	-	3,6	3,6
26	к-2074, Египет	-	14,2±2,6	14,2±2,6	-	5,3±0,4	5,3±0,4	-	2,7	2,7
	CV, %	-	18,5	18,5	-	6,7	6,7	-	18,5	18,5
27	к-2101, Чили	-	16,5±3,9	16,5±3,9	-	6,7±1,1	6,7±1,1	-	2,6	2,6
	CV, %	-	23,8	23,8	-	16,0	16,0	-	38,6	38,6
28	к-2107, Ю. Корея	-	14,3±3,1	14,3±3,1	-	6,2±0,4	6,2±0,4	-	2,3	2,3
	CV, %	-	22,0	22,0	-	6,2	6,2	-	27,8	27,8

29	к-2122, Вьетнам	-	16,7±2,0	16,7±2,0	-	4,4±0,4	4,4±0,4	-	3,8	3,8
	CV, %	-	12,1	12,1	-	15,8	15,8	-	5,5	5,5
30	к-2151, Ю. Корея	-	15,8±0,2	15,8±0,2	-	6,1±0,2	6,1±0,2	-	2,6	2,6
	CV, %	-	1,4	1,4	-	3,1	3,1	-	2,9	2,9
31	к-2153, Ю. Корея	-	19,4±2,2	19,4±2,2	-	3,5±0,3	3,5±0,3	-	5,5	5,5
	CV, %	-	11,4	11,4	-	7,2	7,2	-	6,4	6,4
32	к-2173, Ю. Корея	-	14,7±0,7	14,7±0,7	-	6,2±0,3	6,2±0,3	-	2,4	2,4
	CV, %	-	4,9	4,9	-	5,3	5,3	-	4,3	4,3
Зеленая цилиндрическая										
33	к-1815, Узбекистан	-	8,0±0,5	8,0±0,5	-	5,6±0,7	5,6±0,7	-	1,5	1,5
	CV, %	-	6,6	6,6	-	13,4	13,4	-	19,3	19,3
34	к-1816, Казахстан	8,9±2,4	14,1±2,7	11,0±3,6	5,9±1,5	6,4±0,5	6,1±1,2	1,5	2,2	1,8
	CV, %	27,4	19,0	27,4	25,5	7,8	19,4	11,6	26,5	29,5
35	к-1825, Китай	-	16,2±1,2	16,2±1,2	-	5,0±0,9	5,0±0,9	-	3,3	3,3
	CV, %	-	7,3	7,3	-	18,7	18,7	-	12,7	12,7
36	к-1865, Китай	-	13,7±0,7	13,7±0,7	-	5,5±0,6	5,5±0,6	-	2,5	2,5
	CV, %	-	4,8	4,8	-	11,7	11,7	-	16,1	16,1
37	к-2000, Узбекистан	-	8,6±3,4	8,6±3,4	-	6,4±0,8	6,4±0,8	-	1,3	1,3
	CV, %	-	40,3	40,3	-	12,5	12,5	-	29,2	29,2
38	к-2148, Казахстан	-	9,9±3,5	9,9±3,5	-	5,8±0,4	5,8±0,4	-	1,7	1,7
	CV, %	-	35,1	35,1	-	7,1	7,1	-	29,0	29,0
Красная цилиндрическая лировидная										
39	к-725, Малая Азия	-	13,9±0,9	13,9±0,9	-	6,4±0,2	6,4±0,2	-	2,2	2,2
	CV, %	-	6,4	6,4	-	2,6	2,6	-	6,2	6,2
40	к-1903, Китай	-	12,4±6,7	12,4±6,7	-	6,1±0,1	6,1±0,1	-	2,0	2,0
	CV, %	-	54,1	54,1	-	1,9	1,9	-	54,1	54,1
41	к-1906, Китай	-	13,1±1,4	13,1±1,4	-	5,4±0,5	5,4±0,5	-	2,5	2,5
	CV, %	-	10,6	10,6	-	9,2	9,2	-	19,0	19,0
42	к-2014, Иран	-	14,2±6,1	14,2±6,1	-	5,8±0,5	5,8±0,5	-	2,4	2,4
	CV, %	-	43,1	43,1	-	9,0	9,0	-	38,1	38,1
Круглая красная лировидная										
43	к-1895, Китай	-	9,4±1,6	9,4±1,6	-	5,9±1,2	5,9±1,2	-	1,7	1,7
	CV, %	-	16,7	16,7	-	19,9	19,9	-	35,8	35,8

44	к-1967, Афганистан	-	8,0±1,8	8,0±1,8	-	6,5±0,3	6,5±0,3	-	1,2	1,2
CV, %		-	22,5	22,5	-	5,1	5,1	-	22,8	22,8
45	к-1983, Россия	-	6,1±1,5	6,1±1,5	-	6,4±0,7	6,4±0,7	-	0,9	0,9
CV, %		-	24,6	24,6	-	11,5	11,5	-	13,6	13,6
46	к-2094, Япония	7,9±1,9	6,1±1,8	7,2±2,0	5,3±0,5	5,5±1,0	5,4±0,7	1,5	1,1	1,3
CV, %		24,5	28,7	27,6	10,0	18,1	13,0	14,5	14,2	19,7
47	к-2100, Монголия	-	6,5±0,8	6,5±0,8	-	6,5±0,2	6,5±0,2	-	1,0	1,0
CV, %		-	13,1	13,1	-	3,8	3,8	-	10,8	10,8
Розово-красная цилиндрическая цельнолистная										
48	к-1857, Китай	-	15,1±3,5	15,1±3,5	-	5,4±0,3	5,4±0,3	-	2,8	2,8
CV, %		-	23,0	23,0	-	5,8	5,8	-	24,8	24,8
49	к-1935, Япония	-	11,9±0,2	11,9±0,2	-	5,9±0,3	5,9±0,3	-	2,0	2,0
CV, %		-	1,4	1,4	-	5,0	5,0	-	4,7	4,7
Дайкон Камейдо										
50	к-1958, Япония	-	16,6±3,4	16,6±3,4	-	5,1±0,8	5,1±0,8	-	3,3	3,3
CV, %		-	20,6	20,6	-	16,2	16,2	-	7,6	7,6
51	к-2033, Япония	16,6±7,3	20,1±3,7	18,0±6,1	5,5±1,5	5,5±0,9	5,5±1,5	3,0	3,8	3,3
CV, %		43,8	18,4	33,9	27,9	16,1	27,9	33,2	33,2	33,8
52	к-2112, Япония	22,1±3,4	24,1±0,8	22,9±2,8	5,5±0,8	6,1±0,3	5,7±0,7	4,0	4,0	4,0
CV, %		15,4	3,5	12,2	14,2	4,2	11,8	6,0	6,6	5,9
53	к-2134, Япония	16,7±5,4	18,4±5,2	17,4±5,1	5,7±1,4	6,1±0,1	5,8±1,1	3,0	3,0	3,0
CV, %		32,4	28,5	29,4	25,4	2,3	18,8	23,6	29,5	24,5
54	к-2161, Япония	-	21,9±7,2	21,9±7,2	-	3,9±0,4	3,9±0,4	-	5,5	5,5
CV, %		-	33,1	33,1	-	9,6	9,6	-	27,2	27,2
55	к-2170, Ю. Корея	-	14,9±5,8	14,9±5,8	-	5,8±0,2	5,8±0,2	-	2,6	2,6
CV, %		-	39,0	39,0	-	3,6	3,6	-	40,2	40,2
56	к-2183, Белоруссия	13,0±0,8	14,5±3,0	13,6±2,0	5,9±0,6	6,7±0,4	6,2±0,7	2,2	2,1	2,2
CV, %		6,5	20,7	14,8	10,4	5,9	11,0	16,9	15,2	15,6
Дайкон Миновасе										
57	к-2111, Япония	20,6±4,4	18,0±4,8	19,5±4,5	3,7±0,3	5,2±0,5	4,3±0,9	5,6	3,6	4,8
CV, %		21,6	26,5	23,0	8,3	9,3	20,2	18,7	35,1	31,2
58	к-2132, Япония	-	16,3±2,9	16,3±2,9	-	5,8±0,3	5,8±0,3	-	2,8	2,8
CV, %		-	18,0	18,0	-	4,7	4,7	-	22,3	22,3

59	к-2155, Япония	-	15,8±5,4	15,8±5,4	-	5,9±0,9	5,9±0,9	-	2,6	2,6
	CV, %	-	34,1	34,1	-	15,4	15,4	-	19,8	19,8
60	к-2156, Украина	12,6±0,9	14,3±4,4	13,3±2,8	6,3±0,2	6,0±0,3	6,2±0,3	2,0	2,4	2,1
	CV, %	7,2	30,8	20,9	3,0	5,5	4,4	9,0	26,8	20,0
61	к-2157, Япония	24,6±2,6	29,5±8,7	26,6±6,0	5,2±0,5	4,9±0,1	5,1±0,4	4,8	6,0	5,3
	CV, %	10,6	29,7	22,4	9,9	2,9	8,1	4,9	28,6	22,5
62	к-2159, Япония	19,4±3,0	24,0±4,5	21,2±4,2	3,3±0,4	4,8±0,3	3,9±0,9	5,9	5,0	5,5
	CV, %	15,4	18,6	19,6	12,7	6,0	21,9	10,1	17,0	14,5
63	к-2184, Ю. Корея	-	14,6±9,5	14,6±9,5	-	4,8±1,0	4,8±1,0	-	3,5	3,5
	CV, %	-	64,6	64,6	-	21,6	21,6	-	78,0	78,0
Дайкон Мясиге										
64	к-1972, Япония	-	23,0±7,3	23,0±7,3	-	4,8±0,2	4,8±0,2	-	4,8	4,8
	CV, %	-	31,7	31,7	-	5,1	5,1	-	30,9	30,9
65	к-2034, Япония	-	24,5±3,4	24,5±3,4	-	4,6±0,4	4,6±0,4	-	5,3	5,3
	CV, %	-	13,7	13,7	-	9,0	9,0	-	15,3	15,3
66	к-2093, Япония	-	19,6±1,5	19,6±1,5	-	4,7±0,4	4,7±0,4	-	4,2	4,2
	CV, %	-	7,5	7,5	-	9,0	9,0	-	11,3	11,3
67	к-2113, Япония	19,0±1,5	20,7±5,2	19,7±3,3	5,3±0,7	5,4±1,8	5,3±1,2	3,7	4,0	3,7
	CV, %	7,8	25,2	16,8	13,0	33,7	22,0	10,4	10,7	10,4
68	к-2128, Япония	-	20,3±1,4	20,3±1,4	-	4,8±0,2	4,8±0,2	-	4,3	4,3
	CV, %	-	7,1	7,1	-	4,4	4,4	-	10,2	10,2
69	к-2133, Япония	10,1±1,8	11,7±4,6	10,7±3,1	6,2±1,0	5,8±0,8	6,0±0,9	1,6	2,0	1,8
	CV, %	17,5	39,2	28,5	16,1	13,6	14,8	9,6	26,7	20,7
70	к-2136, Япония	11,7±1,4	13,5±4,1	12,4±2,7	6,9±0,5	6,2±1,2	6,6±0,9	1,7	2,2	1,9
	CV, %	11,6	30,6	22,1	6,7	19,1	12,9	11,0	12,8	16,8
71	к-2137, Япония	-	14,8±2,7	14,8±2,7	-	5,4±0,6	5,4±0,6	-	2,7	2,7
	CV, %	-	18,0	18,0	-	10,6	10,6	-	7,7	7,7
72	к-2158, Япония	17,6±4,4	19,5±3,9	18,4±4,1	3,6±0,3	4,2±0,3	3,8±0,4	4,9	4,8	4,8
	CV, %	24,9	20,0	22,2	7,8	8,2	10,7	20,0	26,8	21,4
73	петерб., Россия	15,2±2,3	16,1±4,4	15,6±3,1	4,8±1,4	4,9±0,2	4,8±1,0	3,3	3,3	3,3
	CV, %	15,3	27,1	19,9	28,4	4,7	21,1	15,4	24,2	18,0
Дайкон Ниненго										
74	к-1946, Япония	-	23,8±0,7	23,8±0,7	-	3,0±0,3	3,0±0,3	-	8,0	8,0

	CV, %	-	2,8	2,8	-	8,3	8,3	-	6,9	6,9
75	к-2063, Япония	22,7±3,1	20,6±4,5	21,9±3,7	4,9±0,2	4,7±0,5	4,8±0,3	4,7	4,4	4,6
	CV, %	13,9	21,8	16,7	4,0	10,1	6,7	16,4	17,7	16,3
76	к-2110, Япония	19,0±1,4	23,4±4,3	21,0±3,9	5,2±0,2	5,0±0,2	5,2±0,2	3,6	4,7	4,1
	CV, %	7,3	18,3	18,7	3,9	3,3	4,6	10,6	20,7	22,7
77	к-2160, Япония	-	26,4±5,5	26,4±5,5	-	4,8±1,2	4,8±1,2	-	5,6	5,6
	CV, %	-	21,0	21,0	-	24,3	24,3	-	6,3	6,3
Дайкон Сакураджима										
78	к-1942, Япония	-	8,5±0,8	8,5±0,8	-	6,1±0,6	6,1±0,6	-	1,4	1,4
	CV, %	-	9,2	9,2	-	10,1	10,1	-	18,5	18,5
Дайкон Шогоин										
79	к-2142, Россия	-	9,3±1,9	9,3±1,9	-	6,0±1,0	6,0±1,0	-	1,5	1,5
	CV, %	-	20,1	20,1	-	16,9	16,9	-	4,6	4,6
Дайкон Сироагири										
80	к-2138, Ю. Корея	-	8,3±1,0	8,3±1,0	-	5,8±0,4	5,8±0,4	-	1,4	1,4
	CV, %	-	12,0	12,0	-	6,7	6,7	-	5,5	5,5
81	к-2175, Ю. Корея	14,6±3,7	11,7±4,3	13,4±4,0	6,3±0,4	5,5±0,8	5,9±0,7	2,3	2,1	2,2
	CV, %	25,6	37,2	30,1	7,0	15,5	12,1	20,0	23,6	20,8
82	к-2177, Ю. Корея	18,1±0,5	18,1±0,6	18,1±0,5	6,3±0,7	5,4±0,4	5,9±0,7	2,9	3,3	3,1
	CV, %	2,9	3,4	2,9	11,8	8,1	12,4	10,1	5,2	10,4
83	к-2178, Ю. Корея	15,6±4,2	14,6±4,7	15,2±4,2	6,6±2,0	5,8±0,3	6,3±1,5	2,4	2,5	2,4
	CV, %	27,0	32,2	27,5	30,0	5,2	24,4	4,3	28,1	16,9
Среднее по коллекции		15,0±6,0	13,8±6,5	13,4±5,6	5,6±1,4	5,8±1,0	5,7±1,3	2,9	2,6	2,5
Сv,%		40,2	47,1	41,8	25,9	17,3	21,9	52,3	61,8	59,3
НСР05		6,2	3,7	4,1	1,1	0,6	0,7	1,2	0,9	1,1

Приложение 10

Характеристика образцов редьки по признакам продуктивности при двух сроках посева (I – весенний посев, II – летний посев), в среднем за 2016-2018 г.

№	№ каталога, происхождение	Масса растения (M ₁), г			Масса корнеплода (M ₂), г			M ₂ /M ₁ , %		
		I	II	X _{ср}	I	II	X _{ср}	I	II	X _{ср}
Летняя белая округлая										
1	к-1675, Грузия	465,0±216,7	-	465,0±216,7	312,0±179,8	-	312,0±179,8	64,4	-	64,4
CV, %		46,6	-	46,6	57,6	-	57,6	13,1	-	1,1
2	к-1833, Белоруссия	434,4±270,3	-	434,4±270,3	255,4±147,6	-	255,4±147,6	59,9	-	
CV, %		62,2	-	62,2	57,8	-	57,8	7,4	-	
3	к-2163, Россия	259,1±208,5	-	259,1±208,5	146,8±103,8	-	146,8±103,8	61,4	-	
CV, %		80,5	-	80,5	70,7	-	70,7	11,8	-	
Зимняя круглая черная										
4	к-1685, Австрия	-	295,6±161,1	295,6±161,1	-	153,2±64,0	153,2±64,0	-	55,3	55,3
CV, %		-	54,5	54,5	-	41,8	41,8	-	15,6	15,6
5	к-1722, Нидерланды	-	245,1±53,1	245,1±53,1	-	166,2±34,8	166,2±34,8	-	67,9	67,9
CV, %		-	21,7	21,7	-	21,0	21,0	-	2,8	2,8
6	к-1778, Германия	-	290,8±89,9	290,8±89,9	-	164,0±52,2	164,0±52,2	-	56,3	56,3
CV, %		-	30,9	30,9	-	31,8	31,8	-	0,9	0,9
7	к-1870, Канада	-	342,2±186,6	342,2±186,6	-	242,6±121,0	242,6±121,0	-	72,6	72,6
CV, %		-	54,5	54,5	-	49,9	49,9	-	6,2	6,2
8	к-1892, Египет	-	258,7±132,6	258,7±132,6	-	178,3±101,5	178,3±101,5	-	67,1	67,1
CV, %		-	51,3	51,3	-	56,9	56,9	-	7,5	7,5
9	к-1971, США	-	319,7±141,2	319,7±141,2	-	216,0±73,4	216,0±73,4	-	70,2	70,2
CV, %		-	44,2	44,2	-	34,0	34,0	-	11,5	11,5
10	к-2012, Германия	-	400,6±91,5	400,6±91,5	-	305,6±77,5	305,6±77,5	-	76,0	76,0
CV, %		-	22,9	22,9	-	25,3	25,3	-	2,6	2,6
11	к-2084, США	-	395,9±181,9	395,9±181,9	-	241,1±85,9	241,1±85,9	-	63,5	63,5
CV, %		-	45,9	45,9	-	35,6	35,6	-	11,8	11,8
12	к-2115, Россия	-	247,0±150,0	247,0±150,0	-	156,8±86,4	156,8±86,4	-	65,7	65,7

	CV, %	-	60,7	60,7	-	55,1	55,1	-	7,6	7,6
13	к-2124, Турция	-	358,3±182,0	358,3±182,0	-	219,4±94,4	219,4±94,4	-	63,5	63,5
	CV, %	-	50,8	50,8	-	43,0	43,0	-	9,3	9,3
14	к-2182, Белоруссия	-	583,5±422,7	583,5±422,7	-	413,5±305,5	413,5±305,5	-	70,0	70,0
	CV, %	-	72,5	72,5	-	73,9	73,9	-	2,4	2,4
Зимняя круглая белая										
15	к-1499, Россия	-	436,8±108,5	436,8±108,5	-	310,7±66,9	310,7±66,9	-	71,6	71,6
	CV, %	-	24,8	24,8	-	21,5	21,5	-	3,5	3,5
16	к-1914, Россия	-	484,5±51,5	484,5±51,5	-	305,6±44,1	305,6±44,1	-	62,9	62,9
	CV, %	-	10,6	10,6	-	14,4	14,4	-	3,9	3,9
17	к-1915, Россия	-	424,9±203,0	424,9±203,0	-	268,3±126,7	268,3±126,7	-	63,3	63,3
	CV, %	-	47,8	47,8	-	47,2	47,2	-	1,0	1,0
18	к-2025, Украина	-	475,2±206,9	475,2±206,9	-	355,8±153,2	355,8±153,2	-	75,0	75,0
	CV, %	-	43,5	43,5	-	43,1	43,1	-	0,7	0,7
Белая длинная цилиндрическая										
19	к-698, Малая Азия	-	381,8±174,2	381,8±174,2	-	272,4±143,0	272,4±143,0	-	69,4	69,4
	CV, %	-	5,6	5,6	-	52,5	52,5	-	8,7	8,7
20	к-1805, Узбекистан	-	364,3±121,2	364,3±121,2	-	278,5±80,9	278,5±80,9	-	77,3	77,3
	CV, %	-	33,3	33,3	-	29,0	29,0	-	4,6	4,6
21	к-1891, Ю. Корея	-	452,2±66,8	452,2±66,8	-	231,2±21,0	231,2±21,0	-	52,5	52,5
	CV, %	-	14,8	14,8	-	9,1	9,1	-	23,6	23,6
22	к-1902, Китай	-	371,6±207,0	371,6±207,0	-	252,6±87,8	252,6±87,8	-	75,7	75,7
	CV, %	-	55,7	55,7	-	34,7	34,7	-	24,5	24,5
23	к-1913, Ю. Корея	-	362,4±53,7	362,4±53,7	-	211,8±40,2	211,8±40,2	-	60,6	60,6
	CV, %	-	14,8	14,8	-	19,0	19,0	-	33,0	33,0
24	к-1978, Киргизия	-	404,9±191,5	404,9±191,5	-	193,6±29,0	193,6±29,0	-	54,4	54,4
	CV, %	-	47,3	47,3	-	15,0	15,0	-	34,2	34,2
25	к -2021, Казахстан	-	629,6±3,9	629,6±3,9	-	394,0±40,4	394,0±40,4	-	62,6	62,6
	CV, %	-	0,6	0,6	-	10,3	10,3	-	10,7	10,7
26	к-2074, Египет	-	385,8±140,5	385,8±140,5	-	261,3±71,6	261,3±71,6	-	69,6	69,6
	CV, %	-	36,4	36,4	-	27,4	27,4	-	9,7	9,7

27	к-2101, Чили	-	600,6±62,1	600,6±62,1	-	374,1±52,3	374,1±52,3	-	62,1	62,1
	CV, %	-	10,3	10,3	-	14,0	14,0	-	3,7	3,7
28	к-2107, Ю. Корея	-	473,8±96,0	473,8±96,0	-	337,5±46,9	337,5±46,9	-	71,9	71,9
	CV, %	-	20,3	20,3	-	13,9	13,9	-	6,6	6,6
29	к-2122, Вьетнам	-	395,4±79,7	395,4±79,7	-	211,7±14,9	211,7±14,9	-	54,6	54,6
	CV, %	-	20,2	20,2	-	7,0	7,0	-	13,3	13,3
30	к-2151, Ю. Корея	-	523,3±89,9	523,3±89,9	-	361,0±28,3	361,0±28,3	-	69,8	69,8
	CV, %	-	17,2	17,2	-	7,3	7,3	-	9,4	9,4
31	к-2153, Ю. Корея	-	444,0±113,3	444,0±113,3	-	124,4±12,7	124,4±12,7	-	28,9	28,9
	CV, %	-	25,5	25,5	-	10,2	10,2	-	15,7	15,7
32	к-2173, Ю. Корея	-	691,5±11,0	691,5±11,0	-	312,8±5,0	312,8±5,0	-	45,2	45,2
	CV, %	-	1,6	1,6	-	1,6	1,6	-	0,3	0,3
Зеленая цилиндрическая										
33	к-1815, Узбекистан	-	275,1±30,6	275,1±30,6	-	161,1±43,1	161,1±43,1	-	60,4	60,4
	CV, %	-	11,1	11,1	-	26,8	26,8	-	37,0	37,0
34	к-1816, Казахстан	313,9±206,7	422,7±63,2	357,4±168,0	233,2±180,9	265,2±6,3	246,0±135,9	69,7	64,0	67,4
	CV, %	65,9	14,9	47,0	77,6	2,4	55,2	12,6	17,3	14,2
35	к-1825, Китай	-	571,7±119,2	571,7±119,2	-	226,2±45,1	226,2±45,1	-	39,6	39,6
	CV, %	-	20,8	20,8	-	19,9	19,9	-	2,9	2,9
36	к-1865, Китай	-	410,3±81,4	410,3±81,4	-	240,4±41,8	240,4±41,8	-	58,8	58,8
	CV, %	-	19,8	19,8	-	17,4	17,4	-	2,5	2,5
37	к-2000, Узбекистан	-	346,1±262,9	346,1±262,9	-	228,4±150,1	228,4±150,1	-	72,8	72,8
	CV, %	-	75,9	75,9	-	65,7	65,7	-	16,3	16,3
38	к-2148, Казахстан	-	330,5±96,6	330,5±96,6	-	206,9±43,0	206,9±43,0	-	63,8	63,8
	CV, %	-	29,2	29,2	-	20,8	20,8	-	8,9	8,9
Красная цилиндрическая лировидная										
39	к-725, Малая Азия	-	420,4±89,5	420,4±89,5	-	318,7±59,2	318,7±59,2	-	76,1	76,1
	CV, %	-	21,3	21,3	-	18,6	18,6	-	2,8	2,8
40	к-1903, Китай	-	391,6±227,5	391,6±227,5	-	300,3±148,1	300,3±148,1	-	80,6	80,6
	CV, %	-	58,1	58,1	-	49,3	49,3	-	11,3	11,3
41	к-1906, Китай	-	282,7±18,6	282,7±18,6	-	199,6±2,0	199,6±2,0	-	70,9	70,9

	CV, %	-	6,6	6,6	-	1,0	1,0	-	7,1	7,1
42	к-2014, Иран	-	416,3±188,6	416,3±188,6	-	295,4±154,8	295,4±154,8	-	68,9	68,9
	CV, %	-	45,3	45,3	-	52,4	52,4	-	8,7	8,7
Круглая красная лировидная										
43	к-1895, Китай	-	323,1±176,5	323,1±176,5	-	193,6±75,9	193,6±75,9	-	64,8	64,8
	CV, %	-	54,6	54,6	-	39,2	39,2	-	18,6	18,6
44	к-1967, Афганистан	-	333,7±79,7	333,7±79,7	-	204,5±17,9	204,5±17,9	-	63,1	63,1
	CV, %	-	23,9	23,9	-	8,8	8,8	-	16,0	16,0
45	к-1983, Россия	-	301,2±119,4	301,2±119,4	-	179,1±45,3	179,1±45,3	-	62,3	62,3
	CV, %	-	39,7	39,7	-	25,3	25,3	-	15,6	15,6
46	к-2094, Япония	224,6±14,2	224,7±183,9	224,6±106,7	111,5±3,9	124,1±84,2	117,8±49,2	49,9	64,8	55,8
	CV, %	6,3	81,8	47,5	3,5	67,9	42,2	9,9	24,0	22,1
47	к-2100, Монголия	-	349,6±53,5	349,6±53,5	-	201,3±82,4	201,3±82,4	-	56,7	56,7
	CV, %	-	15,3	15,3	-	40,9	40,9	-	31,9	31,9
Розово-красная цилиндрическая цельнолистная										
48	к-1857, Китай	-	298,6±92,5	298,6±92,5	-	241,8±64,4	241,8±64,4	-	81,9	81,9
	CV, %	-	31,0	31,0	-	26,6	26,6	-	4,8	4,8
49	к-1935, Япония	-	377,5±83,6	377,5±83,6	-	250,1±25,4	250,1±25,4	-	67,6	67,6
	CV, %	-	22,1	22,1	-	10,2	10,2	-	12,2	12,2
Дайкон Камейдо										
50	к-1958, Япония	-	354,7±226,6	354,7±226,6	-	200,9±73,4	200,9±73,4	-	67,3	67,3
	CV, %	-	63,9	63,9	-	36,5	36,5	-	33,2	33,2
51	к-2033, Япония	511,6±276,1	451,7±66,5	487,6±211,6	370,4±223,8	339,5±12,0	354,9±167,7	67,7	76,1	71,1
	CV, %	54,0	14,7	43,4	60,4	3,5	46,9	15,5	11,3	14,4
52	к-2112, Япония	646,3±45,3	653,3±30,5	649,1±38,2	327,8±84,2	419,0±24,5	364,2±79,7	50,2	64,1	55,8
	CV, %	7,0	4,7	5,9	25,7	5,9	21,9	18,2	0,8	17,8
53	к-2134, Япония	517,3±286,6	469,0±172,7	498,0±237,0	378,3±201,8	373,8±155,6	376,5±175,2	74,4	78,5	76,0
	CV, %	55,4	36,8	47,6	53,3	41,6	46,5	3,6	5,5	5,1
54	к-2161, Япония	-	359,6±282,3	359,6±282,3	-	176,9±92,0	176,9±92,0	-	63,5	63,5
	CV, %	-	78,5	78,5	-	52,0	52,0	-	38,2	38,2
55	к-2170, Ю. Корея	-	480,4±175,3	480,4±175,3	-	295,7±55,9	295,7±55,9	-	64,8	64,8
	CV, %	-	36,5	36,5	-	18,9	18,9	-	18,6	18,6

56	к-2183, Белоруссия	388,9±90,0	523,5±259,9	442,7±178,5	255,3±49,0	377,7	304,2±128,7	66,4	72,5	68,8
	CV, %	23,1	49,7	40,3	19,2	183,6	42,3	9,2	1,3	8,1
Дайкон Миновасе										
57	к-2111, Япония	258,5±37,7	423,8±142,0	324,6±121,6	130,4±30,5	289,0±13,7	193,8±85,4	50,2	73,6	59,5
	CV, %	14,6	33,5	37,5	23,4	4,7	44,0	13,0	29,2	30,2
58	к-2132, Япония	-	417,3±119,1	417,3±119,1	-	249,4±32,3	249,4±32,3	-	61,9	61,9
	CV, %	-	28,5	28,5	-	12,9	12,9	-	16,1	16,1
59	к-2155, Япония	-	470,3±275,4	470,3±275,4	-	381,9±215,0	381,9±215,0	-	82,3	82,3
	CV, %	-	58,6	58,6	-	56,3	56,3	-	3,1	3,1
60	к-2156, Украина	432,7±68,5	482,2±248,5	452,5±154,4	300,1±48,6	386,2±188,9	334,6±123,2	69,6	81,1	74,2
	CV, %	15,8	51,5	34,1	16,2	48,9	36,8	11,2	3,3	11,4
61	к-2157, Япония	635,6±54,2	638,0±324,5	636,6±191,6	406,2±65,4	511,5±221,7	448,3±147,4	63,6	83,0	71,4
	CV, %	8,5	50,9	30,1	16,1	43,3	32,9	7,6	9,0	16,1
62	к-2159, Япония	230,0±7,6	513,5±327,8	343,4±239,3	116,1±7,0	344,2±178,9	207,3±156,7	50,5	72,5	59,3
	CV, %	3,3	63,8	69,7	6,0	52,0	75,6	5,4	15,8	22,5
63	к-2184, Ю. Корея	-	328,3±195,2	328,3±195,2	-	156,9±28,1	156,9±28,1	-	59,8	59,8
	CV, %	-	59,4	59,4	-	17,9	17,9	-	45,2	45,2
Дайкон Мясиге										
64	к-1972, Япония	-	389,3±225,0	389,3±225,0	-	264,6±136,8	264,6±136,8	-	70,4	70,4
	CV, %	-	57,8	57,8	-	51,7	51,7	-	7,9	7,9
65	к-2034, Япония	-	369,0±122,2	369,0±122,2	-	232,3±7,2	232,3±7,2	-	68,1	68,1
	CV, %	-	33,1	33,1	-	3,1	3,1	-	30,5	30,5
66	к-2093, Япония	-	414,0±231,8	414,0±231,8	-	238,2±68,1	238,2±68,1	-	66,2	66,2
	CV, %	-	56,0	56,0	-	28,6	28,6	-	31,2	31,2
67	к-2113, Япония	548,6±115,6	603,8±504,4	570,7±305,5,4	392,5±115,3	422,3±339,5	404,5±214,6	70,6	72,9	71,5
	CV, %	21,1	83,5	53,4	29,4	80,4	53,1	7,8	6,4	7,1
68	к-2128, Япония	-	430,0±152,6	430,0±152,6	-	230,3±35,4	230,3±35,4	-	56,7	56,7
	CV, %	-	35,5	35,5	-	15,4	15,4	-	21,0	21,0
69	к-2133, Япония	373,2±188,5	308,9±179,0	347,5±177,6	273,2±128,7	247,9±146,4	263,0±128,5	74,1	79,7	76,4
	CV, %	50,5	58,0	51,1	47,1	59,1	48,9	3,7	1,5	4,7
70	к-2136, Япония	573,7±147,7	437,2±295,6	519,1±215,0	379,0±157,8	365,2±235,5	373,5±179,9	64,1	85,5	72,7
	CV, %	25,8	67,6	41,4	41,6	64,5	48,2	15,4	4,6	18,6

71	к-2137, Япония	-	316,0±163,8	316,0±163,8	-	262,9±142,8	262,9±142,8	-	82,2	82,2
	CV, %	-	51,8	51,8	-	54,3	54,3	-	3,1	3,1
72	к-2158, Япония	300,8±118,9	363,4±207,1	325,8±152,3	140,5±34,3	209,0±59,9	167,9±55,7	49,2	66,7	56,2
	CV, %	39,5	57,0	46,3	24,4	28,7	33,2	15,1	32,3	29,1
73	петерб., Россия	322,1±164,8	317,6±183,3	320,3±162,2	243,5±156,2	247,0±139,4	244,9±141,6	71,9	78,3	74,5
	CV, %	51,2	57,7	50,6	64,2	56,5	57,8	13,5	1,6	10,7
Дайкон Ниненго										
74	к-1946, Япония	-	504,0±64,1	504,0±64,1	-	80,5±5,8	80,5±5,8	-	16,3	16,3
	CV, %	-	12,7	12,7	-	7,2	7,2	-	18,5	18,5
75	к-2063, Япония	425,0±52,0	526,4±343,4	465,6±208,7	266,3±28,6	295,9±128,9	281,1±78,9	62,9	65,0	63,7
	CV, %	12,2	65,2	44,8	10,7	43,6	28,4	8,0	27,6	17,3
76	к-2110, Япония	418,3±93,4	427,1±160,9	422,7±121,9	283,1±33,9	314,1±69,1	298,6±53,0	68,9	77,2	73,0
	CV, %	22,3	37,7	28,8	12,0	22,0	17,8	10,6	16,7	14,6
77	к-2160, Япония	-	615,3±138,1	615,3±138,1	-	400,7±289,8	400,7±289,8	-	59,4	59,4
	CV, %	-	22,4	22,4	-	72,3	72,3	-	56,8	56,8
Дайкон Сакураджима										
78	к-1942, Япония	-	297,2±94,6	297,2±94,6	-	189,0±35,6	189,0±35,6	-	65,7	65,7
	CV, %	-	31,8	31,8	-	18,9	18,9	-	13,6	13,6
Дайкон Шогоин										
79	к-2142, Россия	-	311,6±155,3	311,6±155,3	-	251,3±124,6	251,3±124,6	-	80,7	80,7
	CV, %	-	49,8	49,8	-	49,6	49,6	-	0,6	0,6
Дайкон Сироагири										
80	к-2138, Ю. Корея	-	313,2±156,5	313,2±156,5	-	170,5±50,1	170,5±50,1	-	59,6	59,6
	CV, %	-	50,0	50,0	-	29,4	29,4	-	23,2	23,2
81	к-2175, Ю. Корея	620,5±109,1	326,7±204,9	503,0±208,9	385,7±68,4	256,7±152,7	334,1±121,7	62,2	80,3	69,4
	CV, %	17,6	62,7	41,5	17,7	59,5	36,4	3,7	4,5	14,0
82	к-2177, Ю. Корея	480,6±171,7	370,9±128,8	436,7±158,5	398,2±141,8	312,4±112,3	363,9±131,6	82,9	84,0	83,3
	CV, %	35,7	34,7	36,3	35,6	35,9	36,2	1,6	1,3	1,6
83	к-2178, Ю. Корея	610,0±332,9	366,3±204,9	512,6±302,3	490,6±269,1	319,0±173,2	421,9±241,0	79,9	87,9	83,1
	CV, %	54,6	55,9	59,0	54,9	54,3	57,1	2,3	2,1	5,4
Среднее по коллекции		434,6±204,9	408,6±187,4	407,7±102,4	286,8±158,9	264,5±128,7	259,8±79,9	64,5	67,2	66,4
Св, %		47,1	45,9	25,1	55,4	48,7	30,8	17,4	22,6	21,4
НСР05		81,9	65,4	76,7	63,5	51,8	61,5	6,7	7,4	7,5

Приложение 11

Трехфакторный дисперсионный анализ фенотипических признаков редиса

Фактор	Степени свободы	SS	MS	F _{факт}	p	Вклад фактора, %
Продолжительность вегетативного периода, дни						
Генотип	86	41249	480	783	0,00	52,2
Год	2	240	120	196	0,00	0,3
Условие выращивания	3	31309	10436	17044	0,00	39,7
генотип×год	172	516	3	5	0,00	0,7
генотип×условие выращивания	258	3349	13	21	0,00	4,2
год×среда	6	467	78	127	0,00	0,6
генотип×год×условие выращивания	516	1189	2	4	0,00	1,5
Ошибка	1044	639	1			
Всего	2087	78957				
Стеблевание, %						
Генотип	86	270203,9	3141,9	15292	0,000	44,2
Год	2	14,0	7,0	34	0,000	0,0
Условие выращивания	3	108888,9	36296,3	176659	0,000	17,8
генотип×год	172	48,1	0,3	1	0,003	0,0
генотип×условие выращивания	258	231653,3	897,9	4370	0,000	37,9
год×среда	6	17,8	3,0	14	0,000	0,0
генотип×год×условие выращивания	516	128,7	0,2	1	0,005	0,0
Ошибка	1044	214,5	0,2			
Всего	2087	611169,3				
Высота розетки, см						
Генотип	86	15175,6	176,5	4278	0,00	54,5
Год	2	602,6	301,3	7304	0,00	2,2
Условие выращивания	3	628,6	209,5	5080	0,00	2,3
генотип×год	172	696,8	4,1	98	0,00	2,5
генотип×условие выращивания	258	8644,3	33,5	812	0,00	31,0
год×среда	6	360,4	60,1	1456	0,00	1,3
генотип×год×условие выращивания	516	1696,8	3,3	80	0,00	6,1
Ошибка	1044	43,1	0,0			0,2
Всего	2087	27848,1				
Диаметр розетки, см						
Генотип	86	8300,3	96,5	2596	0,00	55,9
Год	2	59,0	29,5	794	0,00	0,4
Условие выращивания	3	556,0	185,3	4986	0,00	3,7
генотип×год	172	412,8	2,4	65	0,00	2,8
генотип×условие выращивания	258	3633,2	14,1	379	0,00	24,5
год×среда	6	382,7	63,8	1716	0,00	2,6
генотип×год×условие выращивания	516	1458,4	2,8	76	0,00	9,8

Ошибка	1044	38,8	0,0			0,3
Всего	2087	14841,2				
Длина листа, см						
Генотип	86	3467,0	40,3	952	0,00	51,1
Год	2	262,0	131,0	3094	0,00	3,9
Условие выращивания	3	153,1	51,0	1206	0,00	2,3
генотип×год	172	203,2	1,2	28	0,00	3,0
генотип×условие выращивания	258	2129,5	8,3	195	0,00	31,4
год×среда	6	116,7	19,5	460	0,00	1,7
генотип×год×условие выращивания	516	413,0	0,8	19	0,00	6,1
Ошибка	1044	44,2	0,0			
Всего	2087	6788,7				
Ширина листа, см						
Генотип	86	1669,3	19,4	616	0,00	47,9
Год	2	78,5	39,3	1247	0,00	2,3
Условие выращивания	3	298,6	99,5	3160	0,00	8,6
генотип×год	172	98,4	0,6	18	0,00	2,8
генотип×условие выращивания	258	1057,8	4,1	130	0,00	30,4
год×среда	6	37,6	6,3	199	0,00	1,1
генотип×год×условие выращивания	516	210,0	0,4	13	0,00	6,0
Ошибка	1044	32,9	0,0			
Всего	2087	3483,1				
Длина корнеплода, см						
Генотип	86	6502,87	75,61	2768	0,00	84,2
Год	2	44,41	22,20	813	0,00	0,6
Условие выращивания	3	154,16	51,39	1881	0,00	2,0
генотип×год	172	74,74	0,43	16	0,00	1,0
генотип×условие выращивания	258	739,07	2,86	105	0,00	9,6
год×среда	6	29,08	4,85	177	0,00	0,4
генотип×год×условие выращивания	516	146,38	0,28	10	0,00	1,9
Ошибка	1044	28,52	0,03			0,4
Всего	2087	7719,22				
Диаметр корнеплода, см						
Генотип	86	316,99	3,69	137,1	0,00	61,9
Год	2	2,67	1,34	49,7	0,00	0,5
Условие выращивания	3	29,50	9,83	365,9	0,00	5,8
генотип×год	172	13,41	0,08	2,9	0,00	2,6
генотип×условие выращивания	258	85,96	0,33	12,4	0,00	16,8
год×среда	6	2,61	0,44	16,2	0,00	0,5
генотип×год×условие выращивания	516	33,03	0,06	2,4	0,00	6,4
Ошибка	1044	28,06	0,03			5,5
Всего	2087	512,23				

Масса растения, г						
Генотип	86	163279	1899	20214	0,00	59,4
Год	2	1011	506	5384	0,00	0,4
Условие выращивания	3	10622	3541	37698	0,00	3,9
генотип×год	172	4341	25	269	0,00	1,6
генотип×условие выращивания	258	81671	317	3370	0,00	29,7
год×среда	6	731	122	1298	0,00	0,3
генотип×год×условие выращивания	516	12905	25	266	0,00	4,7
Ошибка	1044	98	0			0,0
Всего	2087	274659				
Масса корнеплода, г						
Генотип	86	36910,1	429,2	8085	0,00	51,6
Год	2	257,0	128,5	2421	0,00	0,4
Условие выращивания	3	3957,6	1319,2	24850	0,00	5,5
генотип×год	172	1395,5	8,1	153	0,00	1,9
генотип×условие выращивания	258	25163,6	97,5	1837	0,00	35,2
год×среда	6	149,6	24,9	470	0,00	0,2
генотип×год×условие выращивания	516	3696,5	7,2	135	0,00	5,2
Ошибка	1044	55,4	0,1			0,1
Всего	2087	71585,4				

Приложение 12

Трехфакторный дисперсионный анализ фенотипических признаков редьки

Фактор	Степени свободы	SS	MS	F _{факт}	p	Вклад фактора, %
Продолжительность вегетативного периода, дни						
Генотип	19	1032,3	54,3	108,7	0,00	33,4
Год	1	1113,0	1113,0	2226,0	0,00	4,3
Срок посева	1	140,6	140,6	281,2	0,00	35,6
генотип×год	19	348,5	18,3	36,7	0,00	3,3
генотип×срок посева	19	100,9	5,3	10,6	0,00	11,3
год×среда	1	225,6	225,6	451,2	0,00	7,0
генотип×год×срок посева	19	91,9	4,8	9,7	0,00	3,1
Ошибка	80	40,0	0,5			
Всего	159	3092,8				
Стеблевание, %						
Генотип	19	50567,1	2661,4	960,50	0,00	27,3
Год	1	92265,6	92265,6	33298,37	0,00	0,0
Срок посева	1	115,3	115,3	41,60	0,00	49,7
генотип×год	19	39018,5	2053,6	741,14	0,00	0,5
генотип×срок посева	19	857,5	45,1	16,29	0,00	21,1
год×среда	1	36,3	36,3	13,10	0,00	0,0
генотип×год×срок посева	19	1026,6	54,0	19,50	0,00	0,5

Ошибка	80	221,7	2,8			
Всего	159	184108,5				
Высота розетки, см						
Генотип	19	1218,7	64,1	1171	0,00	23,6
Год	1	4,4	4,4	80	0,00	0,1
Срок посева	1	2234,9	2234,9	40816	0,00	43,3
генотип×год	19	183,0	9,6	176	0,00	3,5
генотип×срок посева	19	1093,3	57,5	1051	0,00	21,2
год×среда	1	227,5	227,5	4155	0,00	4,4
генотип×год×срок посева	19	199,5	10,5	192	0,00	3,9
Ошибка	80	4,4	0,1			
Всего	159	5165,6				
Диаметр розетки, см						
Генотип	19	1036,4	54,5	1132	0,00	36,0
Год	1	98,7	98,7	2048	0,00	3,4
Срок посева	1	333,3	333,3	6914	0,00	11,6
генотип×год	19	222,2	11,7	243	0,00	7,7
генотип×срок посева	19	1028,4	54,1	1123	0,00	35,7
год×среда	1	13,5	13,5	281	0,00	0,5
генотип×год×срок посева	19	144,1	7,6	157	0,00	5,0
Ошибка	80	3,9	0,0			
Всего	159	2880,5				
Длина листа, см						
Генотип	19	473,50	24,92	306,2	0,00	29,8
Год	1	156,68	156,68	1925,2	0,00	9,9
Срок посева	1	360,81	360,81	4433,5	0,00	22,7
генотип×год	19	79,06	4,16	51,1	0,00	5,0
генотип×срок посева	19	450,16	23,69	291,1	0,00	28,3
год×среда	1	6,35	6,35	78,0	0,00	0,4
генотип×год×срок посева	19	57,17	3,01	37,0	0,00	3,6
Ошибка	80	6,51	0,08			
Всего	159	1590,23				
Ширина листа, см						
Генотип	19	113,55	5,98	104,8	0,00	40,9
Год	1	48,52	48,52	850,7	0,00	17,5
Срок посева	1	1,21	1,21	21,1	0,00	0,4
генотип×год	19	25,37	1,34	23,4	0,00	9,1
генотип×срок посева	19	66,92	3,52	61,7	0,00	24,1
год×среда	1	0,59	0,59	10,3	0,00	0,2
генотип×год×срок посева	19	17,05	0,90	15,7	0,00	6,1
Ошибка	80	4,56	0,06			
Всего	159	277,77				
Длина корнеплода, см						
Генотип	19	3520,65	185,30	2648,4	0,00	64,5
Год	1	841,00	841,00	12020,3	0,00	15,4
Срок посева	1	4,36	4,36	62,4	0,00	0,1
генотип×год	19	270,42	14,23	203,4	0,00	5,0
генотип×срок посева	19	301,52	15,87	226,8	0,00	5,5
год×среда	1	194,53	194,53	2780,5	0,00	3,6
генотип×год×срок посева	19	317,95	16,73	239,2	0,00	5,8

Ошибка	80	5,60	0,07			
Всего	159	5456,03				
Диаметр корнеплода, см						
Генотип	19	107,552	5,661	105,03	0,00	56,4
Год	1	2,435	2,435	45,18	0,00	1,3
Срок посева	1	1,862	1,862	34,55	0,00	1,0
генотип×год	19	28,951	1,524	28,27	0,00	15,2
генотип×срок посева	19	29,552	1,555	28,86	0,00	15,5
год×среда	1	1,710	1,710	31,72	0,00	0,9
генотип×год×срок посева	19	14,229	0,749	13,90	0,00	7,5
Ошибка	80	4,311	0,054			
Всего	159	190,603				
Масса растения, г						
Генотип	19	1974861	103940	12910	0,00	27,0
Год	1	905910	905910	112523	0,00	12,4
Срок посева	1	151195	151195	18780	0,00	2,1
генотип×год	19	831566	43767	5436	0,00	11,4
генотип×срок посева	19	1169603	61558	7646	0,00	16,0
год×среда	1	1864974	1864974	231649	0,00	25,5
генотип×год×срок посева	19	417230	21959	2728	0,00	5,7
Ошибка	80	644	8			
Всего	159	7315984				
Масса корнеплода, г						
Генотип	19	1525682	80299	15571	0,00	37,0
Год	1	300400	300400	58252	0,00	7,3
Срок посева	1	17783	17783	3448	0,00	0,4
генотип×год	19	516024	27159	5267	0,00	12,5
генотип×срок посева	19	660623	34770	6742	0,00	16,0
год×среда	1	780025	780025	151258	0,00	18,9
генотип×год×срок посева	19	326880	17204	3336	0,00	7,9
Ошибка	80	413	5			
Всего	159	4127830				

Приложение 13

Двухфакторный дисперсионный анализ фенотипических признаков редьки

Фактор	Степени свободы	SS	MS	F _{факт}	p	Вклад фактора, %
Продолжительность вегетативного периода, дни						
Генотип	79	69990,2	886,0	1772	0,00	98,7
Год	1	127,5	127,5	255	0,00	0,12
генотип×год	79	721,5	9,1	18	0,00	1,0
Ошибка	160	80,0	0,5			
Всего	319	70919,2				
Стеблевание, %						
Генотип	79	94311,4	1193,81	596,00	0,00	59,2
Год	1	8295,7	8295,68	4141,56	0,00	5,2
генотип×год	79	56507,3	715,28	357,10	0,00	35,4
Ошибка	160	320,5	2,00			

Всего	319	159434,8				
Высота розетки, см						
Генотип	79	2839,8	35,9	383	0,00	45,4
Год	1	927,1	927,1	9879	0,00	14,8
генотип×год	79	2475,5	31,3	334	0,00	39,6
Ошибка	160	15,0	0,1			
Всего	319	6257,5				
Диаметр розетки, см						
Генотип	79	2967,0	37,6	408	0,000	68,8
Год	1	0,3	0,3	3	0,098	-
генотип×год	79	1328,0	16,8	183	0,000	30,8
Ошибка	160	14,7	0,1			
Всего	319	4310,0				
Длина листа, см						
Генотип	79	713,63	9,03	125,3	0,00	51,8
Год	1	342,21	342,21	4745,7	0,00	24,8
генотип×год	79	310,27	3,93	54,5	0,00	22,5
Ошибка	160	11,54	0,07			
Всего	319	1377,65				
Ширина листа, см						
Генотип	79	196,03	2,48	38,1	0,00	44,6
Год	1	91,08	91,08	1399,3	0,00	20,7
генотип×год	79	142,32	1,80	27,7	0,00	32,4
Ошибка	160	10,41	0,07			
Всего	319	439,84				
Длина корнеплода, см						
Генотип	79	10606,29	134,26	1452,0	0,00	78,4
Год	1	1505,98	1505,98	16287,2	0,00	11,1
генотип×год	79	1395,31	17,66	191,0	0,00	10,3
Ошибка	160	14,79	0,09			
Всего	319	13522,38				
Диаметр корнеплода, см						
Генотип	79	299,75	3,79	58,1	0,00	69,3
Год	1	23,53	23,53	360,3	0,00	5,4
генотип×год	79	99,04	1,25	19,2	0,00	22,9
Ошибка	160	10,45	0,07			
Всего	319	432,78				
Масса растения, г						
Генотип	79	3374011	42709	878	0,00	30,1
Год	1	5384152	5384152	110723	0,00	48,0
генотип×год	79	2442422	30917	636	0,00	21,8
Ошибка	160	7780	49			
Всего	319	11208366				
Масса корнеплода, г						
Генотип	79	2120156	26837	2465	0,00	40,1
Год	1	1386261	1386261	127345	0,00	26,2
генотип×год	79	1778991	22519	2069	0,00	33,6
Ошибка	160	1742	11			
Всего	319	5287150				

Приложение 14

Корреляционный анализ фенотипических признаков редиса при каждом условии выращивания (I – весенняя теплица, II – зимняя остекленная теплица, III – открытый грунт, IV – интенсивная светокультура)

№	Признак/признак	Условие выращивания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Стеблевание, %	I		0,46	0,48	0,33	0,40	0,31	-	0,26	0,34	0,28	0,23
1	Стеблевание, %	III		0,36	0,48	0,19	0,32	0,31	-	0,29	0,26	-	0,23
1	Стеблевание, %	IV		-	0,26	-	-	-	0,32	-	-	0,22	-
2	Высота розетки, см	I	0,47		0,87	0,69	0,65	0,67	-	0,61	0,62	0,58	0,67
2	Высота розетки, см	II	-		0,71	0,70	0,60	0,25	-	-	0,57	0,46	0,32
2	Высота розетки, см	III	0,36		0,66	0,57	0,65	0,47	-0,21	0,44	0,49	0,40	0,27
2	Высота розетки, см	IV	-		0,69	0,86	0,83	0,53	-	0,47	0,81	0,51	0,56
3	Диаметр розетки, см	I	0,48	0,87		0,77	0,78	0,72	-	0,67	0,71	0,67	0,70
3	Диаметр розетки, см	II	-	0,71		0,66	0,55	0,32	-	0,24	0,61	0,48	0,35
3	Диаметр розетки, см	III	0,48	0,66		0,58	0,70	0,66	-0,34	0,61	0,49	0,41	0,49
3	Диаметр розетки, см	IV	0,26	0,69		0,76	0,61	0,46	-	0,40	0,71	0,53	0,43
4	Длина листа, см	I	0,33	0,69	0,77		0,80	0,54	-	0,48	0,59	0,55	0,49
4	Длина листа, см	II	-	0,70	0,66		0,82	0,30	0,27	-	0,68	0,62	0,33
4	Длина листа, см	III	0,19	0,57	0,58		0,80	0,37	-	0,29	0,58	0,52	0,36
4	Длина листа, см	IV	-	0,86	0,76		0,86	0,54	-	0,43	0,85	0,63	0,61
5	Ширина листа, см	I	0,40	0,65	0,78	0,80		0,60	-	0,51	0,70	0,65	0,50
5	Ширина листа, см	II	-	0,60	0,55	0,82		0,19	0,40	-	0,65	0,62	-
5	Ширина листа, см	III	0,32	0,65	0,70	0,80		0,52	-	0,45	0,66	0,55	0,44
5	Ширина листа, см	IV	-	0,83	0,61	0,86		0,43	-	0,32	0,82	0,57	0,42
6	Длина корн., см	I	0,31	0,67	0,73	0,54	0,60		-0,52	0,97	0,66	0,62	0,61
6	Длина корн., см	II	-	0,25	0,32	0,30	0,19		-0,39	0,92	0,50	0,45	0,49
6	Длина корн., см	III	0,31	0,47	0,66	0,37	0,52		-0,69	0,98	0,44	0,38	0,47
6	Длина корн., см	IV	-	0,53	0,47	0,54	0,43		-0,61	0,96	0,59	0,51	0,60
7	Диаметр корн., см	I	-	-	-	-	-	-0,52		-0,67	-	-	-0,23
7	Диаметр корн., см	II	-	-	-	0,27	0,40	-0,39		-0,69	0,36	0,44	-0,32
7	Диаметр корн., см	III	-	-0,21	-0,34	-	-	-0,69		-0,80	-	0,20	-0,32

7	Диаметр корн., см	IV	0,32	-	-	-	-	-0,61		-0,76	-	0,24	-0,27
8	Индекс корн.	I	0,26	0,62	0,67	0,48	0,51	0,97	-0,68		0,56	0,51	0,57
8	Индекс корн.	II	-	-	0,24	-	-	0,91	-0,69		0,25	-	0,51
8	Индекс корн.	III	0,29	0,44	0,62	0,29	0,45	0,98	-0,80		0,32	0,25	0,46
8	Индекс корн.	IV	-	0,47	0,40	0,44	0,32	0,96	-0,76		0,43	0,32	0,54
9	Масса растения, г	I	0,34	0,62	0,71	0,59	0,69	0,66	-	0,56		0,97	0,55
9	Масса растения, г	II	-	0,57	0,61	0,68	0,65	0,50	0,36	0,25		0,94	0,35
9	Масса растения, г	III	0,26	0,49	0,49	0,58	0,66	0,44	-	0,32		0,93	0,48
9	Масса растения, г	IV	-	0,81	0,72	0,85	0,82	0,59	-	0,43		0,79	0,57
10	Масса корн., г	I	0,28	0,58	0,67	0,55	0,65	0,62	-	0,51	0,97		0,55
10	Масса корн., г	II	-	0,46	0,48	0,62	0,62	0,45	0,44	-	0,93		0,24
10	Масса корн., г	III	-	0,40	0,41	0,52	0,55	0,38	0,20	0,25	0,93		0,47
10	Масса корн., г	IV	0,22	0,51	0,53	0,63	0,57	0,51	0,24	0,32	0,79		0,50
11	Вегетативный период, дни	I	0,23	0,67	0,70	0,49	0,50	0,61	-0,23	0,57	0,55	0,55	
11	Вегетативный период, дни	II	-	0,32	0,35	0,33	-	0,49	-0,32	0,51	0,35	0,24	
11	Вегетативный период, дни	III	0,23	0,27	0,49	0,38	0,44	0,47	-0,32	0,46	0,48	0,47	
11	Вегетативный период, дни	IV	-	0,56	0,43	0,62	0,42	0,60	-0,27	0,54	0,58	0,50	

Приложение 15

Корреляционный анализ фенотипических признаков редьки при каждом сроке посева (I – весенний посев, II – летний посев)

№	Признак/признак	Срок посева	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Высота розетки, см	I	1,00	0,70	0,67	0,71	0,29	0,34	-	0,39	0,31	-	-
1	Высота розетки, см	II	1,00	0,37	-	0,17	-0,26	-	-0,25	-0,20	-0,18	0,18	-
2	Диаметр розетки, см	I	0,70	1,00	0,55	0,53	0,33	0,32	-	0,42	0,31	-	-
2	Диаметр розетки, см	II	0,37	1,00	0,29	0,40	-0,35	0,49	-0,44	-	-	0,38	-
3	Длина листа, см	I	0,67	0,55	1,00	0,81	0,54	-	0,41	0,37	0,24	0,35	-
3	Длина листа, см	II	-	0,29	1,00	0,66	-	0,31	-	0,35	0,27	0,17	-0,18
4	Ширина листа, см	I	0,71	0,53	0,81	1,00	0,44	-	0,36	0,27	-	0,35	-
4	Ширина листа, см	II	0,17	0,40	0,66	1,00	-	0,39	-	0,35	0,30	0,31	-0,22
5	Длина корн., см	I	0,29	0,33	0,54	0,44	1,00	-	0,85	0,41	0,35	0,50	-
5	Длина корн., см	II	-0,26	-0,35	-	-	1,00	-0,46	0,93	0,60	0,50	-0,52	-
6	Диаметр корн., см	I	0,34	0,32	-	-	-	1,00	-0,61	0,69	0,73	-	-0,24
6	Диаметр корн., см	II	-	0,49	0,31	0,39	-0,46	1,00	-0,69	0,27	0,44	0,57	-0,26
7	Индекс корн.	I	-	-	0,41	0,36	0,85	-0,61	1,00	-	-	0,37	-
7	Индекс корн.	II	-0,25	-0,44	-	-	0,93	-0,69	1,00	0,39	0,20	-0,52	-
8	Масса растения, г	I	0,39	0,42	0,37	0,27	0,41	0,69	-	1,00	0,95	-	-
8	Масса растения, г	II	-0,20	-	0,35	0,35	0,60	0,27	0,39	1,00	0,85	-	-0,19
9	Масса корн., г	I	0,31	0,31	0,24	-	0,35	0,73	-	0,95	1,00	-	-
9	Масса корн., г	II	-0,18	-	0,27	0,30	0,50	0,44	0,20	0,85	1,00	-	-0,20
10	Вегетативный период, дни	I	-	-	0,35	0,35	0,50	-	0,37	-	-	1,00	-
10	Вегетативный период, дни	II	0,18	0,38	0,17	0,31	-0,52	0,57	-0,52	-	-	1,00	-0,37
11	Стеблевание, %	I	-	-	-	-	-	-0,24	-	-	-	-	1,00
11	Стеблевание, %	II	-	-	-0,18	-0,22	-	-0,26	-	-0,19	-0,20	-0,37	1,00

Приложение 16

Авторское свидетельство на сорт редиса Викуся

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

**АВТОРСКОЕ
СВИДЕТЕЛЬСТВО**
№ 77609
Редис
ВИКУСЯ

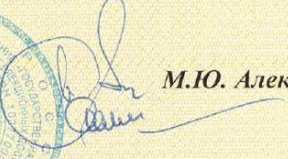
выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 27.10.2020

ПО ЗАЯВКЕ № 8154730 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 06.12.2018

Патентообладатель(и)
ФГБНУ 'ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ
ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н.И.ВАВИЛОВА'

Автор(ы) : **КУРИНА АНАСТАСИЯ БОРИСОВНА**
КОРНОХИН Д.Л., ХМЕЛИНСКАЯ Т.В.

Зарегистрировано в Государственном реестре
охраняемых селекционных достижений

Председатель   М.Ю. Александров