

Оценка сортов льна-долгунца по продуктивности и адаптивности в условиях Северо-Западного региона России

© 2025. 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

Цель исследований – изучить различные по эколого-географическому происхождению генотипы льна-долгунца по продуктивности льноволокна, показателям адаптивности и экологической устойчивости в условиях Псковской области (Северо-Западный регион РФ). Оценку 20 сортов льна-долгунца из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова проводили в 2021–2023 гг. в сравнении со стандартным сортом Добрыня. Наиболее благоприятные гидротермические условия вегетационного периода для роста и развития льна-долгунца сложились в 2022 г., когда гидротермический коэффициент (ГТК) составил 1,43, а индекс условий среды (I_j) – +28,1; неблагоприятные – в 2021 г. (ГТК = 2,07; I_j = -37,8). Среднесортная урожайность льноволокна в эти годы составила 202,8 и 136,9 г/м² соответственно. Средняя урожайность по сортам за 2021–2023 гг. варьировала в пределах 117,0...220,7 г/м². Из испытываемых 20 сортов 10 превысили среднесортную урожайность (174,7 г/м²), 7 – стандартный сорт Добрыня (190,2 г/м²). Статистически значимое превышение урожайности над стандартом отмечали у сортов из Франции (Bolchoi – 220,7 г/м², Olga – 214,5 г/м²) и Беларуси (Веста – 213,3 г/м²). Сорта заметно различались по степени адаптивности и экологической устойчивости, о чем свидетельствуют существенные колебания значений показателей: коэффициентов вариации (CV) – 9,0...38,8 %; адаптивности (KA) – 67,0...126,3 %; пластичности (b_i) – 0,41...1,82; стабильности (Gd^2) – 2,5...2385,5; размаха урожайности (d) – 14,3...62,3 %; стрессоустойчивости ($Y_2 - Y_1$) – -24,3...-108,2 г/м²; генетической гибкости ($(Y_1 + Y_2)/2$) – 111,8...223,1 г/м²; гомеостатичности (Hom) – 17,6...58,0; общей адаптивной способности (ОАС) – -51,5...+46,0 г/м². На основании комплексной оценки урожайности льноволокна и вышеперечисленных показателей, с учетом принципа ранжирования, выделены высокопродуктивные сорта, наиболее приспособленные к условиям Северо-Запада России: Добрыня, Тонус (Россия); Веста, Грант (Беларусь); Каменяр (Украина); Bolchoi, Olga (Франция), которые будут использованы в селекции на адаптивность.

Ключевые слова: сортообразцы, условия среды, урожайность, изменчивость, генетическая гибкость, пластичность, гомеостатичность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2024-0001).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Степин А. Д., Рысев М. Н., Рысева Т. А., Уткина С. В., Романова Н. В. Оценка сортов льна-долгунца по продуктивности и адаптивности в условиях Северо-Западного региона России. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025;26(5):1015–1025. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.5.1015-1025>

Поступила: 25.03.2025

Принята к публикации: 22.09.2025

Опубликована онлайн: 31.10.2025

Assessment of flax cultivars by productivity and adaptability in the conditions of the North-Western region of Russia

© 2025. Alexander D. Stepin✉, Michail N. Rysev, Tamara A. Ryseva, Svetlana V. Utkina, Nadezhda V. Romanova
Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russian Federation

The purpose of the research is to study different in ecological and geographical origin fiber flax genotypes in terms of flax fiber productivity, adaptability and environmental sustainability in the Pskov region (North-Western region of the Russian Federation). The evaluation of 20 cultivars of flax from the collection of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov was carried out in 2021–2023 in comparison with the standard 'Dobrynya' cultivar. The most favorable hydrothermal conditions of the growing season for the growth and development of flax were formed in 2022, when the hydrothermal coefficient (HTC) was 1.43, and the environmental conditions index (I_j) was +28.1; unfavorable – in 2021 (HTC = 2.07; I_j = -37.8). The average annual yield of flax fiber in these years was 202.8 and 136.9 g/m², respectively. The average yield of the cultivars for 2021–2023 ranged from 117.0...220.7 g/m². Of the 20 cultivars tested, 10 exceeded the average grade yield (174.7 g/m²), 7 exceeded the standard 'Dobrynya' cultivar (190.2 g/m²). A statistically significant excess of yield over the standard was noted in cultivars from France ('Bolchoi' – 220.7 g/m², 'Olga' – 214.5 g/m²) and Belarus ('Vesta' – 213.3 g/m²). The cultivars differed considerably in the degree of adaptability and environmental sustainability, as evidenced by significant fluctuations in the values of the indicators: coefficients of variation (CV) – 9.0...38.8 %, adaptivity (KA) – 67.0...126.3 %, plasticity (b_i) – 0.41...1.82, stability (Gd^2) – 2.5...2385.5; yield range (d) – 14.3...62.3 %; stress resistance ($Y_2 - Y_1$) – -24.3...-108.2 g/m², genetic flexibility ($(Y_1 + Y_2)/2$) – 111.8...223.1 g/m², homeostaticity (Hom) – 17.6...58.0, general adaptive capacity (GAC) – -51.5...+46.0 g/m². Based on a comprehensive assessment of flax fiber yield and the above-mentioned

indicators, taking into account the ranking principle, highly productive cultivars have been identified that are most adapted to the conditions of the North-West of Russia: 'Dobrynya', 'Tonus' (Russia); 'Vesta', 'Grant' (Belarus); 'Kamenyar' (Ukraine); 'Bolchoi', 'Olga' (France), which will be used in breeding for adaptivity.

Keywords: samples, environmental conditions, yield, variability, genetic flexibility, plasticity, homeostaticity

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (topic No. FGSS-2024-0001). The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interests: the authors stated that there was no conflict of interests.

For citation: Stepin A. D., Rysev M. N., Ryseva T. A., Utkina S. V., Romanova N. V. Assessment of flax cultivars by productivity and adaptability in the conditions of the North-Western region of Russia. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2025;26(5):1015–1025. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.5.1015-1025>

Received: 25.03.2025

Accepted for publication: 22.09.2025

Published online: 31.10.2025

Лен-долгунец выделяется среди технических культур своей многофункциональностью. Переработка этой культуры позволяет получать волокно, семена и костру. Его используют в текстильной, пищевой, фармацевтической, строительной, химической индустрии, а также в оборонном секторе и других отраслях. Внутренний рынок ежегодно нуждается в более чем 100 тысячах тонн волокна. Масло семян льна богато альфа-линоленовой кислотой (омега 3) и обладает целебными свойствами, широко употребляется для изготовления олифы, так как относится к быстровысыхающим маслам [1, 2].

Современные селекционные программы нацелены на создание сортов льна-долгунца с высоким качеством продукции и устойчивой реализацией генетического потенциала. Влияние неблагоприятных стрессовых факторов среды на продуктивность современных сортов остается значительной [3].

На растения воздействуют различные экстремальные условия среды, влияющие на темпы роста и развития, величину урожайности льнопродукции [4].

К современному сорту льна-долгунца предъявляются жесткие требования [5]. Он должен обладать целым комплексом ценных признаков, большая часть которых наследуется полигенно; многие из них складываются из нескольких показателей, находящихся в прямой или обратной связи друг с другом [6, 7, 8].

При создании исходного материала необходимо интенсивнее использовать образцы из мировой коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР), которая охватывает практически всё генетическое разнообразие этой культуры, что позволяет создавать сорта, отвечающие различным требованиям селекции и производства [9]. С целью ускорения и повышения результативности селекционного процесса

необходимо предварительное изучение коллекционных образцов в конкретных природно-климатических условиях. Наиболее приспособленные к таким условиям генисточки используют в скрещиваниях [10]. Для этого в Псковском НИИСХ (обособленном подразделении ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур») регулярно (один раз в 5 лет) формируется новый питомник экологического испытания коллекции льна-долгунца.

Для оценки потенциала сортов по урожайности применяются разные методы, отличающиеся сложностью и точностью [11, 12, 13, 14]. Рекомендуются комплексный подход с их ранжированием [15, 16]. При равной урожайности предпочтение отдается адаптивным генотипам. Исследования адаптивного потенциала сортов активно ведутся на разных культурах, однако на льне-долгунце их недостаточно [7, 8, 10]. На сегодняшний день выявлено крайне ограниченное количество генотипов льна, обладающих устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, что сдерживает проведение целенаправленной селекции в этом направлении и подчеркивает актуальность данной работы [17].

Цель исследований – изучить различные по эколого-географическому происхождению генотипы льна-долгунца из мировой коллекции ВИР по продуктивности льноволокна и адаптивности в условиях Псковской области (Северо-Западный регион РФ).

Научная новизна – впервые выявлены продуктивные генотипы льна-долгунца, устойчивые к стрессам Северо-Запада России, пригодные для создания адаптивных сортов.

Материал и методы. Исследования проводили в 2021–2023 гг. на опытном поле Псковского НИИСХ с использованием 20 сортов льна-долгунца из коллекции ВИР, включая образцы из России, Беларуси, Украины и Франции (табл. 1).

Таблица 1 – Образцы коллекции льна-долгунца и их происхождение (2021–2023 гг.) /
Table 1 – Samples of the flax collection and their origin (2021–2023)

<i>№ по каталогу ВИР /</i> <i>Catalog number of VIR</i>	<i>Название сорта (образца) /</i> <i>Name of the cultivar(sample)</i>	<i>Происхождение /</i> <i>Origin</i>
к-7244	Факел / 'Fakel'	Россия / Russia
к-8002	Томский17 / 'Tomsk17'	Россия / Russia
к-8003	Томский18 / 'Tomsk18'	Россия / Russia
к-8172	Импульс / 'Impulse'	Россия / Russia
к-8413	Борец / 'Borets'	Беларусь / Belarus
к-8414	Заказ / 'Zakaz'	Беларусь / Belarus
к-8415	Ритм / 'Rhythm'	Беларусь / Belarus
к-8505	Гладиатор / 'Gladiator'	Украина / Ukraine
к-8556	Каменяр / 'Kamenyar'	Украина / Ukraine
к-8671	Весничка / 'Vesnichka'	Россия / Russia
к-8694	Вручий / 'Vruchiy'	Украина / Ukraine
к-8695	Глазур / 'Glazur'	Украина / Ukraine
к-8775	Тонус / 'Tonus'	Россия / Russia
к-8877	Снежок желтосемянный / 'Snezhok zheltosemyanniy'	Россия / Russia
к-8892	Веста / 'Vesta'	Беларусь / Belarus
к-8893	Левит1 / 'Levit1'	Беларусь / Belarus
к-8894	Ласка / 'Laska'	Беларусь / Belarus
к-8895	Грант / 'Grant'	Беларусь / Belarus
к-8962	'Bolchoi'	Франция / France
к-8963	'Olga'	Франция / France
Стандарт / Standard	Добрыня / 'Dobrynya'	Россия / Russia

В качестве стандарта по всем признакам, определяющим продуктивность, был выбран районированный сорт Добрыня, выведенный в Псковском НИИСХ.

Почва опытного участка дерново-слабо-подзолистая легкосуглинистая на карбонатной морене со следующими агрохимическими показателями: $pH_{\text{сол.}}$ – 5,0–5,2; содержание подвижного фосфора (P_2O_5) – 279–366 мг/кг почвы и калия (K_2O) 112–175 мг/кг почвы (по методу Кирсанова); гумуса – 2,3–2,6 % (по методу Тюрина). Предшественник – многолетние травы. Агротехника – общепринятая¹. Удобрения вносили в дозе $N_{24}P_{24}K_{24}$. Исследования проводили по общепринятой методике².

Посев рядовым способом, учет урожая – сплошной, поделочный. Урожайность льноволокна рассчитывали на основе урожайности

льносоломы и содержания волокна. Выделение льноволокна из стеблей осуществляли методом тепловой мочки, его качество оценивали в соответствии со стандартной методикой³.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа⁴, в ходе которой урожайность оценили по следующим показателям: коэффициент вариации (CV, %); доля влияния сорта и абиотических факторов на формирование урожайности льноволокна; наименьшая существенная разность (HC_{P05}).

Индекс условий среды (I_j), коэффициент регрессии (b_i) и стабильность сорта в различных условиях (Gd^2) определяли по методике С. Эберхарт, У. Рассел (S. A. Eberhart, W. A. Russell) [12]. Показатели стрессоустойчивости ($Y_{\min} - Y_{\max}$) и генетической гибкости ($(Y_{\max} + Y_{\min})/2$) рассчитывали по уравнениям А. Розиль,

¹Технология и организация производства высококачественной продукции льна-долгунца. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2004. 148 с.

²Методические указания ВИР по изучению коллекции льна-долгунца. Л.: ВИР, 1988. 29 с.; Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: методические указания. Тверь: Тверской ГУ, 2014. 140 с.

³Арно А. А., Гращенко М. Г., Шиков С. А. Методики технологической оценки продукции льна и конопли. М., 1961. 184 с.

⁴Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Дж. Хэмблин (А. А. Rosielle и J. Ham-blin) [13] в обработке А. А. Гончаренко [14]. Гомеостатичность (Hom) и селекционную ценность (Sc) определяли по методике В. В. Хангильдина [15], коэффициент адаптивности (КА) – по методу Л. А. Животкова [16], общую адаптивную

способность (ОАС) – по методике А. В. Кильчевского и Л. В. Хотылевой [18].

Метеорологические условия вегетационных периодов 2021–2023 гг. существенно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков (табл. 2).

Таблица 2 – Метеорологические условия в годы проведения исследований (2021–2023 гг.) /
Table 2 – Meteorological conditions during the years of the research (2021–2023)

<i>Год / Year</i>	<i>Месяц / Month</i>				<i>В среднем (в сумме) / On average (in total)</i>	
	<i>май / may</i>	<i>июнь / june</i>	<i>июль / july</i>	<i>август / august</i>	<i>май – август / may – august</i>	<i>июнь – июль / june – july</i>
Среднесуточные температуры воздуха, °C / Average daily air temperatures, °C						
2021	11,6	20,2	22,1	16,0	17,5	21,1
2022	10,7	17,9	18,3	19,9	16,7	18,1
2023	11,8	17,3	17,0	19,2	16,3	17,1
Среднее / Average	12,2	15,8	18,3	16,5	15,7	17,1
Количество осадков, мм / Average monthly precipitation, mm						
2021	141,7	41,1	43,9	149,7	376,4	85,0
2022	36,2	103,0	55,9	103,0	298,1	158,9
2023	10,4	48,9	66,7	62,2	188,2	115,6
Среднее / Average	55,0	92,0	76,0	94,0	317,0	168,0
Гидротермический коэффициент Селянинова / Hydrothermal coefficient of Selyaninov						
2021	3,94	0,68	0,64	3,02	2,07	0,66
2022	1,13	1,92	1,02	1,67	1,43	1,45
2023	0,28	0,94	1,26	1,05	0,94	1,11
Среднее / Average	1,45	1,94	1,34	1,84	1,64	1,64

Анализ гидротермического коэффициента Селянинова⁵, как интегрального показателя влагообеспеченности, выявил значительные колебания погодных условий для льна-долгунца в исследуемые годы. Так, 2022 г. ознаменовался оптимальным сочетанием тепла и влаги (ГТК – 1,3...1,6). Напротив, избыточно влажным (ГТК>1,9) выдался 2021 г., в 2023 г. посевы подверглись легкой засухе (ГТК<1). Влагообеспеченность льна-долгунца демонстрировала изменчивость на протяжении различных фаз его развития. В период активного роста (июнь – июль) особенно остро ощущалась нехватка влаги в 2021 г. (ГТК – 0,68 и 0,64 соответственно). Этот знойный период не мог не сказаться на росте, развитии и, как следствие, на формировании урожайности льнопродукции.

Результаты и их обсуждение. Полученные в результате двухфакторного дисперсионного анализа данные показали, что влия-

ние генотипа и абиотических факторов на урожайность льноволокна в исследуемые годы было практически равнозначным. Весомый вклад в формирование урожайности внесли факторы «год» – 45,6 % и «сорт» – 44 %, их взаимодействие – 5,1 %.

Для объективной оценки влияния на изучаемые сорта условий произрастания использовали индекс условий среды (I_j), представляющий собой разницу между среднесортовой урожайностью в конкретном году и среднесортовой урожайностью за весь период наблюдений. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности льноволокна сложились в 2022 г. ($I_j = +28,1$), менее благоприятные в 2023 г. ($I_j = +9,8$). Самые суровые испытания выпали на долю посевов в 2021 г., о чем свидетельствует отрицательное значение индекса среды ($I_j = -37,8$).

⁵Агроклиматические ресурсы Псковской области. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 112 с.

Минимальная среднесортная урожайность льноволокна в опыте, составившая 136,9 г/м², получена в 2021 г. при неблагоприятных условиях произрастания. В 2023 г. этот показатель несколько возрос, достигнув 184,5 г/м², наивысшая урожайность получена в 2022 г. – 202,8 г/м².

В течение трех лет исследований (2021–2023 гг.) урожайность волокна сортов льна-долгунца изменялась в широком диапазоне – от минимальных 61,2 г/м² (сорт Снежок желтосемянный, 2021 г.) до максимальных значений 267,3 г/м² (сорт Bolchoi, 2023 г.). Средние показатели урожайности для этих сортов составили 117,0 и 220,7 г/м² соответственно (табл. 3).

Среди испытываемых сортов 10 превзошли среднесортную урожайность, в их числе Bolchoi и Olga (Франция), Веста, Заказ и Грант (Беларусь), Тонус (Россия), Каменяр, Глазур и Вручий (Украина). Особого внимания заслуживают сорта Bolchoi (220,7 г/м²), Olga (214,5 г/м²), Веста (213,3 г/м²), Тонус (201,8 г/м²), Каменяр (201,8 г/м²), Заказ (201,8 г/м²), урожайность которых превысила средний показатель по опыту на 10,6...20,7 %. При этом сорта Bolchoi, Olga и Веста статистически значимо превзошли по урожайности льноволокна стандарт – сорт Добрыня (190,2 г/м²) на 16,0; 12,8; 12,1 % соответственно.

Таблица 3 – Оценка продуктивного и адаптивного потенциалов сортов льна-долгунца по урожайности льноволокна (2021–2023 гг.) /

Table 3 – Assessment of the productive and adaptive potential of flax cultivars by flax fiber yield (2021–2023)

Сорт / Cultivar	Урожайность льноволокна, г/м ² / Flax fiber yield, g/m ²				CV, %	КА, %	Реализация потенциала урожайности, % / Realizing the potential of the yield, %
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее / average			
Факел / 'Fakel'	103,0	175,7	141,5	140,1	26,0	80,2	79,7
Томский 17 / 'Tomsk 17'	107,9	189,6	147,4	148,3	27,5	84,9	78,2
Томский 18 / 'Tomsk 18'	144,5	168,8	170,3	161,5	9,0	92,4	95,7
Импульс / 'Impulse'	141,2	195,8	172,3	169,8	16,1	97,2	86,7
Борец / 'Borets'	142,4	191,0	172,6	168,7	14,5	96,6	88,3
Заказ / 'Zakaz'	136,5	236,8*	206,7	193,3	26,6	110,6	81,6
Ритм / 'Rhythm'	126,9	213,5	165,7	168,7	25,7	96,6	79,0
Гладиатор / 'Gladiator'	102,6	187,1	181,5	157,1	38,8	89,9	84,0
Каменяр / 'Kamenyar'	146,4	228,9*	213,9*	196,4	22,4	112,4	85,8
Весничка / 'Vesnichka'	80,0	156,7	132,8	123,2	31,8	70,5	78,6
Вручий / 'Vruchiy'	152,7	203,5	175,5	177,2	14,4	101,4	87,1
Глазур / 'Glazur'	107,1	215,3	227,6*	183,3	36,1	104,9	85,1
Тонус / 'Tonus'	182,0*	238,1*	185,4	201,8	15,6	115,5	84,8
Снежок желтосемянный / 'Snezhok zheltosemyanniy'	61,2	162,3	127,7	117,0	43,9	67,0	72,1
Веста / 'Vesta'	186,2*	243,6*	210,0	213,3*	13,5	122,1	87,6
Левит 1 / 'Levit 1'	142,7	195,0	155,0	164,5	16,9	94,2	84,0
Ласка / 'Laska'	148,6	195,0	176,2	173,3	13,5	99,2	88,9
Грант / 'Grant'	157,1	205,8	197,7	186,9	14,0	107,0	90,8
'Bolchoi'	178,9*	215,8	267,3*	220,7*	20,0	126,3	82,6
'Olga'	162,5	229,7*	251,2*	214,5*	21,6	122,8	85,4
Добрыня, ст. / 'Dobrynya', st.	164,3	210,4	195,8	190,2	12,4	108,9	90,4
Среднее / Average	136,9	202,8	184,5	174,7	-	100	86,1
Индекс условий среды / Index of environmental conditions	-37,8	+28,1	+9,8	-	-	-	-
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	14,2	18,1	17,9	20,5	-	-	-

Примечания: КА – коэффициент адаптивности; * достоверные различия относительно стандарта при 95%-ном уровне значимости /

Notes: KA is the coefficient of adaptability; *significantly at 95% significance level

Анализ реализации потенциала урожайности испытываемых сортов льна-долгунца показал, что ни один из них не смог в полной мере раскрыть свои возможности. В среднем по эксперименту реализация потенциала составила 86,1 %, варьируя от 72,1 % (сорт Снежок желтосемянный) до 95,7 % (сорт Томский 18). Наиболее близко к полному раскрытию потенциала подошли сорта Томский 18 (95,7 %), Грант (90,8 %) и стандарт Добрыня (90,4 %). Несколько уступили им сорта Ласка (88,9 %), Импульс (86,7 %), Борец (88,3 %), Вручий (87,1 %), Olga (85,4 %), Глазур (85,1 %). У остальных сортов реализация потенциала не превышала 85 %, наименьшие показатели отмечены у сортов Снежок желтосемянный (72,1 %), Томский 17 (78,2 %) и Весничка (78,6 %).

Испытуемые сорта заметно различались по степени изменчивости урожайности льноволокна за годы исследований, которую определяли на основе коэффициента вариации (CV) данного признака. Согласно методике⁶, степень изменчивости считается незначительной при $CV < 10\%$, средней – $CV = 10\text{--}20\%$, значительной – $CV > 20\%$. За годы исследований этот показатель у сортов находился в пределах 9,0...43,9 %. Только один сорт Томский 18 отличался слабой степенью изменчивости (9,0 %). Сорта Импульс, Борец, Вручий, Тонус, Веста, Левит-1, Ласка, Грант, Bolchoi, Добрыня характеризовались средней степенью изменчивости (12,4...20,0 %), остальные 10 сортов – сильной (21,6...43,9 %). Наибольшая вариабельность урожайности льноволокна отмечена у сортов Снежок желтосемянный, Гладиатор и Глазур (36,1...43,9 %), что одновременно свидетельствует о слабой их адаптивности.

В неблагоприятных погодных условиях, когда потенциальная продуктивность сортов проявляется слабо, особую ценность приобретает их адаптивность. Для оценки сортов по этому критерию использовали коэффициент адаптивности (КА) по методу Л. А. Животкова [16], представляющий собой отношение урожайности исследуемых сортов к средней урожайности по всем сортам, выраженное в процентах. Наиболее высокой адаптивностью, согласно данному подходу, обладали сорта Bolchoi, Olga, Веста, Тонус, Каменяр, Заказ (КА – 122,8...110,6 %), наименьшей – Снежок желтосемянный, Весничка и Факел (КА – 67,0...80,8 %).

⁶Доспехов Б. А. Указ. соч.

Адаптивность и экологическая пластичность сортов основывается на разнице между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$). Этот параметр имеет отрицательное значение, и чем меньше его абсолютная величина, тем выше устойчивость сорта к неблагоприятным факторам среды [19]. Относительно высокой стрессоустойчивостью отличились сорта Томский 18 (-24,3), стандарт Добрыня (-46,1), Ласка (-46,4), Грант (-48,7) и Борец (-48,6), слабой – Глазур (-108,2), Снежок желтосемянный (-101,1) и Заказ (-100,3). Остальные сорта занимали промежуточное положение по этому показателю.

Характеристика генетической гибкости и компенсаторной способности определяется средней урожайностью сорта в контрастных (благоприятных и неблагоприятных) условиях ($Y_1 + Y_2/2$). Чем выше этот показатель, тем лучше соответствие между генотипом сорта и факторами среды [19]. Наиболее высокая средняя урожайность ($г/м^2$) в благоприятных и неблагоприятных условиях была получена у сортов Bolchoi (223,1), Тонус (210,1), Olga (206,9), Каменяр (187,7), стандарт Добрыня (187,3), Заказ (186,7) и Грант (181,5), что свидетельствует о высокой компенсаторской способности этих сортов (табл. 4). В контрастных условиях они смогли сформировать урожайность выше среднего по опыту ($174,7 г/м^2$) в отличие от других сортов.

Анализ разницы между максимальной и минимальной урожайностью сорта по отношению к максимальной, выраженный как размах урожайности (d) в процентах, проводили согласно методике В. А. Зыкина [19]. Чем ниже значение показателя d, тем более стабильной является урожайность сорта в данной среде. Согласно этому показателю, сорта Томский 18 (14,3 %), Добрыня (21,9 %), Грант (23,7 %), Ласка (23,8 %), Веста (23,6 %), Тонус (23,6 %) и Борец (25,4 %) отмечены более стабильными, сорта Снежок желтосемянный (62,3 %), Глазур (50,3 %), Весничка (48,9 %) и Гладиатор (45,2 %) проявили наименьшую стабильность. Остальные сорта заняли промежуточное положение.

Коэффициент линейной регрессии урожайности сортов b_i , отражающий их реакцию на изменение условий выращивания, был рассчитан согласно методике [12]. На основании отзывчивости на изменение условий среды все сорта были разделены на 3 группы.

Таблица 4 – Параметры адаптивности и экологической устойчивости сортов льна-долгунца в условиях Северо-Западного региона России (в среднем за 2021–2023 гг.) /

Table 4 – Parameters of adaptability and ecological stability of flax cultivars in the conditions of the North-Western region of Russia (average for 2021-2023)

Сорт / Cultivar	Параметры адаптивности / Adaptability parameters							
	b_i	Gd^2	d , %	Hom	$Y2 - Y1$	$Y1 + Y2/2$	Sc	OAC / GAC
Факел / 'Fakel'	1,05	123,2	41,4	27,7	-72,7	139,4	82,1	-34,6
Томский 17 / 'Tomsk 17'	1,16	270,4	43,1	28,2	-81,7	148,8	84,3	-26,4
Томский 18 / 'Tomsk 18'	0,41	42,9	14,3	54,4	-24,3	156,7	138,2	-13,2
Импульс / 'Impulse'	0,8	43,6	27,6	42,2	-54,6	168,5	122,4	-4,9
Борец / 'Borets'	0,72	14,2	25,4	44,0	-48,6	166,7	125,8	-6,0
Заказ / 'Zakaz'	1,52	3,4	42,4	37,5	-100,3	186,7	111,4	18,6
Ритм / 'Rhythm'	1,22	355,9	40,6	33,3	-86,6	170,2	100,3	-6,0
Гладиатор / 'Gladiator'	1,36	200,0	45,2	28,7	-84,5	144,9	54,8	-17,6
Каменяр / 'Kamenyar'	1,29	39,1	36,0	41,5	-82,5	187,7	125,6	21,7
Весничка / 'Vesnichka'	1,16	4,4	48,9	21,8	-76,7	118,4	62,9	-51,5
Вручий / 'Vruchiy'	0,72	121,9	25,0	48,1	-50,8	178,1	133	2,5
Глазур / 'Glazur'	1,82	1121,7	50,3	30,5	-108,2	161,2	91,2	8,6
Тонус / 'Tonus'	0,70	863,2	23,6	51,1	-56,1	210,1	154,2	27,1
Снежок желтосемянный / 'Snezhok zheltosemyanniy'	1,51	36,1	62,3	17,6	-101,1	111,8	44,0	-57,7
Веста / 'Vesta'	0,81	193,9	23,6	58,0	-57,4	214,9	163,0	38,6
Левит 1 / 'Levit 1'	0,70	427,7	27,3	41,0	-53,2	169,3	119,8	-10,2
Ласка / 'Laska'	0,69	22,4	23,8	47,2	-46,4	171,8	132,1	-1,4
Грант / 'Grant'	0,77	18,7	23,7	50,0	-48,7	181,5	142,7	12,2
'Bolchoi'	0,83	2385,5	33,1	49,3	-88,4	223,1	183,3	46,0
'Olga'	1,20	1005,2	35,3	46,2	-88,7	206,9	151,7	39,8
Добрыня, ст./ 'Dobrynya', st.	0,70	2,5	21,9	54,0	-46,1	187,3	148,5	15,5

Примечания: b_i – коэффициент линейной регрессии, Gd^2 – коэффициент стабильности; d – размах урожайности; Hom – гомеостатичность, $Y2 - Y1$ – стрессоустойчивость, $Y1 + Y2/2$ – генетическая гибкость, Sc – селекционная ценность, OAC – общая адаптивная способность /

Notes: b_i is the coefficient of linear regression, Gd^2 is the coefficient of stability; d – yield range; Hom – homeostaticity, $Y2 - Y1$ – stress resistance, $Y1 + Y2/2$ – genetic flexibility, Sc – breeding value, GAC – general adaptive capacity

Первая группа – сорта Глазур, Заказ, Снежок желтосемянный, Гладиатор, Каменяр, Olga, Томский 17, Весничка, у которых значение коэффициента $b_i > 1$. Эти сорта проявляют высокую чувствительность к улучшению условий выращивания и могут быть охарактеризованы как интенсивные.

Вторая группа – только сорт Факел, у которого коэффициент регрессии близок к 1, что свидетельствует о полном соответствии его урожайности изменению условий выращивания.

В третью группу входит большинство сортов, у которых коэффициент регрессии $b_i < 1$, что указывает на их низкую чувствительность к улучшению условий выращивания. К ним относятся сорта Томский 18, Импульс, Борец, Вручий, Тонус, Веста, Левит 1, Ласка, Грант,

Bolchoi, Добрыня. Такая реакция характерна для сортов экстенсивного и полунтенсивного типов, которые наилучшим образом проявляют себя в условиях экстенсивного использования, обеспечивая максимальную урожайность (с учетом особенностей сорта) при минимальных затратах.

При изучении данного набора сортов выявлены значительные различия в показателях стабильности урожайности (Gd^2). Чем ближе квадратическое отклонение фактического урожая от теоретического (приближается к нулю), тем более стабилен сорт. Среди генотипов, участвующих в опыте, по урожайности льноволокна особенно стабильными выделены сорта: Добрыня (2,5), Заказ (3,4), Весничка (4,4), Борец (14,2), Грант (18,7). Наименьшую стабильность

продемонстрировали: Bolchoi (2385,5), Глазур (1121,7) и Olga (1005,2). Остальные сорта имели промежуточные значения.

Одним из важных показателей, отражающих устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды, является гомеостатичность (Hom) [15]. По результатам исследований можно выделить сорта, обладающие высокой стабильностью при изменении условий выращивания. Связь гомеостатичности (Hom) с коэффициентом вариации (CV) позволяет оценить устойчивость сортов к изменениям в условиях среды. Наибольшую устойчивость показали сорта Веста (CV = 13,5 %; Hom = 58,0), Томский 18 (9,0 %; 54,4), Добрыня (12,4 %; 54,0), Тонус (15,6 %; 51,1), Грант (14,0 %; 50,0) и Bolchoi (20,0 %; 49,3).

Эти генотипы также отличаются наибольшей селекционной ценностью (Sc – 13,4...14,1), что свидетельствует об их высокой стабильности. Следует отметить, что оценка сортов по этим показателям не полностью совпадает с оценкой стабильности (Gd^2) по методу С. Эберхарт, У. Рассел (S. A. Eberhart, W. A. Russell) [12].

Сорта Снежок желтосемянный (CV = 43,9%; Hom = 17,6), Весничка (31,8 %; 21,8), Факел (26,0 %; 27,7), Томский 17 (27,5 %; 28,2), Гладиатор (38,8 %; 28,7) проявили большую вариабельность и низкую гомеостатичность, что указывает на их нестабильность и низкую адаптивность в данном регионе.

Адаптивная способность сортов льна-долгунца является ключевым фактором, обеспечивающим высокие урожаи льноволокна в различных условиях окружающей среды. Наивысшие показатели общей адаптивной способности в нашем исследовании проявили сорта Bolchoi (46,0), Olga (39,8), Веста (38,6) и Тонус (27,1), наименьшие значения – сорта Снежок желтосемянный (-57,7), Весничка (-51,5), Факел (-34,6) и Томский 17 (-26,4).

Провели оценку генотипов льна-долгунца с учетом критериев адаптивности, экологической устойчивости и селекционной ценности, используя разнообразные методы исследования.

Полученные данные показали, что связи между различными параметрами и их влияние на урожайность волокна могут быть разнообразны. Для более объективной оценки и достоверных результатов использовали метод ранжирования по всем параметрам, а окончательную оценку проводили на основе суммы рангов. Сумма рангов указывает на уровень адаптивности сорта, где меньшая сумма соответствует

более высокой адаптивности. Это позволило выявить генотипы льна-долгунца, наиболее подходящие для условий Северо-Западного региона России.

При ранжировании параметров адаптивности сортов льна по урожайности льняного волокна, согласно результатам оценки, наименьшую сумму рангов получили Добрыня (45), Веста (50), Грант (60), Тонус (67), Ласка (71), Каменяр (73), Bolchoi (74), Вручий (75), Томский 18 (77), Olga (80).

Большинство из них, за исключением сортов Olga и Каменяр, имело низкую пластичность (b_i – 0,41...0,83), что свидетельствует об их слабой реакции на улучшение условий среды. Они заметно различались по стабильности урожайности льноволокна (Gd^2 – 2,5...2385,5), обладали относительно высокой гомеостатичностью (Hom – 41,5...58,0) и относительно низкой изменчивостью (CV – 9,0...20,0 %), характеризовались относительно высокими показателями по стрессоустойчивости и низкими – по размаху урожайности. Урожайность льноволокна данных образцов была на высоком уровне (177,2...220,7 г/м²), значительно превышая среднесортную (174,7 г/м²). Их можно отнести к сортам полуинтенсивного типа, которые хорошо адаптированы к условиям региона и способны стабильно обеспечивать довольно высокую урожайность льноволокна при умеренном уровне агротехники. Среди указанных образцов особенно следует выделить по урожайности льноволокна сорта Bolchoi, Веста и Тонус (201,8...220,7 г/м²), которые не только превышали среднесортную урожайность, но и достоверно превосходили стандарт Добрыня (190,2 г/м²).

Сорта Каменяр и Olga характеризовались высокой пластичностью по урожайности льноволокна (b_i – 1,9 и 1,2 соответственно); низкими значениями показателей стабильности (Gd^2 – 1005,2 и 39,1), гомеостатичности (Hom – 41,5 и 46,2) и стрессоустойчивости ($Y_2 - Y_1$ – 88,7 и 82,5); высокой вариацией (CV – 21,6 и 22,4) и размахом урожайности (d – 36,0 и 35,0 %). Их следует отнести к сортам интенсивного типа, которые хорошо отзываются на улучшение условий выращивания и требуют повышенного уровня агрофона, при котором способны реализовать свой высокий потенциал по урожайности льноволокна. За годы исследований эти сорта сформировали среднюю урожайность льноволокна (214,5–196,4 г/м²), что на 39,8–21,7 г/м² выше среднесортной. При этом сорт Olga по урожайности льноволокна достоверно превышал и стандартный сорт Добрыня на 24,3 г/м².

Все указанные образцы представляют несомненный интерес для дальнейшей селекционной работы с целью создания новых генотипов льна-долгунца, сочетающих высокую урожайность льноволокна с максимальной возможной адаптацией к условиям Северо-Западного региона России и предназначенных для хозяйств с различной степенью интенсификации земледелия.

Заключение. Испытание в условиях Северо-Западного региона России 20 сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции показало, что в формировании урожайности льноволокна за годы исследований на долю фактора «условия года» приходилось 45,6 %, фактора «сорт» – 44,0 % и на их взаимодействие – 5,1 %.

Комплексная оценка изучаемых сортов по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности (стрессоустойчивости, пластичности, стабильности, гомеостатичности, изменчивости) с использованием разных методик и принципа ранжирования позволила получить достоверные данные и выделить сортобразцы, обладающие высокой потенциальной продуктивностью и наибольшей адаптивностью в условиях Северо-Западного региона. К ним относятся сорта Добрыня (45), Веста (50), Грант (60), Тонус (67), Ласка (71), Каменяр (73), Bolchoi (74), Вручий (75), Томский 18 (77), Olga (80), набравшие наименьшие суммы баллов, которые целесообразно использовать в селекции льна-долгунца на адаптивность при выведении новых сортов с различной степенью интенсивности.

Список литературы

1. Рожмина Т. А. Национальная коллекция русского льна как источник устойчивости к неблагоприятным агроклиматическим факторам среды. Достижения науки и техники АПК. 2003;(11):17–18.
2. Рыбченко Т. И., Рожмина Т. А., Понажев В. П. Научные достижения – важнейший ресурс повышения эффективности регионального льноводства. Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства: сб. мат.-лов междунаро. научн.-практ. конф. Смоленск: Смоленская ГСХА, 2018. С. 150–157.
3. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические аспекты). В 2-х томах. М.: ООО «Издательство Агрорус», 2001. 1489 с.
4. Степин А. Д., Рысев М. Н., Рысева Т. А., Уткина С. В., Романова Н. В. Влияние агрометеорологических условий на урожайность и изменчивость основных хозяйственно-ценных признаков льна-долгунца сорта Восход. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2022;3(2):37–46. DOI: <https://doi.org/10.54016/SVITOK.2022.11.78.005> EDN: MQPLQR
5. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор). Сельскохозяйственная биология. 2016;51(5):617–626. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.617rus> EDN: WZJQEN
6. Гордеев А. В., Клещенко А. Д., Черняков Б. А., Сиротенко О. Д., Сиптиц С. О., Романенко И. А., Барталев С. А., Савин Ю. И. Биоклиматический потенциал России: продуктивность и рациональное размещение сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата. М.: Типография Россельхозакадемии, 2012. 203 с.
7. Трабурова Е. А., Рожмина Т. А., Андреева И. А. Скрининг образцов генофонда льна по урожайности волокна и их адаптивности к условиям Центрального Нечерноземья. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(6):688–696. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.6.688-696> EDN: EFQTXZ
8. Rasukas A., Jankauskiene Z., Jundulas J. Asakaviciute R. Research of technical crops (polato and flax) genetic resources in Lithuania. Agronomy Research. 2009;7(1):59–72. URL: <https://agronomy.emu.ee/vol071/p7107.pdf>
9. 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 государственной сельскохозяйственной академии. 2019;(2):14–20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41309097> EDN: TZRKQJ
10. Попова Г. А., Мичкина Г. А., Рогальская Н. Б., Трофимова В. М. Поиск генотипов льна-долгунца с ценными признаками из коллекции ВИР. Достижения науки и техники АПК. 2012;(5):3–5. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17734087> EDN: OYBYOR
11. Юсова О. А., Николаев П. Н. Эффективность применения различных методик для расчета пластичности и стабильности сортов на примере ярового ячменя. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021;(1):98–104. DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-1-98-104> EDN: DIDYAY
12. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966;6(1):36–40. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>
13. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science. 1981;21(6):943–946. DOI: <https://dx.doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x>
14. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. Вестник РАСХН. 2005;(6):49–53.

15. Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях. Генетико-цитологические аспекты селекции сельскохозяйственных растений: сб. науч. тр. Одесса: ВСГИ, 1984. С. 67–76.

16. 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):3–6.

17. Куземкин И. А., Рожмина Т. А. Скрининг образцов коллекции льна – долгунца по урожайности и параметрам адаптивности в условиях Северо-Западного региона. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(5):666–674. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.666-674> EDN: NPVLYV

18. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372 с.

19. Зыкин В. А., Мешков В. В., Сапега В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации. Новосибирск: Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1984. 24 с.

References

1. Rozhmina T. A. The National collection of Russian flax as a source of resistance to unfavorable agroclimatic factors of the environment. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2003;(11):17–18. (In Russ.).

2. Rybchenko T. I., Rozhmina T. A., Ponazhev V. P. Scientific achievements are the most important resource for improving the efficiency of regional flax production. Current issues of organic agriculture development: Collection of Proceedings of international scientific and practical conference. Smolensk: *Smolenskaya GSKhA*, 2018. pp. 150–157.

3. Zhuchenko A. A. Adaptive potential of cultivated plants (ecological and genetic aspects). In 2 volumes. Moscow: ООО «Izdatel'stvo Agrorus», 2001. 1489 p.

4. Stepin A. D., Rysev M. N., Ryseva T. A., Utkina S. V., Romanova N. V. The influence of the meteorological conditions on the yield and the markability of the main economically useful features of the flax variety Voskhod. *Tekhnicheskie kul'tury. Nauchnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* = Technical crops Scientific agricultural journal. 2022;3(2):37–46. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.54016/SVITOK.2022.11.78.005>

5. Rybas' I. A. Breeding grain crops to increase adaptability. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2016;51(5):617–626. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.617rus>

6. Gordeev A. V., Kleshchenko A. D., Chernyakov B. A., Sirotenko O. D., Siptits S. O., Romanenko I. A., Bartalev S. A., Savin Yu. I. Bioclimatic potential of Russia: productivity and rational placement of crops in conditions of climate change. Moscow: *Tipografiya Rossel'khozakademii*, 2012. 203 p.

7. Traburova E. A., Rozhmina T. A., Andreeva I. A. Screening of flax gene pool samples by fiber yield and their adaptability to the conditions of the Central Non-Black Earth Region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(6):688–696. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.6.688-696>

8. Rasukas A., Jankauskiene Z., Jundulas J., Asakaviciute R. Research of technical crops (polato and flax) genetic resources in Lithuania. *Agronomy Research*. 2009;7(1):59–72. URL: <https://agronomy.emu.ee/vol071/p7107.pdf>

9. Stepin A. D., Rysev M. N., Kostrova G. A., Utkina S. V. The main directions and results of scientific research at the Pskov Research Institute for flax breeding. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2019;(2):14–20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41309097>

10. Popova G. A., Michkina G. A., Rogal'skaya N. B., Trofimova V. M. Search for genotypes of flax with valuable characteristics from the collection of Vavilov research institute of plant industry. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2012;(5):3–5. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17734087>

11. Yusova O. A., Nikolaev P. N. Efficiency of application of various methods for plasticity and stability calculation of varieties on the example of spring barley. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2021;(1):98–104. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-1-98-104>

12. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966;6(1):36–40. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>

13. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 1981;21(6):943–946. DOI: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x>

14. Goncharenko A. A. On adaptivity and ecological resistance of grain crop varieties. *Vestnik RASKhN*. 2005;(6):49–53. (In Russ.).

15. Khangil'din V. V., Biryukov S. V. The problem of homeostasis in genetic breeding research. Genetic and cytological aspects of agricultural plant breeding: collection of scientific papers. Odessa: VSGI, 1984. pp. 67–76.

16. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of winter wheat cultivars and breeding forms according to the "Yield" indicator. *Seleksiya i semenovodstvo*. 1994;(2):3–6. (In Russ.).

17. Kuzemkin I. A., Rozhmina T. A. Screening of accessions from fiber flax collection by productivity and their adaptability to the conditions of the North-West region of Russia. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(5):666–674. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.666-674>

18. Kil'chevskiy A. V., Khotyleva L. V. Ecological plant breeding. Minsk: *Tekhnologiya*, 1997. 372 p.

19. Zykin V. A., Meshkov V. V., Sapega V. A. Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis: methodological recommendations. Novosibirsk: *Sibirskoe otdelenie VASKhNIL*, 1984. 24 p.

Сведения об авторах

✉ **Степин Александр Дмитриевич**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зам. директора обособленного подразделения Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира, д. 1, дер. Родина, Псковского района, Псковской области, Российская Федерация, 180559, e-mail: info.psk@fncl.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9009-878X>, e-mail: otdellna@yandex.ru

Рысев Михаил Николаевич, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий обособленного подразделения Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира, д. 1, дер. Родина, Псковского района, Псковской области, Российская Федерация, 180559, e-mail: info.psk@fncl.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9291-7593>

Рысева Тамара Андреевна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий обособленного подразделения Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира, д. 1, дер. Родина, Псковского района, Псковской области, Российская Федерация, 180559, e-mail: info.psk@fncl.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5420-8419>

Уткина Светлана Владимировна, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий обособленного подразделения Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира, д. 1, дер. Родина, Псковского района, Псковской области, Российская Федерация, 180559, e-mail: info.psk@fncl.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7006-6713>

Романова Надежда Владимировна, научный сотрудник лаборатории селекционных технологий обособленного подразделения Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира, д. 1, дер. Родина, Псковского района, Псковской области, Российская Федерация, 180559, e-mail: info.psk@fncl.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4661-7810>

Information about the authors

✉ **Alexander D. Stepin**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Deputy Head of the separate division Pskov Research Institute of Agriculture, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira st., v. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federation, 180559, e-mail: info.psk@fncl.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9009-878X>, e-mail: otdellna@yandex.ru

Michail N. Rysev, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, the separate division Pskov Research Institute of Agriculture, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira st., v. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federation, 180559, e-mail: info.psk@fncl.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9291-7593>

Tamara A. Ryseva, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, the separate division Pskov Research Institute of Agriculture, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira st., v. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federation, 180559, e-mail: info.psk@fncl.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5420-8419>

Svetlana V. Utkina, senior researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, the separate division Pskov Research Institute of Agriculture, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira st., v. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federation, 180559, e-mail: info.psk@fncl.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7006-6713>

Nadezhda V. Romanova, researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, the separate division Pskov Research Institute of Agriculture, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira st., v. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federation, 180559, e-mail: info.psk@fncl.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4661-7810>

✉ – Для контактов / Corresponding author