



Утверждаю:

ВРИО директора,

доктор биологических наук, профессор РАН

Е.К. Хлесткина

«06» марта 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР)

Диссертация «Генетическая коллекция льна (*Linum usitatissimum* L.): создание, анализ и перспективы использования» выполнена в отделе генетических ресурсов масличных и прядильных культур Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова». В период подготовки диссертации соискатель Пороховинова Елизавета Александровна работала в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» в отделе генетических ресурсов масличных и прядильных культур младшим, научным и с 2003 г. по настоящее время старшим научным сотрудником. В 1997 г. Е.А. Пороховинова окончила Санкт-Петербургский государственный университет по специальности «Биология», в 2007 г. защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук во Всероссийском научно-исследовательском институте растениеводства им. Н.И. Вавилова, который в 2015 г. преобразован в Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова.

Научный консультант - Брач Нина Борисовна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела генетических ресурсов масличных и прядильных культур Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы. Цель работы – создать генетическую коллекцию льна *L. usitatissimum*, на ее базе изучить наследование морфологических и хозяйственно ценных признаков, разработать основные направления практического использования генетической коллекции льна в генетических и селекционных исследованиях, - была достигнута, поставленные задачи решены.

В ходе диссертационного исследования создана и изучена по морфологическим и хозяйственно ценным признакам генетическая коллекция льна, содержащая 317 линий. В ней представлено практически все известное биологическое разнообразие льна по исследуемым признакам. У 73 линий с помощью генетического анализа изучено наследование 41 гена, контролирующего морфологические признаки.

Идентифицированы 3 системы ЦМС и 7 генов восстановителей фертильности, установлено их взаимодействие с морфологическими признаками. Выявлено разнообразие линий льна по жирнокислотному составу масла семян и его зависимость от условий среды. Определены границы изменчивости полисахаридного состава слизи семян льна и ее реологических свойств. Из 267 линий, различающихся по морфологическим признакам, выявлено 117 невосприимчивых к ржавчине (*Melampsora lini* (Pers.) Lev.).

С использованием непараметрического критерия U Манна-Уитни показаны ассоциации морфологических признаков, генотипа линий с хозяйственно ценными признаками.

Разработаны CAPS маркеры для идентификации аллелей гена *LuFAD3A*. Установлено, что все имеющиеся в коллекции ВИР низкоиноленовые формы несут одинаковую мутацию (замену) в первом экзоне этого гена. Была апробирована тест-система, разработанная для мутации в первом экзоне гена *LuFAD3B* для идентификации мутации во втором экзоне у линии гк-391, 395, 523.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации. Выполнение теоретических и экспериментальных исследований по теме работы, включая анализ известных в литературе данных, планирование и проведение экспериментов, фенотипирование и генотипирование линий, анализ и математическая обработка полученных данных проведены автором лично или при его непосредственном участии в период с 1993 по 2018 гг.

Степень достоверности результатов проведенных исследований, их новизна и практическая значимость. Обоснованность и достоверность полученных результатов, сделанных выводов и рекомендаций, подтверждается значительным объемом экспериментальных данных. Полученные результаты базируются на формально-генетических, молекулярных, селекционно-генетических, биохимических, фитопатологических методах. Обработка данных была проведена актуальными методами статистического анализа.

Новизна проведенных исследований. Созданная генетическая коллекция льна на данный момент является крупнейшей в мире, включает в себя практически все известное разнообразие льна. Впервые в одной коллекции идентифицирован 41 ген, контролирующий морфологические

признаки льна, и предложена схема их взаимодействия, которая на данный момент является наиболее детальной.

Впервые на большой выборке изучен полиморфизм углеводного состава слизи семян и более подробно – полисахаридный и белковый состав слизи и ее реологические свойства на выделившихся линиях. Установлены корреляции этих признаков между собой и с другими хозяйственно ценными характеристиками. Впервые установлено, что у средне- и низколиноленовых линий из-за резкого снижения синтеза линоленовой кислоты непропорционально меняется соотношение всех жирных кислот в масле, что подтверждается факторным и корреляционным анализами. Выявлено достоверное влияние генотипа и места выращивания на содержание пальмитиновой, олеиновой и линоленовой кислот в масле семян льна, а также его йодное число. При эколого-географических испытаниях линий льна показано, что погода в год выращивания может быть более значима, чем географические условия, что не согласуется с данными других авторов.

Впервые показана возможность использования рангового критерия U Манна-Уитни для выявления ассоциации морфологических признаков, генотипа и родословной линий с хозяйственно ценными признаками (продолжительность фаз вегетационного периода, высота растения, углеводный состав слизи семян, устойчивость к ржавчине).

Практическая значимость работы. Создана и изучена по морфологическим и хозяйственно ценным признакам (продолжительность фаз вегетационного периода, высота растения, жирнокислотный состав масла семян, углеводный состав слизи семян, устойчивость к ржавчине) генетическая коллекция льна, включающая 317 инбредных линий. В коллекции представлена большая часть известного в мире биологического разнообразия льна по исследуемым признакам. Из них для селекционных работ рекомендовано 53 линии, выделившиеся по общей высоте, технической длине, быстрому зацветанию, созреванию и скороспелости.

У 73 линий с помощью классического генетического анализа изучен контроль морфологических признаков. 60 линий – гомозигот по нескольким генам морфологических признаков - созданы в результате длительного отбора из гибридов от скрещивания контрастных линий, что является эксклюзивным материалом для молекулярно-генетических исследований.

Для получения гибридов для гетерозисной селекции создана линия гк-204 со стерильным типом цитоплазмы CYT^{s1} , и две линии с тремя генами восстановления фертильности: гк-458 (*RFO8*, *RFO9*), гк-208 (*RFO6*).

Перспективно для селекции использование линий, гомозиготных по гену *sl* (*star 1*), как более высокорослых; *wf1* (*white flower 1*) – скороспелых; *f^e* и *dbl1* (*dilution blue 1*) – высокорослых и скороспелых; *ugp1* (*yellow green plant 1*) – более высокорослых, поздно зацветающие, но быстрее созревающие после цветения. Выявлены линии, хорошо передающие высокорослость и скороспелость гибридам.

Выявлено 117 линий невосприимчивых к ржавчине (*M. lini*). Среди них есть линии,

перспективные для селекции на раннеспелость. Показано, что группы линий: с синим венчиком, или гомозиготные по гену *CSB1*, более других устойчивы к ржавчине. Все линии, в родословной которых присутствует линия гк-132, абсолютно устойчивы к ржавчине. Выделены желтосемянные линии, пищевого назначения, сочетающие в одном генотипе устойчивость к ржавчине, высокорослость, низкое содержание линоленовой кислоты в масле.

Показано, что лен обладает большим разнообразием по биохимическому составу слизи семян. Выявлены желтосемянные линии, перспективные для выпечки с большим содержанием арабиноксиланов. Все линии, рецессивные гомозиготы по гену *sl (star 1)*, имеют достоверно больше арабиноксиланов и глюкозы и могут быть донорами этих признаков. Показано, что легче отделяют слизь мелкосемянные формы. Сорт Оршанский 2 (Беларусь, к-6807) имеет очень высокую галактозидазную активность слизи. Выявлены линии, имеющие большую истинную вязкость слизи семян.

Выявлены линии льна, контрастные по жирнокислотному составу семян, применимые для различных направлений селекции – техническое и пищевое масло, в том числе по комплексу других признаков, таких как желтосемянность, устойчивость к ржавчине, скороспелость.

Для идентификации средне- и низколиноленовых форм, полученных на основе сортов *Linola*, *Euge*, *Walaga*, были разработаны (*LuFAD3A*) или апробированы (*LuFAD3B*) CAPS-маркеры. С использованием этих маркеров отобраны средне- и низколиноленовые гибриды от скрещивания гк-391 x гк-109, формы, гомозиготные по обоим генам и созревающие на 8-10 дней раньше родительской низколиноленовой линии гк-391.

Ценность научных работ соискателя. Одним из главных результатов диссертационной работы Пороховиной Елизаветы Александровны является создание крупнейшей в мире генетической коллекции льна. В ходе исследования установлены генетический контроль и группы сцепления признаков, предложены системы взаимодействия генов в онтогенезе, что в совокупности можно квалифицировать как научное достижение в развитии частной генетики растений. Решена научная проблема получения высокорослых и в тоже время скороспелых сортов прядильного льна, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие льноводства, предложен исходный материал для селекции. Изложены новые научно обоснованные решения использования биохимического состава слизи семян и масла льна, перспективные для медико-фармацевтической и пищевой отрасли хозяйства.

Специальность, которой соответствует диссертация. Диссертация «Генетическая коллекция льна (*Linum usitatissimum* L.): создание, анализ и перспективы использования» Пороховиной Елизаветы Александровны является завершённой научно-исследовательской работой и соответствует специальностям 03.02.07 – генетика (биологические науки) и 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (биологические науки).

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Все основные положения диссертации полностью изложены в 61 научной работе, из которых 18

статей в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ, в том числе 13 в журналах, входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science. Результаты исследования доложены на 22 научных Международных конференциях.

Диссертация «Генетическая коллекция льна (*Linum usitatissimum* L.): создание, анализ и перспективы использования» Пороховиновой Елизаветы Александровны рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора биологических наук по специальностям 03.02.07 – генетика и 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений.

Заключение принято на расширенном заседании отдела генетических ресурсов масличных и прядильных культур Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова».

Присутствовало на заседании 38 человек, из них 12 докторов наук. Результаты голосования: «за» - 38, «против» - 0, «воздержалось» - 0, протокол №1 от «12» февраля 2019 г.

Павлов Андрей Валерьевич,




кандидат сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 – «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений», и. о. заведующего отдела генетических ресурсов масличных и прядильных культур ВИР,
avpavlov@yandex.ru; 8(812)-314-78-36

Гаврилова Вера Алексеевна,



доктор биологических наук по специальности 03.00.15 (по действующей номенклатуре 03.02.07) – «Генетика», руководитель научного проекта, главный научный сотрудник отдела генетических ресурсов масличных и прядильных культур ВИР,
v.gavrilova@vir.nw.ru; 8(812)-314-78-36

Ухатова Юлия Васильевна



кандидат биологических наук по специальности 06.01.05 – «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений», ученый секретарь ВИР,
sci_secretary@vir.nw.ru; 8(812)-571-90-93

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт
генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР).
190121, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42, 44.