



## ОСОБЕННОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКА УСТОЙЧИВОСТИ ЛЬНА К АНТРАКНОЗУ

Л.П. Кудрявцева (фото)

к.с.-х.н., с.н.с., в.н.с. лаборатории иммунитета отдела селекции

Т.А. Рожмина

д.б.н., с.н.с., директор

Н.С. Соколова

с.н.с. лаборатории иммунитета отдела селекции

ФГБНУ «ВНИИ льна», Тверская область, г. Торжок

*Лен, селекционная линия, антракноз, устойчивость, гибридизация, наследование, эффективные гены*

*Selection line, anthracnose, resistance, hybridization, inheritance, effective genes*

Селекция растений на устойчивость к болезням является частью общей селекции и направлена на создание растений, устойчивых к биотическим факторам среды.

Лен поражается несколькими особенно вредоносными болезнями, к числу которых, кроме фузариозного увядания и ржавчины, относятся и антракноз.

Антракноз проявляется ежегодно и, по данным Л.Л. Адушкевич [1], отмечается на 48,9 % обследованных площадей с поражением 5-65 % растений и развитием болезни от 1 до 19 %. Почти все сорта льна-долгунца, в том числе устойчивые к ржавчине и фузариозному увяданию, находящиеся в производстве, восприимчивы к данному патогену.

Антракноз существенно снижает урожай льнопродукции и ее качество. Потери урожая льна от антракноза соответствуют проценту гибели растений от болезни и в благоприятные для развития патогена годы могут достигать 30-40 % [2,3].

Успех селекции льна-долгунца на иммунитет к возбудителю антракноза во многом зависит от правильно подобранного исходного материала. Однако дефицит эффективных генов устойчивости сдерживает интенсивную селекционную работу на антракнозостойчивость. Эффективность селекционного процесса может быть существенно повышена тщательным изучением исходного материала с целенаправленным подбором родительских форм, получением информации о генетическом контроле признаков, определяющих устойчивость к болезни и выделением доноров устойчивости к антракнозу льна.

Большинство исследователей, занимавшихся вопросами наследования признаков устойчивости льна к антракнозу, отмечают в основном их промежуточный тип наследования [4]. По данным Рогаша А. Р. и Карпунина Б. Ф. [5], установлено, что генетический контроль устойчивости к антракнозу осуществляется аддитивными генами с рецессивным проявлением и с неодинаковым по силе действием.

Селекция льна на устойчивость к болезням находится в прямой зависимости как от ценности родительских форм, так и от местонахождения в схеме скрещивания, последовательности их включения в гибридизацию [4, 6, 7].

### Материал и методы

Все виды генетического анализа предполагают проведение программы скрещиваний, изучение реакции на заражение патогеном и статистическую обработку результатов опыта.

По диаллельной и полудиаллельной схеме проведены скрещивания между образцами, различающимися по устойчивости к антракнозу. В основу выбора родительских форм положены различия по признаку продуктивности и устойчивости к болезни. Родительскими формами служили районированные сорта (А-93, Ленок, Алексим), характеризующиеся восприимчивой реакцией, но высокими хозяйственно-ценными показателями и обладающие групповой устойчивостью к ржавчине и фузариозному увяданию. Линии: Эр 130-3 (к-6543), С-255 (к-6542), Эр 138 (к-6531) характеризовались относительной устойчивостью к антракнозу. Критерий Фишера достоверен на 5% уровне значимости, что свидетельствует о существенных различиях между родительскими формами по признаку устойчивости льна к антракнозу.

Для выявления закономерностей наследования слагаемых устойчивости к антракнозу использовали показатель доминирования, анализируя гибриды первого поколения от скрещивания устойчивых образцов (линий) с восприимчивыми сортами. В первом поколении гибридов  $F_1$  определяли направление и степень доминирования признака по формуле:  $h_p = (F_1 - X_p) : (H_p - X_p)$ , где  $h_p$  – степень доминантности;

$F_1$  – 100 минус количество пораженных растений  $F_1$ , %;

$X_p$  – 100 минус среднее количество пораженных растений родителей, %;

$H_p$  – 100 минус количество пораженных растений наиболее устойчивого родителя, %.

Если степень доминантности ( $h_p$ ) превышала 1, то наблюдалось сверхдоминирование; при равной 1 – доминирование; при 0 – доминирование отсутствовало (промежуточное наследование); при меньше 1 – имела место депрессия (рецессивность) признака [7].

### Результаты исследований

Условия внешней среды (погодные условия, выравненность фона, штаммовый состав патогена) оказывают существенное влияние на фенотипическое проявление признака устойчивости льна-долгунца к антракнозу. Степень устойчивости родительских форм по годам колебалась незначительно и в среднем составила по восприимчивым сортам (Ленок, А-93, Алексим) от 30,5 до 38,5 %; у относительно устойчивых к антракнозу сортов льна варьирование данного признака составило 71,9 ...81,3 % (Эр 130-3, С-255, Эр 138.).

В зависимости от компонентов скрещиваний и условий внешней среды выявлен различный тип наследования признака устойчивости к антракнозу: от сверхдоминирования до депрессии (табл. 1).

Анализ гибридов первого поколения от скрещивания устойчивых к антракнозу селекционных линий Эр130-3 и С-255 с восприимчивыми сортами Алексим и А-93 указывает на доминантный характер наследования признака ( $h_p = 0,7-0,9$ ). У гибридов  $F_1$  от скрещиваний линии Эр 138 с данными восприимчивыми сортами выявлен промежуточный характер наследования признака. В гибридных популяциях  $F_2$  с участием селекционных линий Эр 130-3, С-255 и Эр 138 процент отно-

Таблица 1 – Характер наследования у гибридов  $F_1$  признака устойчивости льна к антракнозу

Гибридная комбинация	Степень устойчивости к болезни, %	Степень доминантности ( $h_p$ )
Эр 130-3 x А-93	75,0	0,9
Эр 130-3 x Ленок	50,0	0,2
Эр 130-3 x Алексим	65,7	0,7
С-255 x Алексим	50,0	0,8
С-255 x А-93	75,0	0,8
С-255 x Ленок	52,5	0,4
Эр 138 x А-93	50,0	-0,1
Эр 138 x Алексим	75,0	0
Эр 138 x Ленок	55,6	-1,4

сительно устойчивых и не пораженных растений составил свыше 63 % (табл. 2). При этом в комбинациях с участием линии Эр 130-3 было получено наибольшее количество иммунных растений – 58,7 и 61,5 %.

Из результатов гибридологического анализа следует, что устойчивость у исследуемых селекционных линий детерминируется доминантными генами с различной долей эффекта. Так, промежуточный характер наследования в комбинациях с

Таблица 2 – Характер расщепления в потомстве второго поколения ( $F_2$ ) по устойчивости к антракнозу

Гибридная комбинация	Распределение растений по баллам устойчивости, %					Устойчивость, %
	0	1	2	3	4	
Эр 130-3 х Алексим			8,0	33,3	58,7	88,3
Эр 130-3 х Ленок			69,9	3,6	26,8	65,7
Эр 130-3 х А-93				38,5	61,5	90,0
С-255 х Алексим	3,3		26,7	32,2	37,8	70,8
С-255 х А-93				33,0	67,0	90,2
С-255 х Ленок		3,4	65,5	24,1	7,0	66,6
Эр 138 х Алексим		3,5	32,6	29,1	34,8	72,3
Эр 138 х А-93				75,6	24,4	83,0
Эр 138 х Ленок	3,9		42,9	32,5	20,7	69,2

участием линии-донора Эр 138 подтверждает полигенный контроль устойчивости льна к антракнозу. При этом у селекционных линий Эр 130-3 и С-255 имеются эффективные R-гены устойчивости к болезни, что позволяет отбор по данному признаку проводить в ранних поколениях.

Полученные экспериментальные данные указывают, что экспрессия генов устойчивости к антракнозу зависит от компонентов скрещивания. Так, у гибридов  $F_1$  от скрещивания устойчивых селекционных линий (Эр 130-3, С-255 и Эр 138) с сортом Ленок наблюдался промежуточный тип наследования признака, а в  $F_2$  количество высокоустойчивых растений (балл 4) не превышало 26,8 %. Результаты гибридологического анализа позволяют предположить наличие у восприимчивых форм генов супрессоров, которые подавляют экспрессию генов устойчивости.

В гибридных комбинациях с участием сорта А-93, напротив, устойчивость повышалась, что, вероятно, обусловлено наличием у восприим-

чивой формы генов-модификаторов. По данным Л.Я. Плотниковой [6], гены-модификаторы – это те же гены устойчивости, но только с очень малым эффектом. Поэтому их эффект выражается лишь во взаимодействии друг с другом или с другими генами. Эти гены могут присутствовать не только в линии-доноре, но и в генотипе, восприимчивого к болезни родителя.

Результаты исследований свидетельствуют, таким образом, о полигенном характере наследования у льна признака устойчивости к антракнозу. Характер наследования устойчивости к данному заболеванию зависит от компонентов скрещиваний. Генетический контроль осуществляется генами с доминантным проявлением, которые различаются по проявлению эффекта.

Использование в селекционном процессе линий-доноров – Эр 130-3 и С-255, обладающих эффективными R-генами, позволит обеспечить высокую эффективность отбора на устойчивость к антракнозу в ранних поколениях.

#### Литература

1. Адушкевич, Л.Л. Распространенность и развитие антракноза льна на территории Беларуси [Текст] / Л.Л. Адушкевич // Защита растений, выпуск XIX / XXIII. Сборник научных трудов. – Минск, 2000. – С. 125-127.
2. Кудрявцева, Л.П. Внутривидовая дифференциация возбудителя антракноза льна [Текст] / Л.П. Кудрявцева // Микология и фитопатология. – Т. 32, выпуск 6. – 1998. – С. 62-64.

3. Кудрявцева, Л.П. Методы оценки и отбора исходного материала при селекции льна-долгунца на устойчивость к антракнозу [Текст] / Л.П. Кудрявцева, Н.В. Пролетова, Н.И. Лошакова, Л.Н. Павлова, Е.Г. Виноградова, Н.С. Соколова // Методические рекомендации. – Тверь, 2013. – 51 с.

4. Pospisil, B. Siectení líni na resistenci vůči Colletotrichum líni [Text] / B. Pospisil // Len a konopi. – 1973. – №1. – S. 77-89.

5. Рогаш, А.Р. Наследование устойчивости льна к популяции возбудителя антракноза [Текст] / А.Р. Рогаш, Б.Ф. Карпунин // Селекция, семеноводство и технология возделывания лубяных культур. – М., 1985. – С. 77-80.

6. Плотникова, Л.Я. Иммуитет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям [Текст] / Л.Я. Плотникова. – М.: «Колос», 2007. – С. 236.

7. Коновалов, Ю.Б. Селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям [Текст] / Ю.Б. Коновалов. – М.: «Колос», 1999. – 135 с.

#### References

1. Adushkevich, L.L. Rasprostranennost' i razvitie antraknoza l'na na territorii Belarusi [Tekst] / L.L. Adushkevich // Zashhita rastenij, vypusk HИH / XXIII. Sbornik nauchnyh trudov. – Minsk, 2000. – S. 125-127.

2. Kudrjavceva, L.P. Vnutrividovaja differenciacija vozбудitelja antraknoza l'na [Tekst] / L.P. Kudrjavceva // Mikologija i fitopatologija. – T. 32, vypusk 6. – 1998. – S. 62-64.

3. Kudrjavceva, L.P. Metody ocenki i otbora ishodnogo materiala pri selekcii l'na-dolgunca na ustojchivost' k antraknozu [Tekst] / L.P. Kudrjavceva, N.V. Proletova, N.I. Loshakova, L.N. Pavlova, E.G. Vinogradova, N.S. Sokolova // Metodicheskie rekomendacii. – Tver', 2013. – 51 s.

4. Pospisil, B. Siectení líni na resistenci vůči Colletotrichum líni [Text] / B. Pospisil // Len a konopi. – 1973. – №1. – S. 77-89.

5. Rogash, A.R. Nasledovanie ustojchivosti l'na k populjacii vozбудitelja antraknoza [Tekst] / A.R. Rogash, B.F. Karpunin // Selekcija, semenovodstvo i tehnologija vzdelyvanija ljubnyh kul'tur. – M., 1985. – S. 77-80.

6. Plotnikova, L.Ja. Immunitet rastenij i selekcija na ustojchivost' k boleznyam i vrediteljam [Tekst] / L.Ja. Plotnikova. – М.: «Kolos», 2007. – S. 236.

7. Konovalov, Ju.B. Selekcija rastenij na ustojchivost' k boleznyam i vrediteljam [Tekst] / Ju.B. Konovalov. – М.: «Kolos», 1999. – 135 s.



## ОБЪЯВЛЕНИЕ



В издательстве ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2016 г. вышла монография  
**«ОРГАНИЗАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ  
 И ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ» / М.А. Ковальчук**

Монография подготовлена для магистров очной и заочной формы обучения по направлению 38.04.01 «Экономика», для аспирантов очной и заочной формы обучения по направлению 38.06.01 «Экономика», а также для обеспечения педагогической практики вышеобозначенных магистров и аспирантов и является методическим материалом, который используется в ходе преподавания дисциплин «Педагогика высшей школы», «Публичная и научная речь». Материалы монографии также могут быть использованы в ходе преподавания дисциплины «Психология и педагогика» для бакалавров очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», 35.03.04 «Агрономия», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 36.04.02 «Зоотехния», 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза», 35.03.07 «Технология производства и переработки с/х продукции».

ISBN 978-5-98914-155-5; 94 стр.



ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:  
**150042, Г. ЯРОСЛАВЛЬ, ТУТАЕВСКОЕ ШОССЕ, 58, ФГБОУ ВО ЯРОСЛАВСКАЯ ГСХА**

**e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru**

