

УДК 633.521: 631.527: 632.43

СИСТЕМА ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИХ ОЦЕНОК-ОТБОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЛЬНА К АНТРАКНОЗУ И ПАСМО

Л.П. Кудрявцева, Всероссийский НИИ льна

В льноводстве необходима эффективная и рациональная защита культурных растений от патологии (антракноз и пасмо). Выведение устойчивых к болезням сортов льна — одно из наиболее перспективных направлений в системе защитных мероприятий. Для успешного решения вопросов, связанных с селекцией устойчивого к болезням льна-долгунца, необходимо использовать эффективные методы диагностики устойчивости. Наиболее достоверный из них — оценка сортообразцов в полевых условиях на инфекционных фонах.

Во ВНИИЛ разработаны методы создания инфекционных фонов на устойчивость к антракнозу и пасмо, как разделенные к каждому патогену, так и совмещенные к двум патогенам (антракноз + пасмо), основываясь на биологических особенностях патогенов, на совместимости проявления их симптомов, на отсутствии антагонизма между ними.

Анализ исходного материала на устойчивость к антракнозу и пасмо льна свидетельствует об очень бедном генофонде надежных источников и доноров устойчивости к этим болезням, поэтому формирование коллекции генетически разнообразного устойчивого материала льна составляет одну из задач современной селекции.

Эффективность фитопатологической оценки и успех селекционной работы на устойчивость льна к антракнозу и пасмо во многом зависит от структуры, вирулентности и стабильности популяций патогенов. Во ВНИИЛ создана коллекция микроорганизмов — возбудителей болезней льна, в т.ч. к антракнозу и пасмо. В настоящее время коллекция насчитывает более 336 единиц возбудителя антракноза и 20 единиц — пасмо, различающихся по культурально-морфологическим свойствам, географическому происхождению и вирулентности. Более половины штаммов патогенов характеризуются сильной и средней вирулентностью, имеются и слабовирулентные штаммы, что позволяет создавать любую искусственную популяцию патогена.

Исследования по поиску образцов, форм льна велись в нескольких направлениях. Первое из них — поиск устойчивых образцов льна среди коллекционного и селекционного материала. Ежегодно на раздельных к одному возбудителю и на совмещенном инфекционно-провокационном фоне на антракноз и пасмо оценивали в общей сложности 1500—2000 селекционных и коллекционных образцов льна различного происхождения (Румыния, Нидерланды, США, Канада, Индия и др.).

Как показали наши исследования, коллекционные образцы ВНИИЛ и ВИР имеют в целом низкую устойчивость к антракнозу и пасмо. Из общего объема материала, прошедшего оценку, частота встречаемости среднеустойчивых образцов льна составила 21,3%, устойчивых — не более 6%. Образцов с абсолютной устойчивостью к данным болезням не выявлено.

Закономерности в выделении устойчивых образцов в зависимости от географического происхождения не отмечено. Сильной восприимчивостью характеризовались преимущественно образцы межуточного типа различного географического происхождения (Индия, США, Германия, Нидерланды и др.).

Иммунологический анализ коллекции льна позволил выявить генотипы с уровнем устойчивости к антракнозу на уровне 60—75% и выше: Lin 1169, Lin 936, Lin 1017, K-7441 Ve-150; к пасмо: TMP-7912, Evilin, Marina, Linda, TMP-1153 Regina, Wiko, K-6217 и др.; с групповой устойчивостью к

антракнозу и пасмо — TMP 1152 и др. Они представляют интерес для использования в качестве исходного материала для селекции.

Селекционные номера из питомника третьего года и последующих этапов селекционного процесса оцениваются на совмещенном инфекционно-провокационном фоне по устойчивости к пасмо и антракнозу. В результате оценки в питомнике третьего года селекции, контрольном питомнике и сортоиспытании имеются селекционные номера с относительной устойчивостью (70—75%) к пасмо и антракнозу. В питомнике третьего года селекции выявлены селекционные номера с групповой устойчивостью к четырем болезням (фузариозное увядание, ржавчина, пасмо и антракноз). Генетические системы, ответственные за проявление признака невосприимчивости к указанным болезням, у подавляющей части изучаемого материала неизвестны.

Резистентность к пасмо и антракнозу контролируется количественными признаками и является нестабильным показателем, варьирующим в зависимости от погодных условий. Это объясняется, очевидно, тем, что природные популяции этих патогенов гетерогенны по иммунологическим признакам и обладают неоднородностью состава возбудителей на фоне стрессовых факторов среды. Так, минимальное количество устойчивых образцов к пасмо было выявлено в годы с благоприятными для развития патогена метеоусловиями (теплая, влажная погода). Анализ динамики поражения пасмо свидетельствует о том, что патологический процесс на устойчивых и восприимчивых образцах протекает неодинаково. Восприимчивые генотипы равномерно накапливают инфекцию в течение вегетационного периода, в то время как на устойчивых образцах (сортах) происходит замедление процесса.

В течение ряда лет (1996, 1998—2001, 2003) мы проводили учеты динамики развития пасмо на районированных сортах и селекционном материале. Развитие болезни определяли по балловой шкале в полевых условиях в разные фазы развития льна на инфекционном фоне.

В фазе всходов пасмо отмечалось на единичных растениях, поэтому первый учет мы проводили начиная с фазы цветения при появлении первых симптомов пасмо на листьях и стеблях, последующие учеты — через 5—10 дней в зависимости от скорости распространения септориоза. По динамике развития болезни сорта условно были разделены на 3 группы: с низкой, умеренной и высокой скоростью развития болезни. Наибольший интерес для практической селекции представляют сорта с низкой и умеренной скоростью развития болезни — Лазурный, Могилевский, Торжокский-4, Томский-18, А-49, Могилевский-2 и особенно сорта Белинка и Союз, которые в 2003 г. показали относительную устойчивость. Из образцов селекции ВНИИЛ, находящихся на последних этапах селекционного процесса, представляют интерес в качестве относительно устойчивых и с низкой интенсивностью развития инфекционного процесса на растениях линии М-№1, П-№2, П-№1, М-№2, А-№1. Поэтому динамика развития инфекции в течение вегетационного периода является важным фактором при оценке и отборе сортов на устойчивость в условиях высокого развития болезни. Чем выше разнообразие генов, используемых в селекционных программах, тем медленнее приспособление патогенов и длиннее срок полезной жизни сорта. С этой точки зрения образцы «дикого типа» представляют интерес как носители уникальных генетических систем.

В результате изучения 14 образцов диких видов высокую устойчивость к пасмо показали *Linum austriacum* К-6036, *L. eusinum* 097662, устойчивостью на уровне 66,7—75,0% характеризовались образцы *L. austriacum* К-5863, *L. austriacum* К-5666, *L. austriacum* К-5659, *L. mesosyllum* 099506, *L. grandiflorum* К-5655. Однако все образцы диких видов имели низкий уровень устойчивости к антракнозу.

Изучение возможности повышения устойчивости к антракнозу методом отбора проводили в основном на районированных сортах льна-долгунца (К-6, Торжокский 4, Белинка, Славный 82, Новоторжский, Сальдо и др., характеризующихся восприимчивой реакцией к антракнозу), на различающихся по силе инфекционных фонах, которые создавали путем внесения в почву слабовирулентного, сильновирулентного, средневирулентного и смеси 25 и 30 штаммов патогена.

В результате 3-кратного отбора на инфекционных фонах получены единичные высокоустойчивые к антракнозу формы (семьи, линии) льна-долгунца. В течение трех лет отбирали формы льна-долгунца, которые слабее (по сравнению с исходным сортом) поражались антракнозом на двух или трех инфекционных фонах. Таких форм в 1987 г. получено 45 из 269 (16,7%), в 1988 г. — 49 из 220 (16,7%), в 1989 г. — 71 из 412 (17,2%). Доля устойчивых форм увеличивалась с уменьшением силы инфекционного фона. Так, при испытании линий сорта Белинка на сильном (сильновирулентного штамма) инфекционном фоне (внесение инфекции в почву) доля устойчивых линий составила 27,8%, а на слабом инфекционном фоне (слабовирулентный штамм) — 76,9%. У сортов Сальдо, Союз, Томский 9, С-108 3-кратный отбор не дал положительных результатов: выделенные формы поражались на уровне исходных. Эффективность отбора у данных сортов низкая — от 1,1 до 8,1%. (табл.1).

Таблица 1. Эффективность отбора сортов льна-долгунца, устойчивых к антракнозу на инфекционном фоне (1986—1989 гг.)

| Сорт | Исходные формы | | 3-кратный отбор | | |
|--------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-------------------------|
| | Количество растений | | Количество растений | | Эффективность отбора, % |
| | Всего | в т.ч. здоровых | Всего | в т.ч. здоровых | |
| Оршанский 2 | 136 | 2 | 116 | 3 | 2,5 |
| Союз | 136 | 1 | 277 | 4 | 1,4 |
| Томский 9 | 134 | 1 | 93 | 1 | 1,1 |
| С-108 | 129 | 1 | 100 | 2 | 2,0 |
| Украинский 2 | 140 | 5 | 179 | 18 | 10,0 |
| Новоторжский | 133 | 3 | 464 | 27 | 5,8 |
| Тверца | 127 | 1 | 223 | 18 | 8,1 |
| Сальдо | 131 | 1 | 165 | 3 | 1,8 |

Наибольший эффект в результате 3-кратного индивидуального отбора выявлен у сортов Славный 82, К-6, Торжокский 4.

Наиболее устойчивые семьи (линии) из сортов К-6, Славный 82, Торжокский 4 оценены по хозяйственно полезным свойствам в луночном посеве в сравнении с исходными сортами. Замечено, что чем более выражен признак устойчивости к антракнозу, тем в большей степени это отрицательно сказывалось на хозяйственно полезных признаках (табл. 2).

Чтобы выяснить, в условиях какого инфекционного фона отбор дает лучшие результаты, мы отбирали и испытывали растения и линии (семьи) на двух фонах — инокуляция всходов суспензией спор и внесение инфекции в почву.

Таблица 2. Влияние трехкратного отбора на хозяйственно полезные признаки линий льна-долгунца (луночный питомник, 1990 г.)

| Сорт, линия | Устойчивость, % | Высота растений, см | Число коробочек | Содержание волокна, % |
|--------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------------|
| К-6 | | | | |
| Исходный | 43,9 | 105 | 4,4 | 26,9 |
| Линия С-4 | 90,0 | 79 | 3,0 | 20,5 |
| Линия 158-9 | 78,3 | 83 | 4,0 | 24,1 |
| Славный 82 | | | | |
| Исходный | 31,1 | 100 | 3,1 | 26,2 |
| Линия 10 | 74,3 | 92 | 2,6 | 23,3 |
| Линия 329 | 64,3 | 95 | 2,8 | 25,9 |
| Торжокский 4 | | | | |
| Исходный | 46,8 | 110 | 5,9 | 32,4 |
| Линия 82-6 | 78,6 | 80 | 3,8 | 25,2 |
| Линия 4-4 | 64,9 | 88 | 4,0 | 27,9 |

Устойчивые растения и семьи к антракнозу выделены в тех и других условиях. Количество устойчивых семей однократного индивидуального отбора составило 6,4% при отборе на инфекционном фоне «инокуляция» и 7,5% — при отборе на инфекционном фоне «внесение инфекции в почву». Устойчивые растения и линии выделены и в тех и других условиях в результате 2- и 3-кратного отборов.

Испытание на сильных инфекционных фонах дает близкую оценку семей по устойчивости к антракнозу. Так, при испытании одних и тех же семей сорта Белинка на инфекционном фоне, созданном методом «инокуляция» и «внесение инфекции в почву», 54% здоровых растений в семье отмечено при использовании метода «инокуляция» и 60% — «внесение инфекции в почву».

Следовательно, устойчивость льна-долгунца к антракнозу можно повысить путем многократного (не менее трех лет) отбора устойчивых форм на искусственном инфекционном фоне. Эффективность отбора зависит от сортовых особенностей, а его проведение возможно при двух методах создания инфекционного фона.

Эффективность отбора повышается на сильных инфекционных фонах. Отбирать следует здоровые или растения со следами единичных антракнозных пятен размером до 1 м. Чем более выражен признак устойчивости у линий, тем отрицательнее он влияет на хозяйственно полезные признаки. Это обстоятельство снижает возможность более эффективного использования этих линий в практической селекции, и, как правило, эти формы не доходили до конкурсного сортоиспытания. Чтобы вести эффективную селекционную работу на устойчивость к болезням, необходимы высокоэффективные источники устойчивости, причем понятие эффективность включает в себя не только высокую устойчивость и способность передавать это свойство по наследству, но и высокие агрономические показатели. При отсутствии последних увеличиваются сроки создания сорта, снижается достигнутый уровень продуктивности, при этом возникает необходимость использовать беккроссы и другие сложные скрещивания для снижения отрицательного влияния используемых источников. Поэтому тем большую ценность представляют для селекции устойчивые сорта, имеющие показатели на уровне или незначительно уступающие адаптированным к местным сортам стандартам.

За период с 1990 по 2007 г. среди селекционного и коллекционного материалов выделено более 60 устойчивых (65—85 %) форм льна-долгунца к антракнозу и пасмо, а также к их комплексу. Они переданы в лабораторию селекции и в Национальную коллекцию Русского льна. Эти формы могут использоваться как исходный материал при селекции на данный признак. 

СИСТЕМА ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИХ ОЦЕНОК-ОТБОРОВ В СЕЛЕКЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К АНТРАКНОЗУ И ПАСМО ЛЬНА
SYSTEMS ON PHYTOPATHOLOGY ANALYSIS OF BREEDING ON ANTRACNOSE AND SEPTORIOSE RESISTENT LINES OF FLAX

Л. П. Кудрявцева, Всероссийский НИИ льна

Резюме:

В 1990 - 2007 гг. было выделено более 60 устойчивых к антракнозу и пасмо форм льна. Они могут использоваться как исходный материал при селекции на данный признак. Оценка и создание устойчивого к болезням исходного материала льна проведены методом гибридизации с последующим индивидуальным отбором на инфекционных фонах.

Summary:

In the 1990-2007 some samples of 60 antracnose and septoriose resistant lines of flax. The lines will be included into the breeding process and reproduced to develop disease resistance varieties.
Analysis ent breeding disease resistance lines of flax have been develop by the metod of individual selection.

Ключевые слова: оценка, селекция, антракноз, пасмо (септориоз), устойчивость, лен.

Key words: analysis, breeding, antracnose, septoriose, resistance, flax.