



ТЕХНИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ

НАУЧНЫЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр лубяных культур»

НАУЧНЫЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

ISSN 2782-2915

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой
по надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций
(РОСКОМНАДЗОР)

Свидетельство
ПИ № ФС77-82351
от 23 ноября 2021 г.

Журнал включен
в Российский индекс научного
цитирования (РИНЦ)

Результаты статей размещены
на сайте электронной научной
библиотеки: <https://elibrary.ru>
Сайт: <https://fncl.ru/nauchnaya-deyatelnost/journal/>

Охраняется законом РФ
№ 5351-1 «Об авторском праве
и смежных правах»
от 9 июля 1993 года.

Над номером работали:
И.А. Флиманкова
М.В. Алейник
М.В. Красильникова

Адрес редакции:
214025, Российская Федерация,
г. Смоленск, ул. Нахимова, д. 21
телефоны:
8(4812)41-61-10 (доб. 112),
8(4812)65-55-03
e-mail: tcpaper@mail.ru

© ФГБНУ «Федеральный
научный центр лубяных культур»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Ростовцев Р.А.

доктор технических наук, член-корреспондент РАН

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Ущатовский И.В.

кандидат биологических наук, доцент

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Кольцов Д.Н.

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Гаврилова А.Ю.

кандидат биологических наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Голуб И.А.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик НАН Беларуси

Лачуга Ю.Ф.

доктор технических наук, профессор, академик РАН

Лобачевский Я.П.

доктор технических наук, профессор, академик РАН

Никифоров А.Г.

доктор технических наук

Осепчук Д.В.

доктор сельскохозяйственных наук

Прахова Т.Я.

доктор сельскохозяйственных наук

Ратошный А.Н.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Рожмина Т.А.

доктор биологических наук

Романова И.Н.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Самсонова Н.Е.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Серков В.А.

доктор сельскохозяйственных наук

Сорокина О.Ю.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Тимошкин О.А.

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Черников В.Г.

доктор технических наук, профессор,
член-корреспондент РАН

Шардан С.К.

доктор экономических наук, доцент



СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОР

3

В.С. Ерофеева, Н.В. Пролётова
**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СЕЛЕКЦИИ
ЛЬНА-ДОЛГУНЦА НА УСТОЙЧИВОСТЬ
К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ**

14

И. В. Кабунина
**К ОБЗОРУ РЫНКА СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО
В РОССИИ**

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И АГРОНОМИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ И СЕВООБОРОТНЫХ КУЛЬТУР

22

О. Ю. Сорокина, Н. Н. Кузьменко, В. И. Ильина
**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИДКОГО ХЕЛАТНОГО
УДОБРЕНИЯ ФОРРИС НА ПОСЕВАХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА
НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

28

**А. Д. Степин, М. Н. Рысев, Т. А. Рысева,
С. В. Уткина, Н. В. Романова**
**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО
МАТЕРИАЛА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПО УРОЖАЙНОСТИ
ЛЬНОВОЛОКНА И ПАРАМЕТРАМ АДАПТИВНОСТИ
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

37

**А. Д. Степин, М. Н. Рысев, Т. А. Рысева,
С. В. Уткина, Н. В. Романова**
**ВЛИЯНИЕ АРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И ИЗМЕНИВОСТЬ ОСНОВНЫХ
ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ
ЛЬНА-ДОЛГУНЦА СОРТА ВОСХОД**

47

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫБОРОВ НОВЫХ ЧЛЕНОВ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

48

**КОНФЕРЕНЦИЯ «РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА
ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»**

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПО УРОЖАЙНОСТИ ЛЬНОВОЛОКНА И ПАРАМЕТРАМ АДАПТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2022. А. Д. Степин, М. Н. Рысев, Т. А. Рысева,
С. В. Уткина, Н. В. Романова
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,
г. Тверь, Российская Федерация

Целью исследований являлась комплексная оценка сортов и линий льна-долгунца по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности в условиях Северо-Западного региона РФ на основе конкурсного сортоиспытания, проводимого в 2016-2018 годах на опытном поле ОП Псковский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ лубяных культур. Наиболее благоприятные условия для роста и развития льна-долгунца сложились в 2017 г. ($I_j = 3,98$), а худшие – в 2018 г. ($I_j = -3,68$). Лучшими по средней урожайности льноволокна за годы исследований и урожайности в контрастных условиях были линии П-4629 ш-1 (1,97 и 1,95 т/га соответственно) и П-4382-3-2 ф-3 (1,96 и 1,92 т/га). В благоприятных условиях наибольший потенциал урожайности волокна выявлен у линии П-4629 ш-1 и сорта Добрыня (106,3% к сорту Восход). В неблагоприятных условиях более высокая адаптивность отмечена у линий П-4382-3-2 ф-3 (108,7%) и П-4453 ц-6 (104% к стандарту). Линии П-4382-3-2 ф-3, П-4453 ц-6, П-4625-4-8 ш-4 характеризовались средней степенью изменчивости (15,2-19,6), а линия П-4629 ш-1 и сорта Восход и Добрыня – сильной (22,4 - 26,4). Более высокая стрессоустойчивость отмечена у линий П-4382-3-2 ф-3 (-0,59) и П-4382-3-2 ф-3 (-0,58). Высоко отзывчивыми на условия возделывания (b_i) являлись линия П-4629 ш-1, сорта Восход и Добрыня (1,17 - 1,2); пластичными – линия П-4625-4-8 ш-4 (0,98), слабоотзывчивыми – линии П-4382-3-2 ф-3 и П-4453 ц-6 (0,77 и 0,79 соответственно). Лучшими по стабильности (Gd^2) оказались сорт Восход (0,02) и линия П-4625-4-8 ш-4 (0,1), по гомеостатичности (Hot) и общей адаптивной способности (ОАС) – генотипы П-4382-3-2 ф-3 и П-4629 ш-1. На основе комплексной оценки по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности выделены линии П-4382-3-2 ф-3 и П-4629 ш-1, набравшие наименьшие суммы рангов и обладающие наибольшим адаптивным потенциалом в условиях Северо - Запада Российской Федерации.

Ключевые слова: *Linum usitatissimum* L., сорт, линия, урожайность, пластичность, стабильность, адаптивность, стрессоустойчивость.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2019-0009).

Для цитирования: Степин А.Д., Рысев М.Н., Рысева Т.А., Уткина С.В., Романова Н.В. Комплексная оценка селекционного материала льна-долгунца по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности в условиях Северо-Запада Российской Федерации. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2022; 3(2): (28-36). DOI: 10.54016/SVITOK.2022.77.56.004

Поступила: 28.05.2022 Принята к публикации: 31.08.2022 Опубликована: 30.09.2022

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE SELECTION MATERIAL OF FLAX BY FLAX FIBER YIELD AND ADAPTABILITY PARAMETERS IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-WEST OF THE RUSSIAN FEDERATION

© 2022. A. D. Stepin, M. N. Rysev, T. A. Ryseva,
S. V. Utkina, N. V. Romanova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops,
Tver, Russian Federation

The purpose of the research was a comprehensive assessment of flax varieties and lines by flax fiber yield and adaptability parameters in the conditions of the North-Western region of the Russian Federation on the basis of a competitive variety testing conducted in 2016–2018 at the experimental field of the Pskov Research Institute of the Federal State Budgetary Scientific Research Center of Bast Crops. The most favorable conditions for the growth and development of flax were formed in 2017 ($I_j = 3,98$), and the worst – in 2018 ($I_j = -3,68$). The lines P-4629 sh-1 (1,97 - 1,95 t/ha, respectively) and were the best in terms of the average yield of flax flax over the years of research and yield under contrasting conditions -P-4382-3-2 f-3 (1,96 - 1,92 t/ha). Under favorable conditions, the greatest yield potential of fiber was revealed in the P-4629 sh-1 line and the Dobrynya variety (106,3% to standard). In unfavorable conditions, higher adaptability is observed in the lines of P-4382-3-2 f-3 (108,7%) and P-4453 c-6 (104%). Lines P-4382-3-2 f-3, P-4453 c-6, P-4625-4-8 sh-4 were characterized by an average degree of variability 15,2-19,6, and the P-4629 sh-1 line and the Voskhod and Dobrynya varieties were characterized by a strong (22,4 - 26,4%). Higher stress resistance was noted in the lines of P-4382-3-2 f-3 (-0,59) and P-4382-3-2 f-3 (-0,58). Highly responsive to the conditions of cultivation (bi) were the line P-4629 sh-1, the varieties Voskhod and Dobrynya (1,17 - 1,2); plastic – the line P-4625-4-8 w-4 (0,98), weakly responsive – lines P-4382-3-2 f-3 and P-4453 c-6 (0,77-0,79). The best in terms of stability (Gd2) were the Voskhod grade (0,02) and the line P-4625-4-8 sh-4 (0,1). According to homeostaticity (Hom) and general adaptive ability (OAS), the genotypes P-4382-3-2 f-3 and P-4629 sh-1. On the basis of a comprehensive assessment of flax fiber yield and adaptability parameters and according to the ranking system, the lines P-4382-3-2 f-3 and P-4629 sh-1, which scored the lowest amounts of ranks and have the greatest adaptive potential in the conditions of the North-West of the Russian Federation.

Keywords: *Linum usitatissimum* L., variety, line, yield, plasticity, stability, adaptability, stress resistance.

Acknowledgements: the work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center of Bast Crops" (topic No. FGSS-2019-0009).

For citation: Stepin A.D., Rysev M.N., Ryseva T.A., Utkina S.V., Romanova N.V. Comprehensive assessment of the selection material of flax by flax fiber yield and adaptability parameters in the conditions of the North-West of the Russian Federation. Technical crops. Scientific agricultural journal. 2022; 2(3): (28–36). DOI: 10.54016/SVITOK.2022.77.56.004

Received: 28.05.2022 Accepted for publication: 31.08.2022 Published online: 30.09.2022

Введение. В повышении урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе льна-долгунца, ведущая роль принадлежит сорту. По имеющимся оценкам вклад сорта в повышение урожайности сельскохозяйственных культур за последние десятилетия оценивается от 30 до 70%, и нет сомнения в том, что роль данного фактора в будущем будет возрастать [1, 2].

В последние годы селекционерами созданы новые высокопродуктивные сорта льна-долгунца с урожайностью волокна 20-25 ц с гектара и хорошим его качеством [3, 4]. Однако в производственных условиях их биологический потенциал реализуется не более чем на 45%, что связано с влиянием неблагоприятных факторов внешней среды [5, 6, 7]. В условиях региона к ним относятся все чаще повторяющиеся летние засухи, резкие перепады температур, неравномерность выпадения осадков, ливневые дожди и шквалистые ветры, что является причиной высокой вариабельности урожайности льнопродукции по годам. В этих условиях особую актуальность приобретает создание и внедрение сортов льна-долгунца, сочетающих высокую продуктивность с экологической стабильностью и пластичностью, устойчивостью к лимитирующим урожайность факторам среды [1, 8, 9].

Целью исследований являлась оценка генотипов льна-долгунца по урожайности волокна и параметрам адаптивности на основе результатов конкурсного (селекционного) сортоиспытания в условиях Северо-Запада России и выделение наиболее ценных из них для практической селекции.

Методика исследований. Исследования проводились на опытном поле ОП Псковский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ лубяных культур в течение 2016-2018 гг. Объектом исследований являлись сорта и перспективные линии льна-долгунца, изучавшиеся в конкурсном сортоиспытании. В качестве стандарта использовался районированный в области раннеспелый сорт Восход. Почва опытного участка – дерново-слабоподзолистая, легкосуглинистая на карбонатной морене со следующими агрохимическими показателями: $pH_{\text{сол.}}$ – 5,0-5,2, содержание подвижного фосфора (P_2O_5) – 304-366 мг/кг почвы, об-

менного калия (K_2O) – 112-146 мг/кг почвы, гумуса – 2,3- 2,6%. Предшественник – многолетние травы. Система обработки почвы включала следующие агротехнические приемы: обработка поля от сорняков гербицидом сплошного действия «Торнадо -500» с нормой расхода – 1,5 л/га, зяблевая вспашка, ранневесеннее боронование, предпосевная культивация с одновременным боронованием в 2 следа и прикатывание. Под предпосевную культивацию вносили азофоску (16:16:16) – 1,5 ц/га. Закладка опытов, учеты и наблюдения проводились в соответствии с Методическими указаниями по селекции и первичному семеноводству льна-долгунца [10].

Посев проводился сеялкой Саксония с междурядьями 10 см. Площадь делянки – 25 м², повторность 4-кратная. Норма высева – 21 млн всхожих семян на 1 га. В период вегетации, в соответствии с методикой, проводились фенологические наблюдения, оценка образцов по устойчивости к полеганию, измерение высоты растений, фитопатологический анализ растений. Уборка урожая осуществлялась вручную. В лабораторных условиях проводили учет урожая соломы и семян, содержание волокна в соломе определяли методом тепловой мочки.

В процессе статистической обработки урожайных данных оценивали следующие показатели: коэффициент вариации (CV, %), долю влияния сорта и абиотических условий на формирование урожайности льноволокна и дисперсионный анализ по Б.А. Доспехову [11], индекс условий среды (Ij), коэффициент регрессии (bi), стабильность сорта в различных условиях среды (Gd^2) определяли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [12], показатель стрессоустойчивости ($Y_2 - Y_1$) и генетической гибкости $(Y_1 + Y_2)/2$ по уравнениям А.А. Rosielle, J. Hamblin [13] в изложении А.А. Гончаренко, параметры гомеостатичности (H_{om}) – по В.В. Хангильдину [14], коэффициент адаптивности (КА) – по методу Л.А. Животкова [15], общую адаптивную способность (ОАС) – по методике А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [16].

Метеорологические условия 2016-2018 годов существенно различались по температурному режиму и количеству выпавших

осадков, варьирующему в течение вегетационных периодов. Это позволило выявить генотипические особенности изучаемых образцов в различных условиях среды и дать объективную оценку сортам по продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам.

Вегетационный период 2016 года был теплым и дождливым. Среднесуточная температура воздуха превышала средне многолетнюю в мае на 2,4⁰С, в июне – на 1,1⁰С, в июле – на 0,4⁰С и в августе – на 0,2⁰С. За вегетационный период выпало 403 мм осадков, что в 1,3 раза превысило норму. ГТК составил 1,98, что указывает на избыточное увлажнение. Вегетационный период 2017 года был умеренно теплым с достаточным количеством осадков (ГТК – 1,72), что способствовало нарастанию вегетативной массы и получению высокого урожая льнопродукции.

Период вегетации (май – август) 2018 года характеризовался повышенным температурным фоном и недостаточным количеством выпавших осадков. Среднесуточные температуры воздуха по месяцам превышали средне многолетние данные на 0,5 – 3,6%, а количество осадков составило 209 мм, при норме – 317 мм или 65,9%. Гидротермический коэффициент по Селянинову за вегетационный период составил 0,95, что характеризует его как слабозасушливый. Все это оказало негативное влияние на формирование урожайности льнопродукции.

Результаты и их обсуждение. На осно-

вании двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что в формировании урожайности льноволокна решающую роль играют условия года, доля влияния которого составила 86,4%. Фактор «сорт» только на 9,6% определял урожайность льноволокна, а их взаимодействие – на 4,0%. Влияние последних также было достоверным. Условия выращивания льна-долгунца в годы исследований существенно различались. Из анализа индексов условий среды следует (табл. 1), что наиболее благоприятные условия для формирования урожайности льноволокна сложились в 2017 году ($I_j = 3,92$), а худшие в 2018 году ($I_j = -3,61$).

Резкие различия в характере метеоусловий способствовали значительной вариабельности урожайности льноволокна у исследуемых сортов и линий, что связано с их недостаточной экологической устойчивостью. Наибольшая средняя сортовая урожайность льноволокна у испытываемых селекционных образцов (22,5 ц/га) была получена в 2017 году при положительном индексе среды (+3,92), а наименьшая (15 ц/га) – в 2018 году при отрицательном индексе среды (-3,61). В 2016 году она составила 18,3 ц/га при индексе среды -0,29. Урожайность льноволокна сортообразцов за годы исследований (2016-2018 гг.) варьировала от 13,4 ц/га (стандарт – сорт Восход, 2018 г.) до 23,9 ц/га (линия П-4629 ш-1, сорт Добрыня, 2017 г.), а по средним данным от 17,5 (сорт Восход) до 19,7 ц/га (линия П-4629 ш-1).

Таблица 1 – Оценка сортообразцов льна-долгунца по реализации потенциальной урожайности льноволокна и коэффициенту адаптивности (2016–2018 гг.)

Сорт, линия	Урожайность льноволокна, т/га				CV, %	КА	Реализация потенциала урожая, %
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Х ср			
П-4382-3-2 ф-3	2,04	2,21	1,63	1,96	15,2	1,05	88,7
П-4453 ц-6	1,9	2,15	15,6	18,7	16,9	1,01	86,9
П-4625-4-8 ш-4	1,74	2,17	1,44	1,78	19,6	0,96	82
П-4629 ш-1	2,01	2,39	1,51	1,97	22,4	1,06	82,4
Восход – ст.	1,71	2,21	1,34	1,75	24,9	0,94	79,6
Добрыня	1,59	2,39	1,52	1,83	26,4	0,98	76,6
Средняя сортовая	1,83	2,25	1,5	1,86			
Индекс среды – I_j	-0,29	+3,92	-3,61				
$НСР_{0,95}$	0,12	0,11	0,08	0,15			

В благоприятном по погодным условиям 2018 году сорт Добрыня и линия П-4629 ш-1 по урожайности льноволокна существенно превзошли среднесортовой показатель (22,5 ц/га) и стандарт Восход (22,1 ц/га) на 6,2-8,1% соответственно. В неблагоприятный по индексу условий среды 2018 год по урожайности льноволокна выделилась линия П-4382-3-2 ф-3, достоверно превысившая среднесортовой показатель по урожайности льноволокна (15 ц/га) на 1,3 ц/га или 8,7%, а стандарт – на 2,9 ц/га (21,6%). На уровне среднесортовой находилась урожайность льноволокна у линий П-4453 ц-6 (15,6 ц/га), П-4629 ш-1 (15,1 ц/га) и сорта Добрыня (15,1 ц/га). Все испытываемые линии по урожайности льноволокна достоверно превышали в 2018 году стандарт на 7,5-21,6%. При этом следует отметить, что линия П-4629 ш-1 одновременно проявила высокий потенциал продуктивности и адаптивности в контрастных условиях.

Наиболее высокой средней урожайностью волокна за 2016-2018 годы характеризовались линии П-4382-3-2 ф-3 (19,6 ц/га) и П-4629 ш-1 (19,7 ц/га), превысившие стандарт Восход (17,5 ц/га) на 12-12,6% соответственно. При этом у образца П-4629 ш-1 во все годы исследований прибавки урожая были достоверными, а у П-4382-3-2 ф-3 только в неблагоприятные по индексу среды (J_i) годы.

Исследуемые сорта и линии не в полной мере реализовали свой высокий потенциал урожайности. Его реализация в среднем по опыту составила 82,7%, а в разрезе образцов она варьировала от 76,6,6 до 88,7%. Лучшими по данному показателю были линии П-4382-

3-2 ф-3 и П-4453 ц-6 (88,7 и 86,9% соответственно).

Изменчивость урожайности льноволокна по годам исследований у линий П-4382-3-2 ф-3, П-4453 ц-6 и П-4625-4-8 ш-4 была средней ($CV = 15,2 - 19,6\%$), тогда как у линии П-4629 ш-1 и сортов Восход, Добрыня – сильной ($CV = 22,4 - 26,4\%$).

В неблагоприятных погодных условиях потенциальная продуктивность реализуется слабо, но может проявиться их адаптивность. Для оценки сортов по данному параметру использовали коэффициент адаптивности (КА) по методу Л.А. Животкова [15], который представляет собой сопоставление урожайности изучаемых сортов со среднесортовой урожайностью. В наших исследованиях коэффициент адаптивности варьировал от 0,94 до 1,06. Высокой адаптивностью и потенциальной продуктивностью характеризовались линии П-4382-3-2 ф-3, П-4629 ш-1 и П-4453 ц-6, у которых коэффициент адаптивности превышал единицу.

Устойчивость к стрессу сортов и линий – важнейший показатель адаптивности и экологической пластичности, который определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$). Этот параметр имеет отрицательный знак, и чем меньше величина этого показателя, тем выше устойчивость генотипа к неблагоприятным факторам среды. Наиболее высокую стрессоустойчивость проявили линии П-4382-3-2 ф-3, П-4453 ц-6, значения которых варьировали в пределах -0,58... -0,59, что свидетельствует о широком диапазоне их приспособительных возможностей (табл. 2).

Таблица 2 – Оценка сортов и линий льна-долгунца по параметрам адаптивности (2016-2018 гг.)

Сорт, линия	Параметры адаптивности						
	$Y_2 - Y_1$	$Y_1 + Y_2 / 2$	d	bi	Gd ²	Hom	OAC
П-4382-3-2 ф-3	-0,58	1,92	26,2	0,77	1,58	7,47	0,1
П-4453 ц-6	-0,59	1,86	27,4	0,79	0,43	6,97	0,01
П-4625-4-8 ш-4	-0,73	1,81	33,6	0,98	0,1	6,3	-0,08
П-4629 ш-1	-0,87	1,95	36,8	1,17	0,85	7,34	0,11
Восход – ст.	-0,87	1,77	20,8	1,17	0,02	3,23	-0,11
Добрыня	-0,87	1,95	36,4	1,2	6,52	6,03	-0,03

Средняя урожайность сорта в контрастных (благоприятных и неблагоприятных) условиях $(Y_1 + Y_2/2)$ характеризует его генетическую гибкость и компенсаторскую способность. Чем выше данный показатель, тем выше степень соответствия между генотипом сорта и различными факторами среды. Наиболее высокую урожайность льноволокна в контрастных условиях обеспечили линии П-4629 ш-1, П-4382-3-2 ф-3 и сорт Добрыня, превысившие среднесортную величину признака (1,86 т/га) на 3,2 – 4,8%.

Размах урожайности (d) показывает отношение разницы между максимальной и минимальной урожайностью сорта к максимальной, выраженное в процентах. Чем ниже показатель d, тем стабильнее урожайность сорта в данных условиях. Лучшими по этому показателю были стандартный сорт Восход и линии П-4382-3-2 ф-3, П-4453 ц-6, а худшими сорт Добрыня и линия П-4629 ш-1.

Наиболее отзывчивыми на улучшение условий выращивания ($b_1 > 1$), согласно модели S.A. Eberhart, W.A. Russell [12], являлись сорта Восход, Добрыня и линия П-4629 ш-1 ($b_1 = 1,17 - 1,2$). Подобная реакция на условия среды позволила им сформировать высокую среднюю урожайность. Эти сорта относятся к интенсивному типу, которые максимально реализуют свой генетический потенциал в благоприятных агрометеорологических условиях и высоком уровне агротехники, но значительно снижают урожайность в неблагоприятных условиях выращивания, что приводит к её значительной вариабельности.

Сортообразцы П-4382-3-2 ф-3, П-4453 ц-6 имели значение $b_i < 1$ (0,77 – 0,79), что свидетельствует об их слабой реакции на улучшение условий выращивания, но вместе с тем они лучше адаптированы к средним и худшим условиям среды. Подобная реакция свойственна сортам экстенсивного и полунтенсивного типов. Их следует использовать на экстенсивном фоне и в зонах с более жестким характером агрометеорологических условий, где они могут дать максимальную урожайность (в пределах возможности сорта) при минимуме затрат.

Имеются различия у изучаемого набора сортов и по показателям стабильности уро-

жайности (Gd^2). Чем меньше квадратичное отклонение фактических урожаев от теоретических (коэффициент стабильности), тем стабильнее сорт. По данному показателю в изучаемом наборе сортов (линий) наиболее стабильными по урожайности волокна являются стандарт Восход и линия П-4625-4-8 ш-4 ($Gd^2 = 0,02$ и $0,01$ соответственно). Среди выделившихся по урожайности волокна образцов льна-долгунца самую низкую стабильность имели сорт Добрыня и линия П-4382-3-2 ф-3 ($Gd^2 = 6,52$ и $1,58$ соответственно). Линии П-4453 ц-6 и П-4629 ш-1 занимали промежуточное значение.

Одним из важных показателей, характеризующих устойчивость растений к изменению неблагоприятных факторов среды, служит гомеостатичность (Hom). Критерием гомеостатичности сортов можно считать их способность поддерживать низкую вариабельность признаков продуктивности. В этом проявляется связь гомеостатичности (Hom) с коэффициентом вариации (CV), которая характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды. За период исследований по этим показателям наибольшую стабильность при изменении условий выращивания проявили линии П-4382-3-2 ф-3 ($V=15,2\%$; $Hom=7,47$) и П-4453 Ц-6 ($V=16,9\%$; $Hom=6,97$). Большая вариабельность и низкая гомеостатичность отмечена у сорта Восход ($V=26,4\%$, $Hom=1,46$), что указывает на его нестабильность и низкую адаптивность в условиях региона. Следует отметить, что оценка сортов по указанным показателям не полностью совпадает с оценкой на стабильность по S.A. Eberhart и W.A. Russell (Gd^2).

Общая адаптивная способность (ОАС) сортов характеризует их способность формировать высокий уровень урожайности в разнообразных условиях среды. Среди изучаемых нами сортов и линий льна-долгунца наиболее высокие значения ОАС имели сортообразцы П-4382-3-2 ф-3 (1,3) и П-4629 Ш-1 (1,4), которые отличались и наибольшей урожайностью льноволокна за годы исследований.

В наших исследованиях оценка генотипов льна-долгунца по пластичности и стабильности проводилась различными методами.

Полученные результаты показали, что направления и величина связей одних и тех же параметров друг с другом и с урожайностью волокна по ним не всегда совпадают. Для получения более достоверных результатов мы использовали принцип ранжирования по всем параметрам, а окончательную оценку проводили по сумме баллов.

Ранжированная оценка сортообразцов по параметрам адаптивности (стрессоустойчивости, гибкости, изменчивости, генетической гибкости, пластичности, стабильности, гомеостатичности, общей адаптивной способности), с учетом наименьшей суммы баллов (рангов), позволила выявить генотипы льна-долгунца, наиболее приспособленные к условиям Северо-Западного региона (табл. 3). К ним относятся линии П-4382-3-2 ф-3 и

П-4629 ш-1, набравшие наименьшие суммы рангов (20 и 22 соответственно).

Линия П-4382-3-2 ф-3 характеризуется относительно слабой изменчивостью, слабой отзывчивостью на улучшение условий среды, высокой — стрессоустойчивостью, генетической гибкостью, реализацией потенциала, адаптивностью и общей адаптивной способностью, высокой гомеостатичностью и одновременно одной из самых высоких средних урожайностей льноволокна. Данную линию можно отнести к сортам полуинтенсивного типа, которые хорошо адаптированы к условиям региона и способны обеспечивать высокую урожайность волокна при изменяющихся условиях среды, в том числе в жестких агроклиматических условиях.

Таблица 3 – Ранги параметров адаптивной способности сортообразцов льна-долгунца по урожайности льноволокна

Сорта, линии	Параметры адаптивности									
	CV	bi	Gd ²	Y ₂ -Y ₁	Y ₁₊ Y ₂ /2	КА	Реализация потенциала	ОАС	Ном	Сумма
П-4382-3-2 ф-3	1	5	5	1	2	2	1	2	1	20
П-4453 ц-6	2	4	3	2	3	3	2	3	3	25
П-4625-4-8 ш-4	3	3	2	3	4	5	4	5	4	33
П-4629 ш-1	4	2	4	4	1	1	3	1	2	22
Восход ст.	5	2	1	4	5	6	5	6	6	40
Добрыня	6	1	6	4	1	4	6	4	5	37

Линия П-4629 ш-1 характеризуется самой высокой в опыте урожайностью волокна, высокой пластичностью и средней стабильностью, высокой вариабельностью и размахом урожайности, высокой гомеостатичностью и слабой стрессоустойчивостью, высокой адаптивностью и общей адаптивной способностью. Её следует отнести к сортам интенсивного типа, которые хорошо отзываются на улучшение условий выращивания и требуют высокого уровня агрофона, при котором способны реализовать свой высокий потенциал урожайности волокна.

Выводы. Использование различных методов определения экологической пластичности и стабильности сельскохозяйственных растений, наряду с принципом ранжирова-

ния, на заключительном этапе селекционного процесса — конкурсном сортоиспытании позволило достоверно оценить селекционный материал льна-долгунца и отобрать из него наиболее адаптивные генотипы, максимально приспособленные к почвенно-климатическим условиям Северо-Западного региона, а также определиться с выбором агроприёмов при разработке сортовой агротехники.

Исходя из комплексной оценки селекционного материала по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности лучшими за годы исследований были линии П-4382-3-2 ф-3 и П-4629 ш-1, набравшие наименьшие суммы рангов и обеспечившие получение наиболее высокой и стабильной урожайности льна-долгунца.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М.: РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с.
2. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – № 51(5). – С. 617-626.
3. Павлова Л.Н., Герасимова Е.Г., Румянцева В.Н., Кудрявцева Л.П. Новые сорта льна-долгунца – основа повышения эффективности отрасли льноводства / Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы. – Тверь: Твер. гос. универ., 2018. – С. 23-25.
4. Степин А.Д., Рысев М.Н., Кострова Г.А., Уткина С.В. Основные направления и результаты научных исследований Псковского НИУ по селекции льна-долгунца // Известия Великолукской ГСХА. – 2019. – № 2). – С. 14-20.
5. Рожмина Т.А., Сорокина О.Ю., Киселева Т.С., Смирнова М.И., Смирнова А.Г. Скрининг образцов коллекции льна по его устойчивости к стрессовым факторам среды / Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы. – Тверь: Твер. гос. универ., 2018. – С. 28-31.
6. Степин А.Д., Рысев М.Н., Рысева Т.А., Уткина С.В., Романова Н.В. Скрининг сортообразцов льна-долгунца коллекции ВИР по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности в условиях Северо-Западного региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – № 21(2). – С. 141-151.
7. Трабурова Е.А., Рожмина Т.А. Изучение коллекционных образцов коллекции льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 32(11). – С. 40-42.
8. 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. – № 22(4). – С. 518-530.
9. Жученко А.А. мл., Рожмина Т.А. Генетические ресурсы и селекция растений – главные механизмы адаптации в сельском хозяйстве // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 6(86). – С. 3-9.
10. Понажев В.П., Павлова Л.Н., Рожмина Т.А., Лошакова Н.И., Кудрявцева Л.П., Виноградова Е.Г. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца (методические указания). – Тверь: Тверской гос. ун-т, 2014. – 140 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
12. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. – Crop.Sci. – 1966. – No. 6(1). – 38-40 p.
13. Rossielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. – Crop.Sci. – 1981. – №. 21(6). – 27-29 p.
14. Хангильдин В.В., Бирюков С.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / Генетико-цитологические аспекты селекции сельскохозяйственных растений: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ. – Одесса: ВСГИ, 1984. – С 67-76.
15. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» // Селекция и семеноводство. – 1994. – № (2). – С. 3-6.
16. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. – Минск: Тэхналогія, 1997. – 372 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Степин Александр Дмитриевич, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зам. директора ОП Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» – обособленное подразделение Псковский НИИСХ, д. 1, ул. Мира, дер. Родина, Псковская область, Российская Федерация, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9009-878X>, e-mail: info.psk@fncl.ru

Рысев Михаил Николаевич, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» – обособленное подразделение Псковский НИИСХ, д. 1, ул. Мира, дер. Родина, Псковская область, Российская Федерация, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9291-7593>, e-mail: m.rysev.psk@fncl.ru

Рысева Тамара Андреевна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» – обособленное подразделение Псковский НИИСХ, д. 1, ул. Мира, дер. Родина, Псковская область, Российская Федерация, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5420-8419>, e-mail: t.ryseva.psk@fncl.ru

Уткина Светлана Владимировна, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» – обособленное подразделение Псковский НИИСХ, д. 1, ул. Мира, дер. Родина, Псковская область, Российская Федерация, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7006-6713>, e-mail: s.utkina.psk@fncl.ru

Романова Надежда Владимировна, научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» – обособленное подразделение Псковский НИИСХ, д. 1, ул. Мира, дер. Родина, Псковская область, Российская Федерация, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4661-7810>, e-mail: n.romanova.psk@fncl.ru

Alexander D. Stepin, PhD in Agricultural science, leading researcher, head of the separate division Pskov Research Institute of Agriculture, Federal Research Center for Bast Fiber Crops – Separate Division of the Pskov Scientific Research Institute of Agriculture, 1, Mira str., Rodina village, Pskov region, Russia Federation, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9009-878X>, e-mail: info.psk@fncl.ru

Mikhail N. Rysev, PhD in Agricultural science, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops – Separate Division of the Pskov Scientific Research Institute of Agriculture, 1, Mira str., Rodina village, Pskov region, Russia Federation, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9291-7593>, e-mail: m.rysev.psk@fncl.ru

Tamara A. Ryseva, PhD in Agricultural science, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops – Separate Division of the Pskov Scientific Research Institute of Agriculture, 1, Mira str., Rodina village, Pskov region, Russia Federation, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5420-8419>, e-mail: t.ryseva.psk@fncl.ru

Svetlana V. Utkina, senior researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops – Separate Division of the Pskov Scientific Research Institute of Agriculture, 1, Mira str., Rodina village, Pskov region, Russia Federation, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7006-6713>, e-mail: s.utkina.psk@fncl.ru

Nadezhda V. Romanova, researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops – Separate Division of the Pskov Scientific Research Institute of Agriculture, 1, Mira str., Rodina village, Pskov region, Russia Federation, 180559, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4661-7810>, e-mail: n.romanova.psk@fncl.ru