Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 633.521:631.527(476)

Источники высокой урожайности и устойчивости к фузариозному увяданию в коллекции льна-долгунца

Богдан В.З.[1], Богдан Т.М.[1], Литарная М.А.[1], Иванов С.А.[1], Королев К.П.[2]

[1]Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт льна»

[2]Тюменский государственный университет, Институт биологии

Аннотация

Приведены результаты изучения 239 образцов коллекции льна-долгунца по основным хозяйственно ценным признакам. Для целей практической селекции рекомендованы в качестве источников высокой урожайности тресты (555,5-673,0 г/м^2) образцы Drakkar, Silva, Eden, Aramis (Франция), Rod 829 (Чехия), Талер, Лада (Беларусь), Глінум (Украина), Suzanne (Нидерланды); волокна общего (179,8-243,7 г/м^2) - Drakkar, Alizee, Aramis, Eden (Франция), Веста (Беларусь), Глінум (Украина), Suzanne (Нидерланды), Rod 829 (Чехия); волокна длинного (145,0-202,0 г/м^2) - Drakkar, Alizee, Eden (Франция), Веста (Беларусь), С-108 (Россия), Глінум (Украина), Suzanne (Нидерланды); высокого содержания волокна – Добрыня, Тонус, Дипломат, Александрит (Россия). В качестве источников устойчивости к фузариозному увяданию выделено 14 относительно устойчивых образцов генофонда (Гамма, Оршанский 2, Веста, Блакит, Весна и другие), на основе которых создана признаковая коллекция.

Ключевые слова: ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ *(LINUM USITATISSIMUM L.)*, ГЕНОФОНД, ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ, ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ, УСТОЙЧИВОСТЬ К ФУЗАРИОЗУ

Введение

Основой селекционного процесса является наличие исходного материала с широкой генотипической изменчивостью по основным хозяйственно ценным признакам. В связи с этим мобилизация генетического разнообразия исходных форм – первый и очень важный этап в создании новых сортов [1].

Главным источником для селекции льна является мировое разнообразие зародышевой плазмы рода *Linum*, сосредоточенное в рабочих, национальных и международных (под эгидой ФАО) коллекциях, насчитывающих в совокупности более 25 тыс. единиц хранения [2-9]. Генофонд льна-долгунца РУП «Институт льна» включает 628 образцов различного эколого-географического происхождения, представленного 33 странами мира.

У льна-долгунца выделяют более 30 морфо-биологических и хозяйственно полезных характеристик [3, 10-12]. Наиболее значимыми, на наш взгляд, являются признаки, характеризующие агрономическую ценность культуры льна-долгунца: продолжительность вегетационного периода, урожайность основных видов продукции (тресты, семян, волокна), устойчивость к полеганию и болезням, содержание и качество волокна. Эти показатели являются основой любой селекционной программы [13, 14].

Один из основателей селекционной работы по льну, Н. А. Дьяконов, писал: «Прежде чем начать селекционные работы со льном, необходимо знать особенности существующих форм льна-долгунца, так как при этом знание этих последних станет более ясным, в каком направлении должна вестись селекция» [15]. Поэтому изучение исходного материала льна-долгунца, выделение источников хозяйственно полезных и селекционно ценных признаков представляет собой актуальную задачу.

Предмет, методы и условия проведения исследований

Предметом исследований являлись 239 коллекционных образцов льна-долгунца различного эколого-географического происхождения. Полевые опыты проводили в РУП «Институт льна» в течение 2011–2020 годов на дерново-подзолистой, среднеоподзоленной почве, развивающейся на среднем лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 метр мореным суглинком. Агрохимические показатели пахотного слоя: pH (в KCl) – 5,48–6,02, содержание гумуса – 1,81–1,97 %, фосфора – 158,3–184,0 мг/кг, калия – 207,5–261,8 мг/кг почвы.

Закладку коллекционного питомника, наблюдения, учёты и оценку по хозяйственно полезным признакам проводили в соответствии с методическими указаниями по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) [10, 16]. Устойчивость образцов к фузариозному

увяданию проводили согласно методическим указаниям по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням [17].

Статистическую обработку данных проводили с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010 и пакета Statistica 10.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались по гидротермическому режиму, что позволило объективно оценить исходный материал льна-долгунца и выделить источники высокой урожайности и устойчивости к фузариозному увяданию.

Результаты исследований и их обсуждение

Так как в наших опытах все образцы льна-долгунца были обеспечены факторами жизни одинаково, различия по урожайности и устойчивости к фузариозу можно интерпретировать генотипическими особенностями изучаемых образцов.

Продуктивность является главным показателем для характеристики возделываемых культур и сортов. Урожайность и качество продукции каждого сорта складывается в результате определенного сочетания генетических свойств самих растений, экологических факторов и хозяйственной деятельности человека.

В селекционной практике льна-долгунца одним из основных показателей продуктивности является урожайность стеблей (льносоломы и льнотресты). Льнотреста – это стебли льна (льносолома), подвергнутые процессу удаления из них пектиновых веществ, выполняющих склеивающую функцию между волокнистыми пучками и древесиной. Выход тресты, как правило, составляет 80±5 % от соломы. Кроме того, треста – это учётный вид продукции в производстве и переработке, из которого непосредственно получают волокно.

В качестве источников высокой урожайности льнотресты (555,5-673,0 г/м^2) целесообразно использовать сорта западноевропейской селекции Drakkar, Silva, Eden, Aramis, Rod 829, Suzanne, белорусские сорта Талер, Лада, украинский сорт Глінум (табл. 1). В подавляющем большинстве выделенные источники урожайности льнотресты – это позднеспелые образцы.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Таблица 1. Образцы льна-долгунца – источники высокой урожайности и содержания волокна (2011–2020 гг.)

№ Белгенбанка	Название образца	Страна происхождения	Группа спелости	Урожайность, г/м^2			Содержание волокна, %	
				тресты	волокна			
					общего	длинного	общего	длинного
ВН05000017	Drakkar	Франция	Поздняя	**673,0**	**243,7**	**202,0**	**36,2**	**30,0**
ВН05000474	Suzanne	Нидерланды	Поздняя	**561,9**	**191,6**	**159,0**	**34,1**	**28,3**
ВН05000077	Веста	Беларусь	Средняя	538,1	**182,4**	**158,3**	**33,9**	**29,0**
ВН05000229	Rod 829	Чехия	Поздняя	**595,1**	**184,5**	150,0	31,0	25,3
ВН05000095	Глінум	Украина	Ранняя	**588,0**	**192,3**	**165,6**	**32,7**	**28,2**
ВН05000473	Alizee	Франция	Поздняя	521,1	**179,8**	**148,0**	**34,5**	**28,4**
ВН05000152	С-108	Россия	Средняя	519,2	167,2	**145,0**	32,2	**27,9**
ВН05000218	Silva	Франция	Средняя	**562,3**	173,2	140,0	30,8	25,0
ВН05000094	Гамма	Беларусь	Средняя	544,0	162,1	132,8	29,8	24,2
ВН05000192	Александрит	Россия	Средняя	485,4	156,3	128,7	**32,2**	26,4
ВН05000194	Eden	Франция	Поздняя	**555,5**	**185,0**	**148,4**	**33,3**	26,6
ВН05000120	Лада	Беларусь	Средняя	**591,3**	169,1	130,0	28,6	25,6
ВН05000131	Мара	Беларусь	Поздняя	509,4	162,0	130,6	31,8	25,5
ВН05000195	Aramis	Франция	Поздняя	**578,6**	**186,3**	129,4	**32,2**	22,3
ВН05000536	Талер	Беларусь	Поздняя	**594,7**	169,5	133,3	28,5	22,4
ВН05000513	Норд	Россия	Ранняя	456,2	147,8	128,3	**32,4**	**28,0**
ВН05000514	Добрыня	Россия	Ранняя	404,2	133,8	113,9	**33,1**	**28,2**
ВН05000557	Дипломат	Россия	Средняя	432,2	140,9	118,9	**32,6**	**27,6**
ВН05000590	Тонус	Россия	Средняя	467,5	153,8	130,6	**32,9**	**27,7**
$НСР_{0,05}$				*30,1-60,4*	*12,4-19,9*	*9,8-16,5*	*1,6-2,8*	*1,5-2,8*

Урожайность волокна – величина производная, зависит от урожая льнотресты и содержания в ней волокна. По своей биологической природе основная часть волокна сосредоточена в технической части стебля и представляет собой «комплексное волокно». Разделение на длинное (наиболее ценное) и короткое (неориентированное) волокно происходит по ряду причин. В первую очередь вследствие воздействия на тресту механическими частями машин при ее уборке и переработке. Также на выход длинного волокна оказывает влияние пораженность болезнями. Поэтому выделение источников высокой урожайности волокна и его содержания в стеблях являются одной из приоритетных задач при изучении исходного материала льна-долгунца и создании новых сортов.

В качестве источников высокой урожайности общего льноволокна (179,8-243,7 г/м^2) рекомендуется использовать сорта Drakkar, Alizee, Aramis, Eden (Франция), Веста (Беларусь), Глінум (Украина), Suzanne (Нидерланды), Rod 829 (Чехия). В качестве источников высокой урожайности длинного волокна (145,0-202,0 г/м^2) выделены Drakkar, Alizee, Eden (Франция), Веста (Беларусь), С-108 (Россия), Глінум (Украина), Suzanne (Нидерланды).

Российские современные сорта Добрыня, Тонус, Дипломат, Норд, Александрит представляют интерес как источники высокого содержания волокна (32,2–33,1 %). Они также характеризуются высоким удельным выходом длинного волокна (84,2–86,4 %).

Существенный недобор урожая, резкое ухудшение качества волокна и семян льна могут вызывать болезни. Среди болезней льна-долгунца фузариозное увядание, вызываемое грибом *Fusarium oxysporum Schl. f. lini (Bilai),* является одной из самых вредоносных. Встречается во всех странах льносеяния [12].

Зависимость восприимчивости к болезни от температурных условий настолько велика, что поражение устойчивых сортов при повышенных температурах может быть более сильным, чем восприимчивых в прохладных условиях. Поэтому многие исследователи подчеркивают, что для создания устойчивых сортов необходимо проводить испытание исходного и селекционного материала в жестких условиях, провоцирующих наиболее сильное развитие болезни [18; 19]. С этой целью выделение источников устойчивости льна-долгунца к фузариозному увяданию в процессе изучения генофонда проводилось нами в условиях инфекционно-провокационного фона.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Большинство изученных коллекционных образцов (114 образцов или 48 %) оказались восприимчивыми к фузариозу, 89 образцов (37 %) – средневосприимчивые, 22 образца (9 %) – слабовосприимчивые (табл. 2).

Таблица 2. Развитие фузариозного увядания (*Fusarium oxysporum*) у коллекционных образцов льна-долгунца

Период, годы	Количество изученных образцов, шт.	Количество образцов со степенью поражения, шт.			
		до 20%, устойчивые	21-30%, слабовосприимчивые	31-50%, средневосприимчивые	51% и выше, восприимчивые
2011-2013	126	12	11	43	60
2012-2014	21	2	4	14	1
2015-2017	24	-	-	10	14
2016-2018	13	-	2	4	7
2018-2020	55	-	5	18	32

Особую ценность для селекции представляют относительно устойчивые образцы (14 шт.), составляющие 6% от всех изученных. Это сорта белорусской селекции Гамма, Оршанский 2, Веста, Блакит, Весна и ряд зарубежных образцов, на основе которых создана признаковая коллекция по устойчивости к фузариозному увяданию в РУП «Институт льна» (табл. 3).

Таблица 3. Признаковая коллекция льна-долгунца по устойчивости к фузариозному увяданию (Fusarium oxysporum Schl. f. lini (Bilai))

Признак	Название образца	Количество образцов	Градация признака
Развитие фузариозного увядания, %	Гамма, Оршанский 2, Веста, Блакит, Весна (Беларусь), И-9, донор устойчивости к фузариозу из К-6746 (Япония), Л-1120 (Россия), Поліській 5, Каменяр, Блакітный, Украінскій ранній (Украина), Silva (Франция), CI 687 (Dillman) (США)	14	0-20

Образцы признаковой коллекции зарегистрированы в Национальном банке семян генетических ресурсов хозяйственно-полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Заключение

Таким образом, изучение нового генофонда льна-долгунца позволило выделить ряд образцов, которые рекомендованы в качестве источников высокой урожайности:

– тресты (555,5-673,0 г/м^2) - Drakkar, Silva, Eden, Aramis (Франция), Rod 829 (Чехия), Талер, Лада (Беларусь), Глінум (Украина), Suzanne (Нидерланды);

– волокна общего (179,8-243,7 г/м^2) - Drakkar, Alizee, Aramis, Eden (Франция), Веста (Беларусь), Глінум (Украина), Suzanne (Нидерланды), Rod 829 (Чехия);

- волокна длинного (145,0-202,0 г/м^2) - Drakkar, Alizee, Eden (Франция), Веста (Беларусь), С-108 (Россия), Глінум (Украина), Suzanne (Нидерланды).

Российские сорта Норд, Добрыня, Тонус, Дипломат, Александрит представляют интерес как источники высокого содержания волокна (32,4–33,1%). Они также характеризуются высоким удельным выходом длинного волокна (84,2–86,4%).

В качестве источников устойчивости к фузариозному увяданию (развитие болезни 0-20 %) выделено 14 относительно устойчивых образцов генофонда (Гамма, Оршанский 2, Веста, Блакит, Весна (Беларусь), И-9, донор устойчивости к фузариозу из К-6746 (Япония), Л-1120 (Россия), Поліській 5, Каменяр, Блакітный, Украінскій ранній (Украина), Silva (Франция), CI 687 (Dillman) (США), на основе которых создана признаковая коллекция.

Список использованных источников:

1. Брач Н.Б. Внутривидовое разнообразие льна (*Linum usitatissimum* L.) и его использование в генетических исследованиях и селекции : автореф. дис. … д-ра биол. наук : 03.00.15 ; 06.01.05 - ГНУ «ГНЦ РФ ВНИИР им. Н.И. Вавилова». – Санкт-Петербург, 2007. – 38 с.

2. Брач Н.Б., Кутузова С.Н., Пороховинова Е.А. Источники хозяйственно ценных признаков в коллекции льна // Материалы междунар. науч.- практ. конф. «Проблемы и пути повышения технологического качества льна-долгунца». - Торжок, 2005. - С. 96-102.

3. Жученко А.А. мл., Рожмина Т.А. Мобилизация генетических ресурсов льна. - Старица, 2000. – 224 с.

4. Кутузова С.Н., Брач Н.Б., Пороховинова Е.А., Павлов А.В., Шаров И.Я. Проблема селекции льна-долгунца и исходный материал для их решения в коллекции ВИР // Научные достижения — льноводству. - Тверь, 2010. – С. 28-35.

5. Diederichsen A., Richards K. Cultivated flax and the genus *Linum* L. // In: The genus *Linum*. London—NY, 2003. - P. 44.

6. Степин А.Д., Рысев М.Н., Рысева Т.А., Уткина С.В., Романова Н.В. Изучение коллекционных образцов генофонда льна-долгунца по основным хозяйственно ценным признакам в условиях Северо-Запада Российской Федерации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2021. - Т.22. - № 4. - С. 518-530. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.518-530.

7. Рожмина Т.А., Жученко А.А. мл., Мельникова Н.В., Смирнова А.Д. Устойчивость образцов генофонда льна к эдафическому стрессу // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2020. - Т.21. - №2. - С. 133-140. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.133-140.

8. Смирнова Л.А., Поздняков Б.А., Рожмина Т.А., Понажев В.П., Павлова Л.Н. Льняной комплекс России: факторы и условия эффективного развития. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. - 142 с

9. Pavelek M. Status of the Czech national flax collection and management of the International Flax // Data Base within the framework of the FAO/ESCORENA Flax and other Bast Plants Network. Flax Genetic resources in Europe, 2001. – P. 25-31.

10. Кутузова С.Н., Питько А.Г. Изучение коллекции льна (Linum usitatissimum L.): метод. указания.- ВИР, Ленинград, 1988. - 29 с.

11. Павлов А.В. Источники высокого качества волокна в коллекции льна-долгунца ВИР и их селекционная ценность: автореф. дис. … канд. с. –х. наук : 06.01.05 - ГНУ «ГНЦ РФ ВНИИР им. Н.И. Вавилова». – Санкт-Петербург, 2007. – 20 с.

12. Павлова Л.Н., Рожмина Т.А., Лошакова Н.И., Герасимова Е.Г. Основные направления селекционной работы по льну-долгунцу // Труды Кубанского аграрного университета. Вып. 3(54), Ялта, 14-15 сентября 2015. - С. 241-244.

13. Иванова Е.В. Комплексная оценка генофонда льна-долгунца и создание нового селекционного материала в условиях северо-востока Беларуси : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 - Горки, 2013. - 22 с.

14. Богдан В.З., Богдан Т.М., Литарная М.А., Иванов С.А. Селекция льна-долгунца: теоретические основы и практические результаты // Земледелие и защита растений. - 2017. - Приложение №4. - С. 12-15.

15. Дьяконов Н.А. Опыты с посевами льна семенами различного происхождения за 1911 год. // Тр. с.-х. оп. ст. Псковского губернского земства, 1914. - Вып. 1. - С. 37-45.

16. Богдан В.З., Иванова Е.В., Андроник Е.Л., Богдан Т.М., Ивашко Л.В., Маслинская М.Е. Методические указания по изучению коллекции льна *(Linum usitatissimum L.)*. - Устье, 2011. – 13 с.

17. Лошакова Н.И., Крылова Т.В., Кудрявцева Л.П. Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням. - Россельхозакадемия. - Москва, 2000. – 52 с.

18. Давидян Г.Т., Кутузова С.Н. Мировая коллекция льна-долгунца как источник доноров устойчивости к фузариозному увяданию // Лен и конопля. - 1978. - № 8. - С. 26-28.

19. Каргопольцев Л.Н., Каргопольцева Н.М. Повышение устойчивости сортов льна-долгунца к фузариозу // Лен и конопля. - 1985. - № 4. - С. 32-33.

==========

Цитирование:

Богдан В.З., Богдан Т.М., Литарная М.А., Иванов С.А., Королев К.П. Источники высокой урожайности и устойчивости к фузариозному увяданию в коллекции льна-долгунца [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_244.pdf.