



ВИРУЛЕНТНОСТЬ ТВЕРСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ РЖАВЧИНЫ ЛЬНА

Л.П. Кудрявцева

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

*Лен, возбудитель,
ржавчина, популяция,
биотип, патоген,
вирулентность*

*Flax, agent, rust,
population, biotype,
pathogen, virulence*

Возбудитель ржавчины (*Melampsora lini* (Pers) Lev. (*M. lini*)), одно из вредоносных заболеваний льна – узкоспециализированный облигатный паразит, биологические формы которого делятся на расы и биотипы. Изменчивость возбудителя *M. lini*, появление новых вирулентных рас и их накопление в популяциях патогена во многом зависит от набора возделываемых сортов, условий выращивания, метеорологических условий.

Выведение и внедрение в производство в 80-90-е годы прошлого столетия устойчивых и среднеустойчивых к ржавчине сортов льна-долгунца решило проблему борьбы с заболеванием в нашей стране. В настоящее время все сорта льна-долгунца, включенные в Госреестр селекционных достижений и рекомендованные производству, устойчивы к ржавчине.

Сорта льна-долгунца, находящиеся в производстве в течение многих лет, в основном сохраняют устойчивую реакцию к ржавчине, некоторые из них характеризуются долговременной высокой устойчивостью к болезни и сохраняют этот ценный признак от 12 до 27 лет [1]. Однако из литературы известны факты потери устойчивости к ржавчине сортов льна за рубежом и в нашей стране [2]. Основными причинами потери сортами различных культур устойчивости к болезням, в том числе льна-долгунца к ржавчине, являются: появление и накопление новых вирулентных рас и биотипов патогена; адаптация к сорту существующих рас и повышение их вирулентности; генетические изменения иммунных свойств сорта в процессе возделывания; резкие изменения внешних условий (метеорологических, нарушения условий выращивания и т. д.) [3].

В связи с этим при создании устойчивых к болезням сортов различных культур, в том числе льна-долгунца к ржавчине, необходим постоянный мониторинг общей вирулентности, который позволит выявить стабильность и изменчивость популяции, накопление в ней новых фенотипов и определить стратегию селекции на устойчивость к патогенам.

Во ВНИИЛ мониторинг общей вирулентности искусственной популяции возбудителя ржавчины практически входит в селекционную программу по созданию устойчивых к ржавчине сортов льна-долгунца и включен в «Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням» [4].

Методика

Исследования по мониторингу вирулентности полевой искусственной популяции возбудителя ржавчины льна проводили на светоустановке СУЛ-1 и в полевых условиях на опытном поле ФГБНУ ВНИИЛ Торжокского района, Тверской области. Для круглогодичной работы с возбудителем ржавчины льна, изучения фенотипов патогена, для определения устойчивости сортов льна-долгунца к заболеванию на светоустановке или в полевых условиях использовали уредоспоры *M. lini* [1, 5].

Используя образцы уредо- и телейтоспор *M. lini* из «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна» ВНИИЛ, для изучения реакции тест-сортов льна-долгунца создавали искусственную полевую популяцию возбудителя ржавчины льна, закладывая инфекционно-провокационный питомник на опытном поле ВНИИЛ согласно методике ВНИИЛ [4].

Для эффективного контроля за вирулентностью и составом искусственной популяции ржавчины использовали 15 тест-сортов льна-долгунца, устойчивых к ржавчине и перспективных для селекции: Торжокский 4, Новоторжский, Алексим, Ленок, Тверской, Томский 17, Альфа, Росинка, Зарянка, Лада, Прибой, Антей, Мерилин, Ализе, Эскалина и сильновосприимчивый сорт Полеский 4.

Вирулентность изолятов уредоспор *M. lini* определяли на светоустановке СУЛ-1. В ящики размером 20 x 45 x 10 см высевали по 8 семян различных по устойчивости к ржавчине сортов льна-долгунца (9-10 сортов), повторность – 3-кратная. Всходы льна инокулировали уредоспорами, смешанными с тальком (1:20). Учитывали количество пораженных растений и количество уредопустул на одном больном растении [1, 4].

Результаты исследований

Селекция на устойчивость льна-долгунца к ржавчине требует постоянного контроля за вирулентностью и составом искусственной полевой популяции, так как с его изменением меняются исходный материал, доноры устойчивости и в целом стратегия селекционной работы на устойчивость к болезни. Основной целью мониторинга вирулентности искусственной популяции во ВНИИЛ в настоящее время является своевременное обнаружение новых потенциально опасных биотипов патогена на культивируемых и перспективных сортах льна-долгунца. Во ВНИИЛ вирулентность и состав искусственной популяции

M. lini контролируются с 1976 года. С этой целью использовали набор американских сортов-дифференциаторов Флора (селекции 30-х годов), состоящий из сортов масличного льна, а также дополнительные тест-сорты льна-долгунца, набор которых периодически уточнялся и изменялся. Исследования 80-90-х годов XX столетия показали, что сорта-дифференциаторы Флора не обладают достаточной дифференцирующей способностью, не представляют практической ценности для отечественной селекции льна-долгунца, а, значит, не могут отражать истинную картину вирулентности искусственной популяции *M. lini*. Использование с 2008 года нового набора тест-сортов отечественной селекции дало возможность уловить изменения, происходящие в популяции патогена [1].

Необходимо отметить, что общая вирулентность искусственной полевой популяции *M. lini* многие годы (1976–2000 гг.) стабильно характеризовалась слабой вирулентностью, что обеспечило во ВНИИЛ высокую эффективность селекционной работы на устойчивость к ржавчине [4]. Невысокую вирулентность полевой популяции *M. lini* можно объяснить биологическими и генетическими особенностями патогена. Ржавчина в нашей стране зимует в телейтостадии, и ее возобновление весной идет через половой процесс. Появившиеся биотипы после размножения через уредостадию (вегетативно) в следующем году вновь вовлекаются в половой процесс и поглощаются им в результате рекомбинации. Патоген представляет сложную гетерозиготную подвижную популяцию, вирулентность которой не должна быть высокой [6].

Наблюдения за развитием ржавчины в пятилетний период (2011–2015 гг.) на тест-сортах показали, что резкого изменения вирулентности местной популяции в течение 2-х лет (2011, 2012 гг.) не отмечалось (табл. 1). Из 15 сортов-дифференциаторов ржавчины 10 сортов не поражались патогеном. В популяции преобладали слабо-вирулентные биотипы, развивающиеся на сортах Эскалина, Мерилин и др. Об отсутствии в ней новых сильновирulentных рас свидетельствует стабильная реакция высокоустойчивых сортов льна-долгунца: Алексим, Тверской, Лада, Ленок, Росинка. В 2013–2015 гг. отмечались средневирулентные расы или биотипы патогена, паразитирующие на устойчивых тест-сортах льна-долгунца: Новоторжский, Торжокский 4, Ализе, Эскалина (табл. 1). На среднеустойчивом сорте Л-1120 распространение ржавчины составило 71,5...100%.

Таблица 1 – Реакция сортов льна-долгунца к местной популяции ржавчины (полевой инфекционно-провокационный питомник)

Сорт	Распространение, %					Степень развития, %				
	годы									
	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Торжокский 4	11,7	0	33,9	10,0	27,0	2,9	0	10,2	3,4	9,7
Новоторжский	36,8	0	68,4	65,6	87,6	18,2	0	20,7	23,0	28,4
Алексим	0	0	0	0	5,1	0	0	0	0	1,3
Ленок	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Тверской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Томский 17	0	0	0	5,0	0	0	0	0	1,3	0
Альфа	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Росинка	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Зарянка	0	7,9	10,5	16,8	0	0	1,9	2,7	4,2	0
Лада	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Прибой	0	14,8	0	0	0	0	10,8	0	0	0
Антей	9,1	17,5	53,1	58,5	52,2	2,3	4,5	15,0	21,9	15,2
Мерилин	35,0	34,9	71,6	39,4	64,3	8,7	11,1	17,9	25,3	20,3
Ализе	0	0	11,1	7,4	0	0	0	2,8	1,9	0
Эскалина	57,0	11,6	95,6	42,7	93,6	14,3	4,6	31,4	18,6	28,5
Л-1120	43,5	23,1	100	71,5	91,2	11,5	8,9	48,9	22,3	28,2
стандарт										
Полесский 4	90,0	69,0	100	80,5	78,7	20,5	41,8	48,5	42,7	41,3

Анализ реакции тест-сортов ржавчины льна за последние 15 лет показал разнообразие расового (биотипного) состава в Тверской популяции патогена (табл. 2). Снижение устойчивости наблюдается на сорте Новоторжский: 19,0% – в 2001–2005 гг.; 21,7% – в 2006–2008 гг. и 51,7% – в 2011–2015 гг. Тенденция появления средневирулентных биотипов фиксируется и на сортах Прибой, Зарянка, Ализе.

На сорте Томский 17, который не поражался в течение 10 лет (2001–2010 гг.), появились изоляты, поражающие этот сорт. Появление более вирулентных биотипов в отдельные годы наблюдали и на высокоустойчивом сорте Зарянка. Постоянно отмечается развитие ржавчины на ранее высокоустойчивом сорте Торжокский 4. Периодически фиксируется изменение реакции к ржавчине у сортов Алексим и Ленок (табл. 2). Наиболее резкое снижение устойчивости отмечается на устойчивых сортах Антей (38,1%), Эскалина (60,1%), Мерилин (49,0%) и среднеустойчивом сорте Л-1120 (69,0%). Все эти данные говорят о том, что в местной (Тверской) популяции возбудителя ржавчины происходят изменения, по-

являются более вирулентные расы, поражающие устойчивые сорта.

Сорта льна-долгунца селекции ВНИИЛ: Тверской, Альфа, Росинка, включенные в «Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2016 году», характеризуются высокой стабильной устойчивостью к ржавчине, на них не зафиксировано появления вирулентных агрессивных рас и биотипов (табл. 2), что свидетельствует об отсутствии в популяции новых сильновирулентных изолятов.

Исследования, проведенные на светоустановке, выявили, что 8 (53,3%) из 15 изученных биообразцов уредоспор, собранных с различных по устойчивости сортов льна в летнее время из искусственной полевой популяции, показали среднюю вирулентность. Коллекционных образцов уредоспор с сильной вирулентностью не отмечено.

Следует отметить повышение вирулентности биообразцов за пятилетний период. Только в 2011 году образцы имели слабую вирулентность, в 2012 году из 5 образцов 3 уже имели среднюю вирулентность. В 2013–2014 гг. все из-

Таблица 2 – Реакция тест-сортов льна-долгунца к местной популяции ржавчины

Сорт	Распространение, %			
	среднее за 2001–2005 гг.	среднее за 2006–2008 гг.	среднее за 2009–2010 гг.	среднее за 2011–2015 гг.
Торжокский 4	2,2	15,5	17,7	16,5
Новоторжский	19,0	21,7	33,1	51,7
Алексим	2,9	5,9	1,4	0
Ленок	0,3	1,2	1,1	0
Тверской	0	0	0	0
Томский 17	0	0	0	1,0
Альфа	-	0	0	0
Росинка	-	0	0	0
Зарянка	-	17,2	1,0	7,0
Лада	-	1,0	3,0	0
Прибой	-	0	1,0	3,0
Антей	-	1,5	7,8	38,1
Мерилин	-	23,5	31,9	49,0
Ализе	-	0	0,9	3,7
Эскалина	-	29,7	21,9	60,1
Л-1120	-	29,0	29,0	65,9

учаемые образцы были со средней вирулентностью. Накопление средневирulentных биотипов наблюдаем с 2011 года на сортах Зарянка, Антей, Эскалина, Новоторжский и др., которые привели к поражению этих сортов в полевом инфекционном питомнике от 39,4 до 65,6%.

Заключение

В искусственно сформированной местной (Тверской) популяции возбудителя ржавчины льна-долгунца, которая используется во ВНИИ льна для селекционной работы на устойчивость к болезни, под влиянием сортового разнообразия, метеорологических условий постоянно идет расообразовательный процесс, направленный в последние годы в сторону повышения вирулен-

тности популяции патогена. Многолетняя селекционная работа на устойчивость к ржавчине, внедрение в производство высокоустойчивых сортов льна-долгунца: Зарянка, Тверской, Дипломат, Росинка, Альфа, Ленок, расширение под ними посевных площадей может изменить направление расообразовательных процессов в популяциях патогена в сторону увеличения их вирулентности, появления новых сильновирulentных рас, вызвав очередную потерю устойчивости к ржавчине районированных сортов льна-долгунца. В связи с этим постоянный контроль за расообразовательными процессами в популяциях патогена позволит своевременно выработать правильную стратегию селекционной работы на устойчивость к болезни, повысить ее эффективность.

Литература

1. Крылова, Т.В. Методические рекомендации по созданию искусственной полевой популяции возбудителя ржавчины [Текст] / Т.В. Крылова, Н.И. Лошакова, А.О. Агеева. – Торжок: ВНИИЛ, 2009. – С. 7.
2. Крылова, Т.В. Роль устойчивых сортов в распространении ржавчины льна-долгунца [Текст] / Т.В. Крылова // Микология и фитопатология. – 1986. – Том. 20. – Выпуск 3. – С. 223-227.
3. Плотникова, Л.Я. Иммуитет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям [Текст] / Л.Я. Плотникова. – М.: «Колос», 2007. – 359 с.
4. Лошакова, Н.И. Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням [Текст] / Н.И. Лошакова, Т.В. Крылова, Л.П. Кудрявцева. – М.: Изд-во РАСХН, 2000. – С. 22-26.

5. Лошакова, Н.И. Методические рекомендации по созданию, поддержанию, хранению и практическому использованию «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна» [Текст] / Н.И. Лошакова, Т.В. Крылова, Л.П. Кудрявцева. – Торжок, 2006. – 12 с.

6. Кутузова, С.Н. Развитие популяции ржавчины в Нечерноземной зоне СССР и ее вирулентность [Текст] / С.Н. Кутузова // Бюлл. ВИР. – 1985. – Выпуск 154. – С. 53-56.

References

1. Krylova, T.V. Metodicheskie rekomendacii po sozdaniyu iskusstvennoj polevoj populjacii vozбудitelja rzhavchiny [Tekst] / T.V. Krylova, N.I. Loshakova, A.O. Ageeva. – Torzhok: VNILL, 2009. – S. 7.

2. Krylova, T.V. Rol' ustojchivyh sortov v rasprostranenii rzhavchiny l'na-dolgunca [Tekst] / T.V. Krylova // Mikologija i fitopatologija. – 1986. – Tom. 20. – Vypusk 3. – S. 223-227.

3. Plotnikova, L.Ja. Immunitet rastenij i selekcija na ustojchivost' k boleznyam i vrediteljam [Tekst] / L.Ja. Plotnikova. – M.: «Kolos», 2007. – 359 s.

4. Loshakova, N.I. Metodicheskie ukazaniya po fitopatologicheskoj ocenke ustojchivosti l'na-dolgunca k boleznyam [Tekst] / N.I. Loshakova, T.V. Krylova, L.P. Kudrjavceva. – M.: Izd-vo RASHN, 2000. – S. 22-26.

5. Loshakova, N.I. Metodicheskie rekomendacii po sozdaniyu, podderzhaniju, hraneniju i prakticheskomu ispol'zovaniju «Kollekcii mikroorganizmov – vozбудitelej boleznej l'na» [Tekst] / N.I. Loshakova, T.V. Krylova, L.P. Kudrjavceva. – Torzhok, 2006. – 12 s.

6. Kutuzova, S.N. Razvitie populjacii rzhavchiny v Nechernozemnoj zone SSSR i ee virulentnost' [Tekst] / S.N. Kutuzova // Bjuull. VIR. – 1985. – Vypusk 154. – S. 53-56.



ОБЪЯВЛЕНИЕ



В издательстве ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2015 г. вышла монография
**«ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ
 ФАКТОРОВ И УСЛОВИЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ»**
 / Н.В. Парахин, А.И. Голубева, П.И. Дугин, Т.И. Дугина, В.Н. Галин, А.Н. Дугин,
 В.И. Дорохова, Л.Н. Иванихина, М.Г. Сысоева, А.М. Суховская;
 под общей редакцией академика РАН, д.с.-х.н., профессора Н.В. Парахина,
 Заслуженного деятеля науки РФ, д.э.н., профессора П.И. Дугина.

В монографии системно рассматриваются важнейшие условия и факторы воспроизводства в сельском хозяйстве, проблемы собственности, интересов, институциональных процессов трансформации, денежных потоков, производительности труда и различных категорий издержек производства. Рассмотрены вопросы формирования и эффективности функционирования важнейших отраслевых кластеров сельского хозяйства и регулирование денежных потоков.

Монография будет полезна научным и практическим работникам агробизнеса, аспирантам, студентам вузов.

УДК 631.15; ББК 65.32; ISBN 978-5-98914-153-1; 516 стр.



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

e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru

