УДК 633.521:631.52

DOI 10.25230/2412–608X–2018–4–176–37–41

Эффективные гены устойчивости к фузариозному увяданию у современных сортов льна-долгунца

Т.А. Рожмина,
доктор биологических наук
Л.М. Голубева,
старший научный сотрудник

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт льна»
Россия, г. Торжок, ул. Луначарского, д. 35
Тел.: (48251) 9-16-45
E-mail: vniil@mail.ru

Для цитирования: Рожмина Т.А., Голубева Л.М.
Эффективные гены устойчивости к фузариозному
увяданию у современных сортов льна-долгунца //
Масличные культуры. Научно-технический бюл-
летень Всероссийского научно-исследователь-
ского института масличных культур. – 2018. –
Вып. 4 (176). – С. 37–41.

Ключевые слова: лен-долгунец, сорт, устойчи-
вость, идентификация, ген, фузариозное увядание.

Проведено фитопатологическое тестирование 20 современных сортов льна-долгунца отечественной селекции на различных фонах – с искусственной популяцией *Fusarium oxysporum f. lini* и моноизолятом № 39 гриба, обладающего сильной вирулентностью. Сорта Ленок, Зарянка, Дипломат, Росинка, Алексим (оригинатор – ВНИИЛ), Восход, Русич (Псковский НИИСХ), Томский 17 (Сибирский НИИСХиТ) проявили высокий уровень устойчивости (свыше 80 %) к патогену на данных инфекционных фонах, что указывает на наличие у них эффективных R-генов устойчивости к фузариозному увяданию. У сортов льна Антей (Псковский НИИСХ), Альфа (ВНИИЛ) и Тост 5 (Сибирский НИИСХиТ) на фоне с моноизолятом № 39 выявлено снижение экспрессии генов устойчивости к болезни по сравнению с фоном, где использовалась популяция возбудителя. На основе гибридологического анализа у сорта льна-долгунца Ленок идентифицирован новый доминантный ген устойчивости к *Fusarium oxysporum f. lini* – Fu 11. Установлено, что устойчивость к заболеванию у

сорта Зарянка детерминируется геном Fu 2, Восход – Fu 5, Русич – Fu 9 и Дипломат – Fu 10. Широкое освоение в производстве сортов, обладающих различными эффективными генами, позволит предотвратить опасность развития эпифитотий фузариозного увядания на льне-долгунце.

UDC 633.521:631.52

Effective genes of resistance to fusarium wilt in modern fiber flax varieties.

T.A. Rozhmina, doctor of biology
L.M. Golubeva, senior researcher

All-Russian Research Institute of Flax
35, Lunacharskogo str., Torzhok, Tver region, Russia
Ph.: (48251) 9-16-45
E-mail: vniil@mail.ru

Key words: fiber flax, variety, resistance, identification, gene, fusarium wilt.

We conducted phytopathological testing of 20 modern fiber flax varieties of domestic breeding on different backgrounds: with an artificial population of *Fusarium oxysporum f. lini* and mono-isolate No. 39 of a fungus, which has a strong virulence. The varieties Lenok, Zaryanka, Diplomat, Rosinka, Alexim (originator – All-Russian Research Institute of Flax), Voshod, Rusich (Pskov Research Institute of Agriculture), Tomskiy 17 (Siberian Research Institute of Agriculture and Turfs) showed a high level of resistance (over 80%) to the pathogen on these infected plots that indicates the presence of an effective R-genes to fusarium wilt. Flax varieties Antey (Pskov Research Institute of Agriculture), Alfa (All-Russian Research Institute of Flax) and Tost 5 (Siberian Research Institute of Agriculture and Turfs) showed a decrease in the expression of genes resistance to the disease on the plot with mono-isolate No. 39, compared to the plot where pathogen population was used. Using the hybridologic analysis, we founded a new dominant gene of resistance to *F. oxysporum* in the variety Lenok – Fu 11. We established resistance to disease in the variety Zaryanka is determined by the gene Fu 2, Voshod – Fu 5, Rusich – Fu 9 and Diplomat – Fu 10. The widespread introduction of varieties with various effective genes will prevent the danger of epiphytoty of fusarium wilt on fiber flax.

Введение. Фузариозное увядание – основной возбудитель *Fusarium oxysporum f. lini* – является наиболее вредоносной и широко распространенной болезнью как в условиях России, так и других льносеющих стран [1]. Устойчивость льна к фузариозному увяданию может определяться генами как горизонтальной [2], так и вертикальной устойчивости [3; 4]. К данной болезни применима вертикальная устойчивость, обусловленная единичны-

ми эффективными генами. К примеру, сорт льна-долгунца Л-1120, созданный более полувека тому назад, сохраняет устойчивость к фузариозному увяданию, детерминируемую двумя R-генами [5]. Преимущество данного подхода состоит в сокращении срока выведения моногенных сортов и значительном подавлении болезни.

Вместе с тем ожидаемое глобальное потепление климата может привести к усилению агрессивности отдельных рас возбудителя и потери сортами устойчивости, детерминируемой одним-двумя генами [6]. В условиях Российской Федерации идентифицировано всего 16 физиологических рас возбудителя *F. oxysporum f. lini* [7]. Поэтому необходимы сорта льна, обладающие различными эффективными генами устойчивости к болезни. В настоящее время известно о наличии десяти R-генов устойчивости к *F. oxysporum f. lini* у льна, восемь из которых идентифицированы с нашим участием [8]. При этом ген устойчивости сорта Punjab не эффективен в условиях нашей страны [4]. С использованием идентифицированных генов нами создано четыре сорта льна-долгунца – Парус, Сурский, Диалог и Цезарь с R-генами Fu 4, Fu 5, Fu 6 и Fu 8 соответственно. При этом сорт Цезарь, включенный в Госреестр РФ с 2017 г., характеризуется устойчивостью к четырем основным грибным болезням льна, а также обеспечивает формирование высоких урожаев не только волокна (до 25 ц/га при средней по стране 9,2 ц/га), но и семян (более 10 ц/га) [9].

Целью исследований являлось выявление эффективных генов устойчивости к фузариозному увяданию у современных сортов льна-долгунца и проведение их идентификации.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2014–2017 гг. в ФГБНУ ВНИИЛ на инфекционно-провокационных фонах. В качестве исходного материала использовали 20 современных сортов льна-долгунца, включенных в Госреестр РФ. Для определения наличия эффективных R-генов устойчивости у данных сортов проведена фитопатологическая оценка их на различных фонах: вариант I – искусственная популяция *Fusarium oxysporum f. lini*, вариант II – сильновирulentный моноизolat № 39 гриба. С целью определения ко-

личества генов устойчивости к фузариозному увяданию у современных сортов льна-долгунца и их идентификации на фоне с моноизолатом № 39 гриба проведен анализ гибридов F₁ и F₂ от скрещивания с линиями, обладающими различными известными R-генами (Dakota, л. 8; г-4729, л. 3; Querandi, л. 1; Currong, л. 3; Roja, л. 8; Родник, л. 8; Linota, л. 12), а также с восприимчивой формой AP 5. При расчете теоретически ожидаемого расщепления в F₂ по устойчивости к *F. oxysporum* вносилась поправка на неполную пенетрантность признака [10].

Закладку питомников и оценку материала осуществляли в условиях вегетационного опыта в соответствии с «Методическими указаниями по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням» [11]. В составлении искусственной популяции использовали моноизолаты гриба *F. oxysporum*, полученные из «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна», созданной во ВНИИЛ [12]. Инфекционный фон создавали путем внесения 300 г чистой культуры гриба *F. oxysporum* в ящик размером 50 × 85 × 20 см. Чистую культуру размножали на зернах овса. Искусственная популяция состояла из 8 сильно- и 7 средневирулентных моноизолатов. Количество высеваемых семян по каждому из сортов льна-долгунца – 16 штук, повторность 3-кратная.

Результаты и обсуждение. По результатам фитопатологического тестирования современных сортов льна-долгунца высокую устойчивость (свыше 80 %) к популяции возбудителя *F. oxysporum f. lini* и моноизолату № 39 проявили сорта Восход, Русич (оригинатор – ФГБНУ Псковский НИИСХ), Ленок, Дипломат, Зарянка, Росинка, Алексим (ФГБНУ ВНИИЛ), Томский 17 (ФГБНУ Сибирский НИСХиТ), что указывает на наличие у них эффективных R-генов (табл. 1). На жесткость инфекционных фонов (варианты 1 и 2) указывает сильная степень поражения восприимчивого стандарта – линия AP 5 (31,5 и 2,1 % соответственно). На фоне с моноизолатом № 39 (вариант 2) уровень устойчивости у сортов льна Антей (ФГБНУ Псковский НИИСХ), Альфа (ФГБНУ ВНИИЛ), Тост 5 (ФГБНУ Сибирский НИСХиТ) оказался существенно ниже по сравнению с фоном, где

использовали искусственную популяцию возбудителя (вариант 1). Следовательно, данные сорта не представляют ценности для селекции льна на вертикальную устойчивость к фузариозному увяданию.

В F₁ от скрещивания сортов льна Восход, Русич, Ленок, Дипломат и Зарянка с восприимчивой линией AP 5 выявлено полное доминирование признака. Следовательно, устойчивость к фузариозному увяданию у данных сортов детерминирована доминантными генами.

Таблица 1

Устойчивость современных сортов льна-долгуна к фузариозному увяданию (инфекционно-провокационный фон), 2014–2016 гг.

№ п/п	Сорт	Степень устойчивости к фузариозному увяданию, %	
		фон	
		популяция возбудителя <i>F. oxysporum</i> f. <i>lini</i>	моноизолят № 39 гриба
1.	Дипломат	93,1	95,7
2.	Импульс	61,7	57,6
3.	Ленок	92,1	90,3
4.	Смолич	82,6	95,2
5.	Тост 3	47,2	56,9
6.	Тверской	82,5	68,7
7.	Томский 17	95,2	85,3
8.	Тост 4	49,2	34,8
9.	Росинка	87,8	84,8
10.	Восход	98,6	100
11.	Томский 18	67,1	71,1
12.	Лидер	47,2	32,7
13.	Антей	79,1	59,5
14.	Зарянка	89,3	90,9
15.	Тост	24,7	15,3
16.	Альфа	78,6	49,7
17.	Тост 5	60,0	15,2
18.	Кром	56,0	40,3
19.	Алексим	85,5	81,5
20.	Русич	97,2	100
AP 5, восприимчивый стандарт		31,5	2,1
НСР ₀₅		17,8	20,8

В результате гибридологического анализа F₂ от скрещивания сорта Восход, л. 6 с линиями, обладающими различными R-генами, который проводился на фоне с моноизолятом № 39, установлен моногенный контроль устойчивости данного сорта, а также отличие этого гена от всех других известных эффективных R-генов – Fu 2, Fu 4, Fu 6–Fu 10 (χ^2 менее 3,1). Исключение составила комбинация F₂ л. 1 Querandi × л. 6 Восход, где выявлено отсутствие расщепления (табл. 2). Данный факт обусловлен идентичностью ге-

нов устойчивости у сортов Querandi и Восход, которая детерминирована геном Fu 5.

В гибридных популяциях F₂ от скрещивания сорта Русич, л. 2 с линиями из образцов Dakota, г-4749, г-2101-4-7, Currong и Linota, соотношение устойчивых и восприимчивых растений соответствовало соотношению 15 R : 1 S (χ^2 менее 2,27), что указывает на моногенный контроль устойчивости сорта Русич и на неидентичность его генам Fu 2, Fu 4, Fu 6, Fu 8 и Fu 10.

Таблица 2

Расщепление по устойчивости к моноизоляту № 39 *F. oxysporum* в F₂ от скрещивания между устойчивыми линиями, 2014–2017 гг.

Ген Fu ♀	Гибридная комбинация	Соотношение фенотипов R : S		χ^2	p
		фактическое	теоретическое		
2	Dakota, л. 8 × Восход	149 : 13	15 : 1	0,89	0,2–0,5
4	г-4729, л. 3 × Восход	61 : 3	15 : 1	0,02	0,8–0,95
5	Querandi, л. 1 × Восход	100 : 0	-	-	-
6	Currong, л. 3 × Восход	140 : 15	15 : 1	3,09	0,005–0,2
7	Roja, л. 8 × Восход	134 : 8	15 : 1	0,10	0,5–0,8
8, 9	Родник, л. 8 × Восход	307 : 5	63 : 1	0,01	< 0,99
10	Linota, л. 12 × Восход	132 : 6	15 : 1	0,84	0,2–0,5
2	Dakota, л. 8 × Русич	179 : 10	15 : 1	0,29	0,5–0,8
4	г-4729, л. 3 × Русич	128 : 6	15 : 1	0,74	0,2–0,5
5	Querandi, л. 1 × Русич	71 : 3	15 : 1	0,60	0,2–0,5
6	к-3978, л. 3 × Русич	68 : 8	15 : 1	2,27	0,005–0,2
8	г-2101-4-7 × Русич	59 : 5	15 : 1	0,27	0,5–0,8
8, 9	Родник, л. 8 × Русич	288 : 18	15 : 1	0,10	0,5–0,8
10	Linota, л. 12 × Русич	202 : 17	15 : 1	1,03	0,2–0,5
2	Dakota, л. 8 × Ленок	128 : 14	15 : 1	3,10	0,005–0,2
4	г-4729, л. 3 × Ленок	151 : 11	15 : 1	0,09	0,5–0,8
5	Querandi, л. 1 × Ленок	156 : 8	15 : 1	0,54	0,2–0,5
6	Currong, л. 3 × Ленок	100 : 6	15 : 1	0,06	0,8–0,95
7	Roja, л. 8 × Ленок	160 : 6	15 : 1	1,98	0,005–0,2
8	г-2101-4-7 × Ленок	181 : 8	15 : 1	1,30	0,2–0,5
8, 9	Родник, л. 8 × Ленок	301 : 5	63 : 1	0,19	0,5–0,8
10	Linota, л. 12 × Ленок	147 : 8	15 : 1	0,32	0,5–0,8
2	Dakota, л. 8 × Дипломат	175 : 18	15 : 1	3,10	0,2–0,05
4	г-4729, л. 3 × Дипломат	76 : 2,0	15 : 1	1,74	0,005–0,2
5	Querandi, л. 1 × Дипломат	117 : 10	15 : 1	0,60	0,2–0,5
5	Восход × Дипломат	165 : 12	15 : 1	0,82	0,2–0,5
6	Currong, л. 3 × Дипломат	229 : 19	15 : 1	0,84	0,2–0,5
7	Roja, л. 8 × Дипломат	146 : 4	15 : 1	3,30	0,2–0,05
8	г-2101-4-7 × Дипломат	147 : 16	15 : 1	3,50	0,2–0,05
8, 9	Родник, л. 8 × Дипломат	385 : 4	63 : 1	0,68	0,2–0,5
9	Русич × Дипломат	167 : 7	15 : 1	1,49	0,005–0,2
10	Linota, л. 12 × Дипломат	151 : 0	-	-	-
2	Dakota, л. 8 × Зарянка	187 : 0	-	-	-
4	г-4729, л. 3 × Зарянка	185 : 8	15 : 1	1,42	0,005–0,2
5	Querandi, л. 1 × Зарянка	176 : 9	15 : 1	0,62	0,2–0,5
6	Currong, л. 3 × Зарянка	142 : 4	15 : 1	3,04	0,2–0,05
7	Roja, л. 8 × Зарянка	135 : 11	15 : 1	0,43	0,5–0,8
10	Linota, л. 12 × Зарянка	172 : 8	15 : 1	1,12	0,005–0,2

В гибридных популяциях F₂ от скрещивания сорта Русич, л. 2 с сортом Родник, обладающим генами Fu 8 и Fu 9, выявлен дигенный характер расщепления. Поскольку R-ген сорта Русич не идентичен гену Fu 8 линии г-2101-4-7, следовательно, исследуемый сорт обладает геном Fu 9.

В гибридных популяциях F₂ от скрещивания сорта Ленок, л. 7 со всеми линиями, обладающими различными R-генами, выявлен дигенный характер расщепления (χ^2 менее 3,1), что указывает на моногенный контроль устойчивости сорта и на неидентичность его известным эффективным в условиях России генам (Fu 2, Fu 4–10). Следовательно, устойчивость сорта Ленок детерминируется новым геном – Fu 11.

В гибридных популяциях F₂ от скрещивания сорта Дипломат, л. 1 с линиями из образцов Dakota, г-4729, Querandi, Currong, Roja, г-2101-4-7, Родник, Восход и Русич определен дигенный характер расщепления (χ^2 менее 3,6), что свидетельствует о моногенном контроле устойчивости сорта Дипломат и неидентичности его генам Fu 2, Fu 4–Fu 9. В комбинации F₂ от скрещивания сорта Дипломат с сортом Linota, обладающих геном Fu 10, расщепление отсутствовало, что указывает на идентичность их генов устойчивости.

В гибридных популяциях F₂ от скрещивания сорта Зарянка, л. 7 с линиями из образцов г-4729, Roja, Querandi, Currong, г-2101-4-7 и Linota также выявлен дигенный характер расщепления (χ^2 менее 3,1), что указывает на моногенный контроль устойчивости сорта Зарянка и неидентичность его генам Fu 4–Fu 7. В комбинации F₂ от скрещивания сорта Зарянка с сортом Dakota, устойчивость которого детерминируется геном Fu 2, расщепление отсутствовало, что свидетельствует об идентичности их генов устойчивости.

Выводы. Выявлен высокий уровень устойчивости к популяции *Fusarium oxysporum f. lini* и сильновирulentному моноизолату № 39 гриба у современных сортов льна-долгунца Восход, Русич, Ленок, Дипломат, Росинка, Алексим, Томский 17 и Зарянка, что указывает на наличие у них эффективных генов резистентности. На основе анализа гибридов F₁ и F₂ с использованием инфекционно-провокационного фона установлено, что устойчивость к фузариоз-

ному увяданию у сортов льна-долгунца Восход, Русич, Ленок Дипломат и Зарянка контролируется моногенно. У сорта Зарянка устойчивость к данной болезни детерминируется геном Fu 2, Восход – Fu 5, Русич – Fu 9 и Дипломат – Fu 10, а у сорта Ленок выявлен новый ген Fu 11.

Список литературы

1. Diederichsen A., Rozhmina T., Kudrjavceva L., Zhuchenko A. jr. Variation patterns within 153 flax (*Linum usitatissimum* L.) genebank accessions based on evaluation for resistance to fusarium wilt, anthracnose and pasmo // Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization. England. – 2008. – V. 6. – No 1. – С. 22–32.
2. Pavelek M. Dedicnost horisontalni resistance pradneho lnu proti fusarioze // J. Len a konopi. – 1983. – 19. – P. 7–164.
3. Knowles P.F., Houston B.R. Inheritance of resistance to fusarium wilt of flax in Punjab 53 // Agronomy journal. – 1956. – V. 48. – Js. 3. – P. 135–137.
4. Рожмина Т.А. Генетическое разнообразие вида *L. usitatissimum* L. и его использование в селекции на устойчивость к абиотическим и биотическим факторам среды // В сб.: Генетические основы селекции. – УФА, 2008. – С. 233–247.
5. Жученко А.А., Рожмина Т.А., Понажеев В.П., Павлова Л.Н. Эколого-генетические основы селекции льна-долгунца. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2009. – 272 с.
6. Рожмина Т.А., Лошакова Н.И. Образцы прядильного и масличного льна (*Linum usitatissimum* L.) – источники эффективных генов устойчивости к фузариозному увяданию и ее зависимость от температуры // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 3. – С. 310–317.
7. Лошакова Н.И. Идентификация рас возбудителя фузариоза льна и определения их вирулентности для целей селекции // Селекция, семеноводство, агротехника, экономика и первичная обработка льна-долгунца // Сб. трудов ВНИИЛ. – Торжок, 2002. – С. 44–47.
8. Рожмина Т.А. Селекционно ценные гены устойчивости к фузариозному увяданию у льна // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 12. – С. 47–49.

9. Рожмина, Т.А., Рыжов А.И., Куземкин И.А., Киселева Т.С. Внутривидовое разнообразие льна культурного (*Linum usitatissimum* L.) и его роль в решении проблемы создания отечественной сырьевой базы // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 12. – С. 17–20.

10. Metcalfe D.R., Helgason S.B. Inheritance of loose smut resistance: I. Inheritance of resistance to a Trebi-attacking culture of *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. in five barley varieties of Abyssinian origin // Can. J. Plant Sci. – 1962. – Vol. 42. – Is. 3. – P. 472–480. DOI: 10.4141/cjps62-075.

11. Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням. – Торжок, 2000. – С. 28.

12. Лошакова Н.И., Кудрявцева Л.П., Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. Роль «Коллекции фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней льна» в селекции льна на групповую устойчивость // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2014. – Вып. 2 (159–160). – С. 172–178.

References

1. Diederichsen A., Rozhmina T., Kudryavtseva L., Zhuchenko A. jr. Variation patterns within 153 flax (*Linum usitatissimum* L.) genebank accessions based on evaluation for resistance to fusarium wilt, anthracnose and pasmo // Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization. England. – 2008. – V. 6. – No 1. – S. 22–32.

2. Pavelek M. Dedicnost horisontalni resistance pradneho lnu proti fusarioze // J. Len a konopi. – 1983. – 19. – R. 7–164.

3. Knowles P.F., Houston B.R. Inheritance of resistance to fusarium wilt of flax in Punjab 53 // Agronomy journal. – 1956. – V. 48. – Is. 3. – P. 135–137.

4. Rozhmina T.A. Geneticheskoye raznoobraziye vida L. usitatissimum L. i ego ispol'zovaniye v selektsii na ustoychivost' k abioticheskim i bioticheskim faktoram sredy // V sb.: Geneticheskiye osnovy selektsii. – UFA, 2008. – S. 233–247.

5. Zhuchenko A.A., Rozhmina T.A., Pona-zhev V.P., Pavlova L.N. Ekologo-geneticheskiye

osnovy selektsii l'na-dolguntsa. – Tver': Tver. gos. un-t, 2009. – 272 s.

6. Rozhmina T.A., Loshakova N.I. Obratzsnyy pryadil'nogo i maslichnogo l'na (*Linum usitatissimum* L.) – istochniki effektivnykh genov ustoychivosti k fuzarioznomu uvyadaniyu i eye zavisimost' ot temperatury // Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. – 2016. – T. 51. – № 3. – S. 310–317.

7. Loshakova N.I. Identifikatsiya ras vzbudatelya fuzarioza l'na i opredeleniya ikh virulentnosti dlya tseley selektsii // Selektsiya, semenovodstvo, agrotehnika, ekonomika i pervichnaya obrabotka l'na-dolguntsa // Sb. trudov VNII. – Torzhok, 2002. – S. 44–47.

8. Rozhmina T.A. Seleksionno tsennyye geny ustoychivosti k fuzarioznomu uvyadaniyu u l'na // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – T. 29. – № 12. – S. 47–49.

9. Rozhmina, T.A., Ryzhov A.I., Kuzemkin I.A., Kiseleva T.S. Vnutrividovoye raznoobraziye l'na kul'turnogo (*Linum usitatissimum* L.) i ego rol' v reshenii problemy sozdaniya otechestvennoy syr'yevoy bazy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2017. – T. 31. – № 12. – S. 17–20.

10. Met-salfe D.R., Helgason S.B. Inheritance of loose smut resistance: I. Inheritance of resistance to a Trebi-attacking culture of *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. in five barley varieties of Abyssinian origin // Can. J. Plant Sci. – 1962. – Vol. 42. – Is. 3. – P. 472–480. DOI: 10.4141/cjps62-075.

11. Metodicheskiye ukazaniya po fitopatologicheskoy otsenke ustoychivosti l'na-dolguntsa k boleznyam. – Torzhok, 2000. – S. 28.

12. Loshakova N.I., Kudryavtseva L.P., Pavlova L.N., Rozhmina T.A. Rol' «Kollektsii fitopatogennykh mikroorganizmov – vzbuditeley bolezney l'na» v selektsii l'na na gruppovuyu ustoychivost' // Maslichnyye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2014. – Vyp. 2 (159–160). – S. 172–178.

Получено: 11.08.2018 Принято: 06.11.2018
Received: 11.08.2018 Accepted: 06.11.2018