

ОЦЕНКА АДАПТИВНОСТИ ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПО УРОЖАЙНОСТИ ОБЩЕГО ВОЛОКНА

М.А. Литарная, В.З. Богдан, кандидаты с.-х. наук

РУП «Институт льна»

(Поступила 23.03.2022)

Рецензент: Позняк Е.И., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительной оценки адаптивности 42 образцов коллекции льна-долгунца различного эколого-географического происхождения по признаку «урожайность общего волокна». Выявлены высокопродуктивные и наиболее приспособленные к почвенно-климатическим условиям северо-восточной части Беларуси образцы (Тонус, Норд, Дипломат, Горизонт и Добрыня (Россия), Есмань (Украина), В-168 и В-192 (Литва), Алей (Беларусь)), которые целесообразно использовать как эффективные источники в селекции на высокую урожайность общего волокна и адаптивность.

Введение. Лен-долгунец является культурой комплексного использования. Его основное назначение – получение длинного волокна и семян. Следует отметить, что это одна из наиболее трудоемких культур сельского хозяйства. Потребности в льнопродукции с каждым годом возрастают, однако урожайность и ее качество остаются низкими. Одним из основных способов решения этой проблемы является внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов, так как за счет реализации их биологических возможностей при возделывании в производственных условиях без дополнительных затрат можно увеличить урожайность льнопродукции на 30–35 % [1, 2].

В РУП «Институт льна» создано новое поколение сортов – Рубин, Маяк, Дукач, Талер, Алтын, Эверест [3]. Все они характеризуются высокой урожайностью и высоким качеством льнопродукции. В структуре посевных площадей Республики Беларусь сорта льна-долгунца, созданные ведущими селекционерами института, занимают 62,5 % (рисунок). Однако повышение конкурентоспособности производимой продукции льна-долгунца невозможно без селекционного улучшения сортов, как наиболее дешевого и доступного средства в формировании продукции с заданными потребительскими свойствами. При этом новые сорта льна наряду с высокой продуктивностью должны характеризоваться адаптивностью к условиям произрастания.

Адаптивная селекция направлена на создание сортов, обеспечивающих достаточно высокую урожайность в благоприятных условиях, и стабильную – в стрессовых. Взаимодействие «генотип – среда» усложняет процесс отбора лучших генотипов, поэтому селекционерам необходимо изучать и анализировать исходный материал с целью отбора наиболее высокопродуктивных и приспособленных к различным почвенно-климатическим условиям образцов. Источ



Рисунок – Структура посевных площадей сортов льна-долгунца возделываемых в Беларуси в зависимости от происхождения

ником исходного материала для селекции является мировая коллекция генетических ресурсов. Генофонд льна-долгунца РУП «Институт льна» постоянно пополняется и в настоящее время он располагает 628 образцами из 34 стран мира.

Целью исследований является оценка адаптивности образцов коллекции льна-долгунца по признаку «урожайность общего волокна».

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2018–2020 гг. в лаборатории селекции льна-долгунца РУП «Институт льна». Почва опытных участков дерново-подзолистая, среднесуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемая с глубины 1 м мореным суглинком со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,8 %; $pH_{(KCl)}$ – 5,4–5,8; содержание P_2O_5 – 130–375 мг/кг почвы, K_2O – 109–117 мг/кг почвы.

Объектом исследований служили 42 образца льна-долгунца различного эколого-географического происхождения. Закладку полевых опытов проводили согласно методическим указаниям по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) [4].

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались между собой по температурному режиму, по количеству, характеру и периодичности выпадения осадков, что способствовало объективной оценке образцов коллекции льна-долгунца. Гидротермический коэффициент (ГТК) в 2018 г. составил 1,47 (год оптимальный), в 2019 г. – 1,62 (год влажный), в 2020 г. – 1,83 (год влажный) [5, 6].

Для статистической обработки экспериментальных данных использовали программу MS Excel. Рассчитывали наименьшую существенную разность (HCp_{05}), коэффициент вариации (V) [7], индекс среды (I_j) [8] и коэффициент адаптивности (K_{ad}) [9].

Результаты и обсуждение. В среднем за годы исследований урожайность общего волокна варьировала от 59,7 (*Lino de fibra* (Чили)) до 153,8 г/м² (*Тонус* (Россия)) (таблица).

**Таблица – Характеристика образцов льна-долгунца по урожайности
общего волокна и адаптивности**

Образец	Урожайность общего волокна, г/м ²				V, %	K _{ао}		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Хср		2018 г.	2019 г.	2020 г.
Алей	114,9	119,0	158,1	130,7	18,3	1,09	1,09	1,41
Батист	107,5	103,6	105,6	105,6	1,9	1,02	0,95	0,94
Белоснежка	78,1	73,9	106,3	86,1	20,5	0,74	0,67	0,95
В-150	94,1	111,6	111,1	105,6	9,5	0,89	1,02	0,99
В-154	97,8	131,9	120,8	116,9	14,9	0,93	1,20	1,08
В-168	145,6	140,8	125,4	137,2	7,7	1,38	1,29	1,12
В-192	112,3	144,4	133,7	130,1	12,5	1,07	1,32	1,19
ВИР-12	78,4	81,1	66,6	75,4	10,3	0,74	0,74	0,59
ВИР-13	115,7	100,6	118,2	111,5	8,5	1,10	0,92	1,05
ВИР-14	87,0	95,1	98,2	93,4	6,2	0,83	0,87	0,87
ВИР-15	96,8	92,3	91,3	93,5	3,1	0,92	0,84	0,81
ВИР-17	93,0	91,3	69,0	84,4	15,9	0,88	0,83	0,61
Горизонт	115,1	149,5	153,7	139,4	15,2	1,09	1,36	1,37
Дипломат	137,9	141,0	143,8	140,9	2,1	1,31	1,29	1,28
Добрыня	119,3	129,1	153,0	133,8	13,0	1,13	1,18	1,36
Есмань	137,2	140,8	134,7	137,6	2,2	1,30	1,29	1,20
Іванівський	106,8	80,0	95,0	93,9	14,3	1,01	0,73	0,85
ЛІ-35-4-5-1-2	102,8	61,2	84,0	82,7	25,2	0,98	0,56	0,75
Львовський 6	81,1	54,4	71,5	69,0	19,6	0,77	0,50	0,64
Львовський 8	88,6	64,4	90,0	81,0	17,7	0,84	0,59	0,80
Міандр	91,2	82,3	115,9	96,5	18,1	0,87	0,75	1,03
Моги́лівський	118,9	120,4	139,5	126,3	9,1	1,13	1,10	1,24
Нестерка	138,7	124,5	103,1	122,1	14,7	1,32	1,14	0,92
Норд	127,1	150,5	165,8	147,8	13,2	1,21	1,37	1,48
Оршанський × Белочка	108,4	89,0	111,7	103,0	11,9	1,03	0,81	0,99
Парус	105,6	141,3	127,4	124,8	14,4	1,00	1,29	1,13
Поліський 4	66,8	78,6	82,4	75,9	10,8	0,63	0,72	0,73
Сальдо × Родник	121,6	120,7	131,8	124,7	5,0	1,15	1,10	1,17
Снежок	118,3	94,5	120,0	110,9	12,9	1,12	0,86	1,07
Союз	114,4	128,7	109,9	117,6	8,3	1,09	1,17	0,98
Сурский	114,8	153,3	121,0	129,7	15,9	1,09	1,40	1,08
Тонус	125,2	178,0	158,3	153,8	17,3	1,19	1,62	1,41
Тост 1	103,9	93,4	133,4	110,2	18,8	0,99	0,85	1,19
Цезарь	97,7	150,4	119,8	122,6	21,5	0,93	1,37	1,07
Ярок	113,8	119,9	127,2	120,3	5,6	1,08	1,09	1,13
China 1 TMP1919	91,9	130,1	106,0	109,3	17,6	0,87	1,19	0,94
Heiya 8	140,8	93,8	131,4	122,0	20,4	1,34	0,86	1,17
Kaliakra	120,6	116,9	100,2	112,6	9,7	1,15	1,07	0,89
Lino de fibra	54,5	76,9	47,6	59,7	25,6	0,52	0,70	0,42
SV 661654,79-39725	64,6	65,9	54,7	61,7	9,9	0,61	0,60	0,49
Venus	87,0	98,5	92,0	92,5	6,3	0,83	0,90	0,82
Vera	88,7	87,3	86,8	87,6	1,1	0,84	0,80	0,77
среднесортовая	105,3	109,5	112,3	109,1				
индекс среды	-3,7	0,5	3,2					
НСР₀₅	12,4	13,6	12,6					

Были выделены наиболее продуктивные (с урожайностью общего волокна более 130 г/м²) образцы льна-долгунца: *Тонус*, *Норд*, *Дипломат*, *Горизонт* и *Добрыня* (Россия), *Есмань* (Украина), *В-168* и *В-192* (Литва), *Алей* (Беларусь). Необходимо отметить, что 3 из них (*Дипломат* (Россия), *Есмань* (Украина) и *В-168* (Литва)) характеризовались незначительной изменчивостью величины данного показателя в годы исследований (коэффициент вариации составил 2,1; 2,2 и 7,7 % соответственно). Поэтому в дальнейшем их целесообразно использовать в селекционном процессе.

У коллекционных образцов *Vera* (Чехия) и *Батист* (Россия) урожайность общего волокна в среднем за три года составила всего 87,6 и 105,6 г/м², однако в годы исследований она была самой стабильной ($V = 1,1$ и 1,9%). У образцов *Нейа 8* (Китай), *Белоснежка*, *Цезарь* и *Л-35-4-5-1-2* (Россия), *Lino de fibra* (Чили) изменчивость величины данного показателя была значительной ($V > 20$ %).

С целью оценки адаптивности образцов льна-долгунца и их продуктивного потенциала использовали понятие «среднесортная урожайность» (урожайность в среднем по выборке), которая показывает норму реакции совокупности сортов на условия конкретного вегетационного периода. А также рассчитывали коэффициент адаптивности (K_{ad}), как долю урожайности общего волокна каждого образца относительно среднесортной в пределах года [9]. Среднесортная урожайность общего волокна в годы исследований варьировала незначительно от 105,3 до 112,3 г/м² и в среднем составила 109,1 г/м² (таблица).

Как было отмечено выше, климатические условия в годы исследований различались (индекс среды (I_j) изменялся от -3,7 до +3,2) (таблица).

Самым благоприятным для формирования урожайности общего волокна был 2020 г. ($I_j = +3,2$), когда в фазу бутонизации (период самого интенсивного роста растений (3–5 см в сутки) и накопления до 50–60 % волокнистых веществ) выпало большое количество осадков. Наличие в почве в этот период достаточно-го количества влаги и питательных веществ во многом способствовало формированию высокого урожая волокна и семян [10]. В условиях данного вегетационного периода у 21 образца коллекции (*Міандр* и *Есмань* (Украина), *ВИР-13*, *Снежок*, *Цезарь*, *Сурский*, *Парус*, *Сальдо* × *Родник*, *Тост 1*, *Дипломат*, *Добрыня*, *Горизонт*, *Тонус* и *Норд* (Россия), *В-154*, *В-168* и *В-192* (Литва), *Ярок*, *Могилевский* и *Алей* (Беларусь), *Нейа 8* (Китай)) коэффициент адаптивности был выше 1,00. На основании этого (по методике Л.А. Животкова) их можно отнести к потенциально высокопродуктивным. Необходимо отметить, что 9 из них (*Міандр* (Украина), *Ярок*, *Могилевский* и *Алей* (Беларусь), *Сальдо* × *Родник*, *Тост 1*, *Добрыня*, *Горизонт* и *Норд* (Россия)) в благоприятных условиях произрастания смогли в полной мере реализовать свой потенциал урожайности, так как в 2020 г. K_{ad} у них был самым высоким. У образцов *Lino de fibra* (Чили) и *SV 661654,79-39725* (Швеция) в таких же условиях коэффициент адаптивности был минимальным (0,42 и 0,49 соответственно). Данные образцы не отреагировали на оптимальные условия вегетационного периода и сформировали минимальную урожайность общего волокна (47,6 и 54,7 г/м²).

Адаптивными к неблагоприятным условиям 2018 г. ($I_j = -3,7$) были образцы льна-долгунца: *B-168* и *B-192* (Литва), *HeiYu 8* (Китай), *Нестерка*, *Дипломат*, *Норд*, *Тонус*, *Сальдо* × *Родник*, *Добрыня*, *Снежок*, *ВИР-13*, *Сурский*, *Горизонт*, *Союз*, *Орианский* × *Белочка* и *Батист* (Россия), *Есмань* (Украина), *Kaliakra* (Болгария), *Могилевский*, *Алей* и *Ярок* (Беларусь). Однако, несмотря на то, что у 5 образцов коллекции (*Нестерка*, *Союз*, *Орианский* × *Белочка* и *Батист* (Россия), *Kaliakra* (Болгария)) не было выявлено реакции на неблагоприятные условия вегетационного периода 2018 г., они не смогли реализовать свой потенциал урожайности при благоприятных условиях произрастания в 2020 г. У образцов *Иванівський* (Украина) и *Парус* (Россия) коэффициент адаптивности был близок к 1,00. В данном случае их урожайность приближалась к среднесортowej, т.е. соответствовала норме реакции культуры на условия 2018 г.

В 2019 г. среднесортowej урожайность общего волокна ($109,5 \text{ г/м}^2$) была близка к среднесортowej многолетней ($109,1 \text{ г/м}^2$), которая является критерием определения благоприятных и неблагоприятных условий для роста и развития льна-долгунца. В условиях вегетационного периода 2019 г. у 21 коллекционного образца K_{ad} был выше 1,00 (таблица). Необходимо отметить, что у 13 образцов (*Тонус*, *Сурский*, *Норд*, *Горизонт*, *Дипломат*, *Добрыня* и *Сальдо* × *Родник* (Россия), *B-192* и *B-168* (Литва), *Есмань* (Украина), *Алей*, *Могилевский* и *Ярок* (Беларусь)) величина данного показателя превышала 1,00 во все годы исследований.

Заключение

Таким образом, в условиях северо-восточной части Беларуси выявлены наиболее высокопродуктивные (со средней урожайностью общего волокна более 130 г/м^2) образцы льна-долгунца: *Тонус*, *Норд*, *Дипломат*, *Горизонт* и *Добрыня* (Россия), *Есмань* (Украина), *B-168* и *B-192* (Литва), *Алей* (Беларусь), которые обеспечивают получение стабильной урожайности общего волокна в различных почвенно-климатических условиях и способны отзываться на улучшение условий произрастания. Данные образцы целесообразно использовать в качестве исходного материала в селекционном процессе по созданию адаптивных сортов льна-долгунца с высокой потенциальной продуктивностью.

Литература

1. *Афанасьев, Б.Ф.* Принципы формирования адаптивной технологии производства льнопродукции / Б.Ф. Афанасьев // Техника в сельском хозяйстве. – 2004. – №2. – С. 39-42.
2. *Крепков, А.П.* Лен-долгунец в Сибири / А.П. Крепков. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004 – 168 с.
3. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Государственное учреждение «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; отв. ред. В.А. Бейня. – Минск, 2021. – С. 46-47.
4. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) / В. З. Богдан [и др.]. – Устье, 2011. – 13 с.
5. Агрометеорологический бюллетень: ГУ «Республиканский центр гидрометеорологии, контроля радиоактивного загрязнения и мониторинга окружающей среды»; под ред. Н. В. Мельчакова. – Минск, 2018–2020 гг.

6. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.]: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа : <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf>. – Дата доступа : 10.02.2022.

7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : «Агропромиздат», 1985. – 351 с.

8. Зыкин, В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации / В.А. Зыкин, В.В. Мешков, В.А. Сапега. – Новосибирск: Сиб. отделение ВАСХНИЛ, 1984. – С. 1–24.

9. Животков, Л.А. Методика выявления продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм по показателю «урожайность» / Л.А. Животков, З.А. Морозова, Л.И. Секагуева // Селекция и семеноводство. – 1994. – №2. – С. 3–6.

10. Налиухин, А.Н. Оптимизация применения минеральных удобрений под лён-долгунец в зависимости от комплекса агрохимических свойств дерново-подзолистых почв нечернозёмной зоны России: дис. ... доктора с.-х. наук: 06.01.04 / А.Н. Налиухин. – Москва, 2015. – 326 с.

EVALUATION OF ADAPTABILITY OF FIBRE FLAX COLLECTION SAMPLES BY «TOTAL FIBRE YIELD» CHARACTER

M.A. Litarnaya

The results of comparative adaptability evaluation of 42 samples of fibre flax collection of various ecological and geographical origins on the basis of «total fibre yield» character are presented in the paper. The following highly productive samples were identified: Tonus, Nord, Diplomat, Gorizont and Dobrynya (Russia), Esman (Ukraine), B-168 and B-192 (Lithuania), Alej (Belarus). They were most adaptive to the soil and climatic conditions of the northeast part of Belarus and should be used as effective sources in breeding for high yields of total fibre and adaptability.

УДК 633.521:631.527

ОЦЕНКА ГИБРИДНОГО МАТЕРИАЛА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА СКАЛЯРНОГО РАНЖИРОВАНИЯ

С. А. Иванов, научный сотрудник
РУП «Институт льна»
(Поступила 23.03.2022)

Рецензент: Позняк Е.И., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты применения индекса селекционной ценности (рассчитанного на основе метода скалярного ранжирования) в селекции льна-долгунца при оценке 368 гибридных растений F_2 , полученных в результате проведения тестерной и диаллельной схем скрещивания. Установлено, что лучшие показатели селекционной ценности принадлежат гибридным растениям, которые были получены в результате скрещивания родительских пар: Алея $\times$ Смена (0,726), Смена $\times$ Персей (0,722), Персей $\times$ Алея (0,696) и Снежинка $\times$ Ярост (0,650).