

УДК 633.521:632. 931.631.52

**РОЛЬ «КОЛЛЕКЦИИ ФИТОПАТО-
ГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ –
ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ЛЬНА»
В СЕЛЕКЦИИ ЛЬНА НА ГРУППОВУЮ
УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ**

Н.И. Лошакова,
кандидат сельскохозяйственных наук

Л.П. Кудрявцева,
кандидат сельскохозяйственных наук

Л.Н. Павлова,
кандидат сельскохозяйственных наук

Т.А. Рожмина,
доктор биологических наук

ФГБНУ ВНИИЛ
Россия, 172002, Тверская обл., Торжок, Луначарского, 35
Тел.: (48251) 91844, факс: (48251) 54458
E-mail: vniil@mail.ru

Ключевые слова: лен, болезнь, изолят, штамм, биообразец, вирулентность, устойчивость, селекционная линия, коллекционный образец, сорт

Одним из этапов в исследованиях устойчивости селекционного и коллекционного материала, сортов льна к вредным организмам являются работы по формированию, поддержанию и практическому использованию созданной во ВНИИЛ «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна». С использованием коллекционных биообразцов при создании искусственных инфекционных фонов выявлены формы льна-долгунца и льна масличного устойчивые на уровне 85–100 % к фузариозному увяданию и ржавчине; на уровне 60–75 % к антракнозу и пасмо; к трем болезням: фузариозному увяданию, ржавчине, антракнозу или пасмо. Созданы сорта льна-долгунца с групповой устойчивостью (85–100 %) к фузариозному увяданию, ржавчине и среднеустойчивые к антракнозу и пасмо (51–55 %).

The role of “Collection of the phytopathogenic microorganisms – agents of flax diseases” in flax breeding on group resistance to diseases.

Loshakova N.I., candidate of agriculture

Kudryavtseva L.P., candidate of agriculture

Pavlova L.N., candidate of agriculture

Rozhmina T.A., doctor of biology

FGBNU VNIIL

35, Lunacharskogo str., Torzhok, Tver' region, 172002, Russia

Tel.: (48251) 91844, fax: (48251) 54458

vniil@mail.ru

Key words: flax, disease, isolate, strain, biosample, virulence, resistance, breeding line, a sample of collection, variety

One of the stages in researches on resistance of a breeding and collection material of flax varieties to pathogens is formation, maintenance and practical usage of created in VNIIL “Collection of microorganisms – agents of flax diseases”. Using collection biosamples at creation of the artificial inoculated plots there were revealed the forms of fibre and oil flax resistant to a fusarium wilt and rust at level about 85–100 %, to anthracnose and pasmo – at level about 60–75 %, and to three diseases: a fusarium wilt, rust, anthracnose or pasmo. Varieties of fibre flax with group resistance to fusarium wilt, rust (85–100 %), and with middle resistance to anthracnose or pasmo (51–55 %) are developed.

Введение. Одним из важных факторов повышения продуктивности растениеводства является предотвращение потерь урожая от вредителей, болезней и сорняков. По данным ФАО, общие потери от

них в мире оцениваются в 75 млрд долларов в год [1].

Эволюция научных воззрений в защите растений подвела к четкому и бесспорному пониманию роли устойчивых сортов в агроэкоценозах с позиции экологии, экономики и надежности на Земле.

Академик А.А. Жученко [2] отмечает, что вложение средств в селекцию устойчивых сортов в 70 раз эффективнее, чем производство химических средств. Если учесть, что изо льна помимо волокнистой продукции получают масло, которое используется в пищевых и медицинских целях, а в защите растений преобладают химические пестициды, целесообразность использования в борьбе с болезнями устойчивых сортов льна значительно возрастает.

Из многочисленных болезней льна-долгунца наиболее вредоносными являются фузариозы, ржавчина, антракноз и пасмо. Потенциальная вредоносность этих болезней велика. Фузариозное увядание и антракноз при благоприятных условиях способны вызвать частичную или полную гибель посевов льна. Ржавчина, фузариоз по ржавчине, пасмо, антракноз снижают семенную продуктивность, урожай и качество волокнистого сырья.

Распространение и вредоносность таких заболеваний, как антракноз и пасмо в какой-то мере ограничено систематическим протравливанием семян фунгицидами. В борьбе с фузариозом и ржавчиной, в силу биологических особенностей возбудителей, решающее значение в системе защиты принадлежит устойчивым сортам, поскольку химические методы для этих болезней малоэффективны и недостаточно экономичны.

Известно, что наибольшую ценность имеют сорта устойчивые не к одной или местной популяции патогенов, а к комплексу наиболее распространенных и вирулентных штаммов и рас. Поэтому необходима коллекция изолятов и штаммов патогенов возбудителей основных болезней льна различной вирулентности;

ее обогащение, сохранение на должном уровне, комплексное изучение и рациональное использование в селекции культуры.

Материалы и методы. В качестве объекта изучения были использованы сорта, образцы и линии льна культурного *Linum usitatissimum* L., а также коллекционные биообразцы возбудителей фузариоза, ржавчины, антракноза и пасмо льна.

В исследованиях использованы методы лабораторного, вегетационного и полевого опыта. Все работы проводились по методикам, общепринятым в научно-исследовательских учреждениях для фитопатологических, селекционных и иммунологических исследований.

В течение ряда лет во ВНИИЛ проводился сбор пораженных растений из льносеющих регионов РФ, а также из льносеющих зарубежных стран. Изоляцию и культивирование возбудителей фузариоза, полиспороза и антракноза в чистую культуру проводили на суслоагаровой питательной среде, а пасмо – на картофельно-глюкозной с добавлением 2 %-ного агара.

Изучение культурально-морфологических показателей и вирулентности составляет неотъемлемую часть содержания «Коллекции фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней льна». Определение культурально-морфологических свойств возбудителя антракноза и полиспороза проводили на 14-е сутки культивирования, а пасмо и фузариоза – на 21-е и более сутки. Для каждого изолята отмечали следующие признаки: динамику роста на оптимальной среде, окраску и текстуру мицелия, интенсивность спороношения, размер спор и др. Определяли вирулентность выделенных изолятов фузариоза при выращивании льна в условиях вегетационного домика в сосудах Митчерлиха; на светоустановке в посевных ящиках изучали вирулентность ржавчины, а в глиняных вазонах методом инокуляции – вирулентность изолятов антракноза [3].

Фитооценку и отбор устойчивых форм и сортов проводили на инфекционно-провокационных фонах, которые создавали согласно методике ВНИИЛ [4], используя искусственную популяцию патогена различной вирулентности.

Результаты и обсуждение. Во ВНИИ льна накоплен большой потенциал устойчивых к основным грибным болезням сортов и образцов льна-долгунца, масличного льна, которые были созданы в процессе селекции, а также выделены как исходные формы из мирового генофонда коллекции ВНИИ льна.

Важным элементом научного обеспечения селекционных программ на устойчивость льна-долгунца к болезням является «Коллекция микроорганизмов – возбудителей болезней льна», созданная в институте, которая включает изоляты и штаммы возбудителей фузариоза, ржавчины, антракноза, пасмо и полиспороза – более 1000 патообразцов.

Штаммы и изоляты собраны из различных регионов льносеяния России: Псковской, Тверской, Смоленской, Томской, Костромской, Ленинградской и др. областей, а также из льносеющих стран мира: Польши, Голландии, Белоруссии, Украины, Литвы, Чехии, Болгарии, Бельгии, Франции, Голландии, Китая и др.

Внутрипопуляционные структуры возбудителей болезней льна различаются по культурально-морфологическим, патогенным, вирулентным и др. свойствам.

В настоящее время «Коллекция...» насчитывает 470 образцов возбудителей фузариозов 8 видовых принадлежностей: *Fusarium oxysporum* f. *lini*, *F. avenaceum*, *F. herbarum*, *F. culmorum* и др., различающихся по происхождению, вирулентности и морфологическим свойствам. 400 биообразцов *Fusarium* выделены из различных областей РФ, а 70 – из льносеющих стран мира. Наиболее сильновирulentной является популяция из Псковской области (89,0 % сильно- и средневирулентных штаммов). Популяции из Смоленской и Тверской областей

представлены средне- и сильновирулентными штаммами на 43–54 %.

Из зарубежных льносеющих стран наиболее вирулентными оказались популяции из Болгарии, Белоруссии, Голландии и Польши, где наличие средне- и сильновирулентных штаммов составляло от 57 до 100 %. Слабовирулентной реакцией характеризовалась популяция из Китая.

Ржавчина (*Melampsora lini*) в коллекции представлена образцами уредо- и телеитоспор – 78 биообразцов. Образцы уредоспор патогена имеют среднюю и слабую вирулентность.

В «Коллекцию...» ВНИИЛ включены также различные по географическому происхождению (Россия: Тверская, Псковская, Смоленская, Новгородская и др. обл.; Белоруссия, Литва, Китай) и вирулентности (54,0 % сильновирулентные биообразцы) штаммы антракноза – *Colletotrichum lini* (474 ед.). Основную популяцию штаммов патогена в настоящее время на территории России составляют по окраске колоний серые (53,9 %) и серо-черные штаммы (36,6 %), обильно образующие воздушный мицелий и большое количество спор. Коричневые слизистые и ярко-орнажевые штаммы встречаются реже – 0,7 % от общего числа анализируемых изолятов. Больше всего изолятов с ярко-оранжевой окраской колоний отмечено в литовской популяции патогена.

Биообразцы возбудителей пасмо *Septoria linicola* и полиспороза – *Aureobasidium pullulans f. lini* (39 ед.) представлены в основном местной (Тверской) популяцией – 32 единицы.

Изучена структура и вирулентность популяций возбудителей ржавчины, фузариозного увядания и антракноза [5; 6; 7]. Идентифицировано 62 расы возбудителя ржавчины, 16 рас возбудителя фузариозного увядания и 25 рас возбудителя антракноза льна. Составлен ключ для их определения, дополнен набор сортодифференциаторов, проводится контроль за вирулентностью местной популяции патогена.

Более половины биообразцов коллекции характеризуются сильной и средней вирулентностью, имеются и слабовирулентные штаммы, расы, что позволяет создавать любую заданную искусственную популяцию возбудителя. Штаммы различаются между собой по характеру и темпам роста на питательных средах, пигментации и обилию образования мицелия и спор, их размерам.

Разрабатываются условия и способы их хранения и восстановления утраченных патогенных и вирулентных качеств.

В задачи и функции «Коллекции...» входят: пополнение коллекции отстабилизированными видами и штаммами фитопатогенных микроорганизмов; учет движения коллекционных образцов внутри института и при рассылке заказчикам; поддержание в жизнеспособном и биологически чистом состоянии всех биообразцов взятых на учет; совершенствование методов выделения, идентификации, размножения и долговременного хранения фитопатогенных микроорганизмов.

Коллекции, наряду с функциями сохранения генофонда, выполняют организационные функции научного и практического рационального использования биоматериала. Они представляют базу для обеспечения проведения фундаментальных и приоритетных исследований микологии, иммунологии, генетики, биотехнологии и др., не только внутри института, но и других научно-исследовательских институтов различных ведомств, а также сельскохозяйственных учреждений, работающих в области селекции.

Биообразцы «Коллекции...» используются для создания искусственных инфекционных фонов при выведении и изучении устойчивости льна к возбудителям болезней в селекционном процессе, поиске устойчивых к болезням исходных форм из Национальной коллекции Русского льна, а также в процессе Государственного сортоиспытания.

Для формирования надежных и стабильных инфекционных фонов составля-

ются синтетические популяции патогенов из штаммов различной вирулентности и географического происхождения.

Использование в селекционной практике разработанных во ВНИИЛ биологически обоснованных, высокоэффективных методик создания инфекционно-провокационных фонов, специализированных к одному или нескольким патогенам, обеспечивает эффективную оценку селекционного материала на устойчивость к болезням, на основании которой проводится отбор здоровых растений и линий, а также выявляются высокоустойчивые коллекционные образцы – исходный материал для селекции на иммунитет к комплексу болезней.

Селекционная работа на устойчивость к наиболее вредоносным болезням льна-долгунца (фузариоз и ржавчина) во ВНИИЛ проводится по непрерывной программе с использованием специализированных искусственных инфекционно-провокационных фонов при постоянном контроле вирулентности популяций патогенов.

Стабильная оценка и жесткий отбор гибридного материала по устойчивости к ржавчине и фузариозному увяданию с использованием искусственных популяций патогена, начиная с ранних этапов селекции, обеспечили высокую эффективность селекционной работы на устойчивость к данным заболеваниям.

Многолетняя целенаправленная работа селекционеров и фитопатологов института позволила методами гибридизации и отбора получить и внедрить в производство сорта льна-долгунца ранне-, средне- и относительно устойчивые к фузариозу и ржавчине, а в настоящее время – устойчивые и высокоустойчивые к двум болезням. Внедрение этих сортов способствовало решению проблемы борьбы с ржавчиной в посевах льна-долгунца, которая в настоящее время находится в депрессивном состоянии, а также сокращению распространения фузариозного увядания.

Из 16 сортов льна-долгунца селекции ВНИИЛ, включенных в Госреестр селекционных достижений, групповой устойчивостью к фузариозу и ржавчине характеризуются 14, из них высокоустойчивыми (на уровне 90–100 %) являются А-93, Ленок, Росинка, Александрит и др. Создан сорт льна масличного ЛМ 98 пищевого назначения, который характеризуется групповой устойчивостью к ржавчине и фузариозному увяданию. В настоящее время практически весь селекционный материал на заключительных этапах селекционного процесса характеризуется групповой устойчивостью к двум болезням.

Из коллекции ВНИИ льна выделены и могут использоваться в качестве исходного материала в селекции на устойчивость к болезням коллекционные образцы льна-долгунца, льна масличного, устойчивые к фузариозу и ржавчине.

Однако многие сорта льна-долгунца, находящиеся в производстве, в том числе сорта института с групповой устойчивостью к фузариозному увяданию и ржавчине, восприимчивы к антракнозу и пасмо, которые в последние годы широко распространены в посевах льна. Их устойчивость не превышает 45 %.

Во ВНИИЛ проводится работа по повышению устойчивости селекционного материала к антракнозу и пасмо. Разработаны и применяются для оценки исходного и селекционного материала по устойчивости к этим болезням отдельные и совмещенные (антракноз + пасмо, ржавчина + пасмо) инфекционно-провокационные фоны [8; 9]. Селекционный материал, начиная с третьего этапа селекции, наряду с другими болезнями, оценивается на устойчивость к антракнозу и пасмо. Среди коллекционных образцов выявлены генотипы льна с высокой (90–100 %) устойчивостью к фузариозному увяданию и ржавчине и относительной (60–75 %) устойчивостью к антракнозу и пасмо.

С использованием метода гибридизации с последующим индивидуальным от-

бором на инфекционном фоне получены линии с устойчивостью к антракнозу на уровне 75–80 %. Некоторые линии характеризуются групповой устойчивостью к трем (фузариоз, ржавчина, антракноз) или к четырем болезням (фузариоз, ржавчина, антракноз и пасмо).

Проводятся исследования по выявлению сортов, селекционных линий, коллекционных образцов льна с горизонтальной устойчивостью к пасмо. Среди селекционного и коллекционного материала отобраны образцы, характеризующиеся высокой горизонтальной устойчивостью к данному патогену.

Источники льна-долгунца с групповой устойчивостью к болезням могут использоваться в практической селекции при создании новых высокопродуктивных сортов льна с заданными параметрами.

Результатом работы на групповую устойчивость к болезням явилось создание в институте льна и включение в Госреестр РФ на 2012 г. нового высокопродуктивного сорта Дипломат, устойчивого к трем болезням: ржавчине, фузариозному увяданию и антракнозу [10]. В настоящее время на Государственном сортоиспытании находятся четыре высокопродуктивных сорта льна-долгунца селекции ВНИИЛ, характеризующиеся комплексной устойчивостью к болезням: ржавчине, фузариозному увяданию, антракнозу – Тонус; ржавчине, фузариозному увяданию, пасмо – Парус и Цезарь; ржавчине и фузариозному увяданию – Сурский.

Однако создание устойчивых и высокоустойчивых к комплексу болезней сортов льна-долгунца, внедрение их в производство и расширение под ними посевных площадей может изменить вирулентность популяций патогенов, вызвать появление и накопление в них новых агрессивных рас, штаммов и биотипов, потерю устойчивости сортов к этим болезням, что приведет к ухудшению фитосанитарной ситуации в посевах. Важным шагом в решении обозначенной проблемы является создание на основе использования разработанной нами селекционно-генетической технологии сортов льна-долгунца, обладающих различными

R-генами устойчивости к фузариозному увяданию – Парус, Сурский, Цезарь (*Fu 6*, *Fu 8* и *Fu 5* соответственно), что позволит предотвратить возможность эпифитотийного его развития [11].

В связи с этим селекционная работа на иммунитет к болезням должна носить постоянный, целенаправленный характер, иметь четкое представление об эволюции патогенов, контролировать вирулентность популяций и их расовый состав.

Заключение. Практическое использование «Коллекции фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней льна» для создания инфекционных фонов в селекции на иммунитет позволяет повысить эффективность фитооценки селекционного материала и создать сорта, устойчивые к комплексу болезней.

Для создания новых высокопродуктивных сортов, обладающих устойчивостью к комплексу болезней, ВНИИЛ располагает методическим и биологическим материалом для создания инфекционных фонов, большим количеством генотипов культуры с комплексной устойчивостью к наиболее вредоносным и распространенным заболеваниям, которые можно использовать в качестве исходного материала при создании новых сортов.

Выведение и внедрение в производство сортов льна-долгунца с групповой устойчивостью к болезням позволит решить проблему борьбы с ними, сократит необходимость применения химических средств защиты, и будет способствовать получению экологически чистой льнопродукции.

Список литературы

1. Дементей Н.И. Важное звено интенсивных технологий // Защита растений. – 1988. – № 2.
2. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений. – М., 2001. – Т.1.
3. Лошакова Н.И., Крылова Т.В., Кудрявцева Л.П. Методические рекомендации по созданию, поддержанию, хранению и практическому использованию «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна». – Торжок, 2006. – 12 с.
4. Лошакова Н.И., Крылова Т.В., Кудрявцева Л.П. Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням. – Торжок, 2006. – 51 с.

5. Крылова Т.В. Вирулентность местной популяции возбудителя ржавчины льна-долгунца // Сб. научных трудов ВНИИЛ. – Торжок, 1994. – Вып. 28–29. – С. 47–56.

6. Лошакова Н.И. Идентификация рас возбудителя фузариоза льна и определение их вирулентности для целей селекции // Сб. научных трудов ВНИИЛ. – Торжок, 2002. – Вып. 30. – С. 44–47.

7. Кудрявцева Л.П. Внутривидовая дифференциация возбудителя антракноза льна // Микология и фитопатология. – 1998. – Т. 32. – Вып. 6. – С. 62–64.

8. Крылова, Т.В., Александрова Т.А. Методы создания сортов льна-долгунца с групповой устойчивостью к заболеванию // Международный Аграрный журнал. – Минск, 1999. – № 11. – С. 17–19.

9. Кудрявцева, Л.П. К методике оценки и отбора на групповую устойчивость к пасмо и антракнозу // Сб. научных трудов ВНИИЛ. – Торжок, 2002. – Вып. 30. – С. 62–66.

10. Павлова Л.Н., Александрова Т.А. [и др.]. Новые сорта льна-долгунца – производству // Научные разработки селекцентра – льноводству. – Тверь, 2013. – С. 7–9.

11. Рожмина Т.А., Лошакова Н.И. Новая технология создания сортов льна-долгунца, устойчивых к фузариозному увяданию // Научные разработки Селекцентра – льноводству. – Тверь, 2013. – С. 43–44.

References

1. Dementei N.I. Vazhnoe zveno intensivnykh tekhnologii // Zashchita rastenii. – 1988. – № 2.

2. Zhuchenko A.A. Adaptivnaya sistema seleksii rastenii. – M., 2001. – T.1.

3. Loshakova N.I., Krylova T.V., Kudryavtseva L.P. Metodicheskie rekomendatsii po sozdaniyu, podderzhaniyu, khraneniyu i prakticheskomu ispol'zovaniyu «Kolleksii mikroorganizmov – vozбудitelei boleznei l'na». – Torzhok, 2006. – 12 s.

4. Loshakova N.I., Krylova, T.V., Kudryavtseva, L.P. Metodicheskie ukazaniya po fitopatologicheskoi otsenke ustoichivosti l'na-dolguntsa k boleznyam. – Torzhok, 2006. – 51 s.

5. Krylova T.V. Virulentnost' mestnoi populyatsii vozбудitelya rzhavchiny l'na-dolguntsa // Sb. nauchnykh trudov VNIIL. – Torzhok, 1994. – Vyp. 28–29. – S. 47–56.

6. Loshakova N.I. Identifikatsiya ras vozбудitelya fuzarioza l'na i opredelenie ikh virulentnosti dlya tselei seleksii // Sb. nauchnykh trudov VNIIL. – Torzhok, 2002. – Vyp. 30. – S. 44–47.

7. Kudryavtseva L.P. Vnutrividovaya differentsiatsiya vozбудitelya antraknoza l'na // Mikologiya i fitopatologiya. – 1998. – Т. 32. – Vyp. 6. – S. 62–64.

8. Krylova, T.V., Aleksandrova T.A. Metody sozdaniya sortov l'na-dolguntsa s gruppovoi

ustoichivost'yu k zabolevaniyu // Mezhdunarodnyi Agrarnyi zhurnal. – Minsk, 1999. – № 11. – S. 17–19.

9. Kudryavtseva, L.P. K metodike otsenki i otbora na gruppovuyu ustoichivost' k pasmo i antraknozu // Sb. nauchnykh trudov VNIIL. – Torzhok, 2002. – Vyp. 30. – S. 62–66.

10. Pavlova L.N., Aleksandrova T.A. [i dr.]. Novye sorta l'na-dolguntsa – proizvodstvu // Nauchnye razrabotki selektsentra – l'novodstvu. – Tver', 2013. – S. 7–9.

11. Rozhmina T.A., Loshakova N.I. Novaya tekhnologiya sozdaniya sortov l'na-dolguntsa, ustoichivykh k fuzarioznomu uvядaniyu // Nauchnye razrabotki Seleksentra – l'novodstvu. – Tver', 2013. – S. 43–44.