



## Скрининг сортообразцов льна-долгунца коллекции ВИР по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности в условиях Северо-Западного региона

© 2020. 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

В статье представлены результаты скрининга 20 сортообразцов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности в условиях Северо-Западного региона. В качестве стандарта использовали районированный в регионе сорт Добрыня (Россия). В среднем за годы исследований (2015-2017 гг.) урожайность волокна сортономеров льна-долгунца варьировала в пределах 1,22-2,67 т/га. Как показали расчеты индекса условий среды наиболее благоприятные условия для роста и развития сортообразцов льна-долгунца сложились в 2016-2017 годах ( $I_j = +0,07-0,73$ ), худшие в 2015 году ( $I_j = -0,79$ ). Наиболее высокая урожайность волокна (т/га) отмечена у сортообразцов Y 51269 (2,67) (Китай), A-236 (2,66), Добрыня (2,49), M-249 (2,48) и Л 280-02 (2,38) (Россия), Глазур (2,48) (Украина), превысивших среднесортную на 9,7-2,3 %. Из них сорта Y 51269 (Китай) и A-236 (Россия) превышали стандарт на 0,17-0,18 т/га, в два года из трёх прибавки были достоверными. Изучаемые сорта недостаточно полно реализовывали свой сравнительно высокий потенциал урожайности, отличались сильной степенью изменчивости. Лучшие показатели стрессоустойчивости (0,79-1,16) отмечены у сортообразцов Весничка, Л-2 (Россия), Б-226 (Литва), Туу (Китай), генетически гибкими генотипами (2,56-2,23) являлись сорта и линии Добрыня, M-249, A-236, Л-6, Л-4, Л-5, Л 280-02 (Россия), Глазур, Вручий (2,34-2,32) (Украина) и Туу (2,33) (Китай). Высокие показатели гомеостатичности и низкие значения коэффициента вариации имели образцы Б-226 (Литва), Глазур (Украина), Л-2-1, Весничка, Л 280-02 (Россия). Высокоотзывчивыми на условия среды являлись образцы Л-5, Л-3, Л-4, A-236, M-249, Добрыня (Россия), Sxy20, Sxy, Y 51269 (Китай), Вручий (Украина); пластичными – сортообразцы Глазур (Украина), Л-280-02, Л-5-1, 85-58-26-20 (Россия); слабоотзывчивыми – Ли-1, Туу (Китай), Л-2-1, Л-205, Весничка (Россия), Б-226 (Литва). По урожайности льноволокна и комплексу параметров адаптивности выделились сортообразцы Б-226 (Литва), Y 51269, Туу, Ли 1 (Китай), Л 280-02, Л-6, A-236, Добрыня (Россия), Вручий и Глазур (Украина). Они обладали высокой стрессоустойчивостью, генетической гибкостью, пластичностью и стабильностью. Их можно использовать в качестве источников адаптивности при создании новых сортов льна-долгунца.

**Ключевые слова:** *Linum usitatissimum* L., сорт, стрессоустойчивость, генетическая гибкость, пластичность, стабильность, гомеостатичность

**Благодарности:** работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № 0682-2019-0007).

**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. 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):141-151. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.141-151>

Поступила: 17.03.2020

Принята к публикации: 13.04.2020

Опубликована онлайн: 21.04.2020

## Screening of fiber flax varieties from the VIR collection according to flax fiber yield and adaptability parameters in the conditions of the Northwestern region

© 2020. Aleksander D. Stepin✉, Michael N. Rysev, Tamara A. Ryseva, Svetlana V. Utkina, Nadezhda V. Romanova

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

The article presents the results of screening of 20 varieties of fiber flax (*Linum usitatissimum* L.) according to the yield of flax fiber and adaptability parameters in the conditions of the Northwestern region. The variety Dobrynya (Russia) zoned in the region was taken as standard. On average, over the years of research (2015-2017), the yield of flax fiber in variety numbers varied in the range of 1.22-2.67 t/ha. According to the calculations of the environmental conditions index, the most favorable conditions for growth and development of fiber flax varieties were in 2016-2017 ( $I_j = +0.07-0.73$ ), the worst in 2015 ( $I_j = -0.79$ ). The highest yield of fiber (t/ha) was observed in varieties Y 51269 (2.67) (China), A-236 (2.66), Dobrynya (2.49), M-249 (2.48) and L 280-02 (2.38) (Russia), Glazur (2.48) (Ukraine), which exceeded the average among the varieties by 9.7-2.3 %. Among them, the varieties Y 51269 (China) and A-236 (Russia) exceeded the standard by 0.17-0.18 t/ha, in two years of three the growth was reliable. The studied varieties did not fully realize their relatively high yield potential and were characterized by a strong degree of variability. The best indicators of stress resistance (0.79-1.16) were observed in Vesnichka,

*L-2 (Russia), B-226 (Lithuania), Tyy (China) the varieties and lines Dobrynya, M-249, A-236, L-6, L-4, L-5, L 280-02 (Russia), Glazur, Vruchiy (2.34-2.32) (Ukraine) and Tyy (2.33) (China) were genetically flexible genotypes (2.56-2.23). Samples B-226 (Lithuania), Glazur (Ukraine), L-2-1, Vesnichka, and L 280-02 (Russia) had high homeostatic values and low coefficient of variation. Highly responsive to environmental conditions were samples L-5, L-3, L-4, A-236, M-249, Dobrynya, (Russia), Sxy20, Sxy, Y 51269 (China), Vruchiy (Ukraine); plastic – varieties Glazur (Ukraine), L 280-02, L-5-1, 85-58-26-20 (Russia); weakly responsive – Lu-1, Tyy (China), L-2-1, L-205, Vesnichka (Russia), B-226 (Lithuania). According to the yield of flax fiber and the complex of adaptability parameters, the cultivars B-226 (Lithuania), Y 51269, Tyy, Lu 1 (China), L 280-02, L-6, A-236, Dobrynya (Russia), Vruchiy and Glazur (Ukraine) were distinguished. They had high stress resistance, genetic flexibility, plasticity and stability. They can be used as sources of adaptability when creating new varieties of fiber flax.*

**Keywords:** *Linum usitatissimum* L., varieties, stress resistance, genetic flexibility, plasticity, stability, homeostaticity.

**Acknowledgement:** the research was carried out within the state assignment of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (theme No. 0682-2019-0007)

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Stepin A. D., Rysev M. N., Ryseva T. A., Utkina S. V., Romanova N. V. Screening of fiber flax varieties in the VIR collection according to flax fiber yield and adaptability parameters in the conditions of the Northwestern region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(2):141-151. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.141-151>

Received: 17.03.2020

Accepted for publication: 13.04.2020

Published online: 21.04.2020

Лен-долгунец – важнейшая техническая культура, являющаяся основным источником волокнистой продукции в России, производимой в больших объемах и широко используемой в текстильной, химической, фармацевтической промышленности, производстве строительных материалов, а также в высокотехнологичных отраслях экономики. В последние годы его роль существенно возросла [1]. На современном этапе повышение эффективности производства льна-долгунца является важнейшей государственной задачей, направленной на обеспечение экономической и стратегической независимости Российской Федерации [2].

В системе мер, направленных на развитие льноводства, одно из ведущих мест занимает создание высокопродуктивных сортов льна-долгунца, обладающих широким адаптивным потенциалом на основе использования мировой коллекции ВИР [3, 4]. Последняя является богатейшим источником исходного материала для селекции и охватывает практически все генетическое разнообразие этой культуры, что позволяет создавать сорта, отвечающие различным требованиям производства<sup>1</sup>.

В настоящее время селекционерами созданы высокопродуктивные сорта льна-долгунца с высокой потенциальной урожайностью льноволокна 20-25 и более центнеров с гектара, хорошим его качеством. Однако в производстве она, как правило, не превышает 8-10 ц/га, что в значительной степени связано с влиянием неблагоприятных факторов среды.

По мнению академика А. А. Жученко,

чем экстремальнее условия внешней среды и выше потенциальная продуктивность сортов и гибридов, тем выше роль их устойчивости к действию экологических стрессов, агроэкологической специализации, то есть приспособленности к местным условиям [5]. Северо-Западный регион относится к зоне рискованного земледелия и характеризуется большим разнообразием почвенно-климатических условий. Здесь наблюдаются случаи возврата холодов в весенний период и начале лета, краткосрочные засухи, совпадающие с периодом быстрого роста льна-долгунца, обильные осадки, приводящие к его полеганию, что, в конечном счете, отрицательно сказывается на урожайности льнопродукции и ее качестве<sup>2</sup>.

В связи с этим перед селекционерами стоит важнейшая задача по созданию сортов, сочетающих высокую продуктивность, качество продукции с их экологической стабильностью и пластичностью, устойчивостью к лимитирующим урожайность факторам среды [6, 7]. При равной урожайности преимущество следует отдавать сортам с максимальной экологической приспособленностью [6, 7, 8]. Вопросам создания подобных сортов и методам оценки на адаптивность посвящены работы многих исследователей [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19]. Большинство таких исследований проведено на других культурах: озимой пшенице и ржи [10, 15], яровой пшенице [6, 13], ячмене [9]. В то же время на льне-долгунце таких работ крайне недостаточно [17, 18], что делает подобные исследования актуальными.

<sup>1</sup> Давидян Г. Г. Каталог мировой коллекции ВИР. Пряжильные культуры (лен, конопля, кенаф). ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова. Л., 1975. Вып. 162. С. 4-17.

<sup>2</sup> Агроклиматические ресурсы Псковской области. Л.: Гидрометеониздат, 1972. 112 с.

**Цель исследований** – скрининг сортообразцов льна-долгунца коллекции ВИР по параметрам урожайности льноволокна, экологической стабильности и пластичности для получения необходимой информации для отбора ценного исходного материала при селекции на адаптивность.

**Материал и методы.** Исследования проводили на опытном поле Псковского ИСХ – обособленного подразделения ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в севообороте отдела селекции и семеноводства льна-долгунца в течение 2015-2017 гг.

Объектом изучения являлись 20 сортообразцов и сортов льна-долгунца коллекции ВИР. Среди них 11 образцов из России: Л-2, Л-5, Л-3, Л-5-1, Весничка, Л-205, Л 280-02, Л-6, Л-4, А-236, М-249; 6 образцов из Китая: 85-58-26-20, Sxy 20, Y 51269, Lu 1, Sxy 7, Туу; 2 сорта из Украины: Вручий и Глазур; один образец из Литвы – Б-226. В качестве стандарта использовали районированный в регионе сорт Добрыня селекции Псковского института.

Почва опытного участка – дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая на карбонатной морене со следующими агрохимическими показателями:  $pH_{\text{кол.}}$  5,0-5,2, содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) – 304-366 мг/кг почвы, обменного калия ( $K_2O$ ) – 112-146 мг/кг почвы, гумуса – 2,2-2,3 %. Закладку питомников, проведение учетов и наблюдений проводили в соответствии с методическими указаниями ВИР по изучению коллекции льна<sup>3</sup>, методическими указаниями ВНИИЛ по селекции льна-долгунца<sup>4</sup>. Образцы высевали рядовым способом на делянках 0,4 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Норма высева – 150 шт/м<sup>2</sup>. Через каждые 6 делянок высевался стандарт – среднеспелый сорт Добрыня.

В процессе статистической обработки<sup>5</sup> урожайных данных оценивали существенность различий ( $HCP_{05}$ ), коэффициент вариации ( $V$ , %) и долю влияния сорта и абиотических условий на формирование урожайности льноволокна. Индекс условий среды ( $I_s$ ), коэффициент регрессии ( $b_i$ ), стабильность сорта в различных условиях среды ( $Gd^2$ ) определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell [11], показатель стрессоустойчивости ( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ) и генетической гибкости ( $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$ ) по уравнениям A. A. Rosielle, J. Hamblin [12]

в изложении А. А. Гончаренко [13], параметры гомеостатичности ( $H_{om}$ ) – по В. В. Хангильдину [14], коэффициент адаптивности ( $Ka$ ) – по методу Л. А. Животкова [15].

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались как по количеству выпавших осадков и сумме температур, так и по характеру их распределения в течение вегетационного периода. Это позволило более полно оценить генетический потенциал коллекционных образцов и выделить лучшие из них по продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам.

Вегетационный период 2015 года был относительно прохладным и недостаточно увлажненным. В мае, июне и июле среднесуточная температура воздуха уступала средне-многолетней на 0,4-1,3 °С, а в августе превышала ее на 0,9 °С. За вегетационный период выпало 220 мм осадков, что на 96 мм меньше среднемноголетних данных. К тому же они носили неравномерный характер. Наиболее засушливым был июнь месяц, когда выпало 29 мм осадков, или 31 % от нормы. Это совпало с периодом быстрого роста льна-долгунца и отрицательно сказалось на урожайности льнопродукции. Гидротермический коэффициент по Селянинову, который является интегральным показателем влагообеспеченности посевов, составил за июнь 0,63, а в целом за период вегетации 1,16 при оптимуме 1,3-1,6.

Вегетационный период 2016 года был теплым и дождливым. Среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетнюю в мае на 2,4 °С, в июне – на 1,1 °С, в июле – на 0,4 °С и в августе – на 0,2 °С. За вегетационный период выпало 403 мм осадков, что в 1,3 раза превысило норму. ГТК составил 1,94, что говорит об избыточном увлажнении. Ливневые дожди на протяжении практически всего периода вегетации привели к полеганию посевов (устойчивость к полеганию, в разрезе образцов, колебалась в пределах 3,5-4,5 балла), что негативно отразилось на урожайности льноволокна.

Вегетационный период 2017 года был относительно прохладным и с достаточным количеством осадков (ГТК 1,72). Среднесуточная температура воздуха в мае была на 1,6 °С ниже средней многолетней, осадков выпало 26 мм (43,3 % от нормы), ГТК составил 0,79.

<sup>3</sup> Изучение коллекции льна (*Linum Usitatissimum* L.): методические указания. Л.: ВИР, 1988. 29 с.

<sup>4</sup> Методические указания по селекции льна-долгунца. Торжок, 1987. 40 с.

<sup>5</sup> Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Сухая прохладная погода задерживала появление всходов. В июне среднесуточная температура воздуха была ниже нормы на 1,9 °С, осадков выпало в пределах нормы – 80 мм (ГТК 1,86). В июле и августе среднесуточная температура была ниже среднегодовой соответственно на 2,1 и 0,1 °С, а количество осадков составило 80-159 % нормы. Такие погодные условия задерживали развитие и созревание льна-долгунца. Однако, в целом, умеренно теплая погода, с достаточным количеством осадков в фазу быстрого роста льна способствовала нарастанию вегетативной массы и формированию волокна в соломе. Лён был высокорослый (90-115 см), с высоким со-

держанием волокна (27,7-38,4 %), что обеспечило получение высокого урожая льноволокна.

**Результаты и их обсуждение.** Для выявления вклада генотипа (фактор «сорт») и абиотических условий произрастания растений (фактор «год») на урожайность волокна сортов и номеров льна-долгунца провели двухфакторный дисперсионный анализ. Его результаты показали, что наиболее существенное влияние на урожайность льноволокна оказывали условия года. Доля влияния фактора «год» на формирование признака составляла 74,6 %, фактора «сорт» – 23,8 % и их взаимодействия 1,6 % (табл. 1).

**Таблица 1 – Оценка сортообразцов льна-долгунца по реализации потенциальной урожайности льноволокна и коэффициенту адаптивности /**

**Table 1 – Evaluation of flax cultivars for the implementation of the potential yield of flax fiber and the coefficient of adaptability**

Сорт, линия / Variety, line	Урожайность льноволокна, т/га / Flax fiber yield, t/ha				V, %	Ka / Ca	Реализация потенциа- ла урожая, % / Realizing the potential of the crop, %
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	$\bar{x}$			
Б-226	1,41	2,05	2,55	2,00	16,0	0,92	78,4
Л-5	1,33	2,45	3,18	2,32	40,1	1,07	73,0
Л-2	0,80	1,29	1,59	1,22	49,2	0,56	76,7
Л-3	1,01	1,72	2,90	1,98	48,4	0,91	68,3
Л-5-1	1,37	2,14	2,80	2,10	33,8	0,97	75,0
85-58-26-20	1,17	1,96	2,75	1,96	41,8	0,90	71,3
Sxy 20	1,14	2,00	2,86	2,00	43,0	0,92	83,1
У 51269	1,51	2,79	3,70	2,67	40,8	1,23	72,2
Весничка / Vesnichka	0,98	1,55	1,92	1,48	31,1	0,68	77,1
Л-205	1,26	2,25	2,42	1,98	31,3	0,91	81,8
Л 280-02	1,50	2,66	2,97	2,38	31,9	1,10	80,1
Л-6	1,79	2,25	3,04	2,36	26,1	1,09	77,6
Л-2-1	1,46	2,36	3,21	2,34	42,7	1,08	72,9
Туу	1,60	1,93	2,52	2,02	22,7	0,93	80,2
Lu 1	1,34	2,37	2,60	2,10	31,4	0,97	80,8
Sxy 7	1,48	2,35	3,13	2,32	35,3	1,07	74,1
А-236	1,67	2,96	3,36	2,66	35,3	1,23	79,2
М-249	1,47	2,32	3,66	2,48	44,3	1,14	67,8
Вручий / Vruchiy	1,48	2,43	3,16	2,36	34,7	1,09	74,7
Глазур / Glazur	1,61	2,77	3,07	2,48	31,0	1,14	80,8
Добрыня - ст. / Dobrynya - st.	1,51	2,52	3,44	2,49	35,7	1,15	72,4
Средняя сортовая / Average varietal	1,37	2,24	2,89	2,17	35,6	1,00	76,1
Индекс среды Ij / Environment index	-0,79	+0,07	+0,73	-	-	-	-
HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,11	0,26	0,21	-	-	-	-

Условия выращивания льна-долгунца в годы исследований существенно различались. Для их оценки использовали индексы условий среды ( $I_j$ ). Лучшие условия для роста и развития растений складываются при положительном значении условий среды, худшие при отрицательном. Из анализа индексов условий среды следует, что наиболее благоприятные условия для формирования урожайности льноволокна сложились в 2017 году ( $I_j = +0,73$ ), в 2016 году они были менее благоприятными ( $I_j = +0,07$ ), в 2015 году условия для формирования урожайности были неблагоприятными ( $I_j = -0,79$ ).

С изменением условий выращивания менялась и урожайность льноволокна испытываемых образцов. Наименьшая средняя урожайность сортов и сортономеров 1,37 т/га получена в 2015 году при отрицательном индексе условий среды (-0,79). В 2016 году она составила 2,24 т/га, а в 2017 году была наивысшей – 2,89 т/га.

За годы исследований (2015-2017 гг.) урожайность волокна сортономеров льна-долгунца варьировала в пределах 0,8-3,7 т/га (образцы Л-2 и У 51269 соответственно), а по средним данным в пределах 1,22-2,67 т/га у этих же сортов (табл. 1). Наибольшая средняя урожайность волокна отмечена у сортообразцов У 51269 (2,67 т/га), А-236 (2,66 т/га), Добрыня (2,49 т/га), Глазур (2,48 т/га), М-249 (2,48 т/га) и Л 280-02 (2,38 т/га). Все они превысили среднесортную урожайность соответственно на 0,50; 0,49; 0,31; 0,31; 0,21 т/га. Сорта У 51269 (Китай) и А-236 (Россия) превышали стандарт на 0,17-0,18 т/га, в два года из трёх прибавки были достоверными. В благоприятные годы практически все сорта характеризовались высоким потенциалом урожайности.

Но стоит отметить, что изучаемые сорта недостаточно полно реализовали свой высокий потенциал урожайности. Его реализация в среднем по опыту составила 76,1 %, а в разрезе сортов она колебалась в пределах 67,8-83,1 %. Основная причина этого – слабая генетическая защита растений в отношении действий неблагоприятных факторов внешней среды и невозможность полностью оптимизировать почвенно-климатические условия за счет уровня агротехники [7]. Наиболее полно раскрылись по данному параметру образцы Глазур (80,8 %), Sxy 20 (83,1 %), Л-205 (81,8 %), Туу (80,8 %), Л 280-02 (80,1 %),

несколько слабее проявили потенциал М-249 (67,8 %), Л-3 (68,3 %), 85-58-26-20 (71,3 %). У стандартного сорта Добрыня реализация потенциальной урожайности льноволокна составила 72,4 %.

За годы исследований у большинства сортообразцов отмечалась значительная изменчивость урожайности волокна, коэффициент вариации (V) составил 22,7-49,2 %. Только один сортообразец Б-226 характеризовался средней степенью изменчивости (16 %). Относительно меньшая вариабельность урожайности льноволокна отмечена у сортообразцов Туу (22,7 %), Л-6 (26,1 %), Глазур (31 %), Весничка (31,1 %), Л-205 (31,3 %).

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 определяется сопоставлением урожайности изучаемых сортов со «среднесортной» урожайностью. В наших исследованиях коэффициент адаптивности варьировал от 0,56 до 1,15. Высокая адаптивность и потенциальная продуктивность отмечены у сортономеров У 51269 и Sxy 7 (1,23-1,07), у сортов Добрыня (1,15) и Глазур (1,14). Наиболее низкую адаптивность (0,56-0,91) показали сорта и сортономера Л-2, Весничка, 85-58-56-20, Л-205.

Испытание сортов и сортообразцов в природно-климатических условиях Северо-Западного региона позволяет выделить из них те, которые способны проявлять к ним наибольшую степень адаптации и реализовывать свой высокий потенциал продуктивности. Разнообразные погодные условия дали возможность оценить реакции сортов на изменение факторов среды. В таблице 2 представлены основные статистические характеристики адаптивности сортов и сортономеров льна-долгунца.

Устойчивость к стрессу сортов и линий – важнейший показатель адаптивности и экологической пластичности, который определяется разностью между минимальной и максимальной урожайностью ( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ). Этот параметр имеет отрицательный знак, и чем меньше величина этого показателя, тем выше устойчивость сорта или сортономера к неблагоприятным факторам среды [13]. Наиболее высокую

стрессоустойчивость проявили линии Л-2, Б-226, Туу и сорт Весничка: их значения варьировали от -0,79 до -1,16. Наименьшая устойчивость к стрессу отмечена у сортов Добрыня,

У 51269 и линий Л-3, Л-5, Л-4, М-249, Sxy 20, где показатель устойчивости колебался от -1,93 до -2,19, у остальных сортов и линий он имел промежуточное значение.

*Таблица 2 – Стрессоустойчивость и параметры адаптивности сортообразцов льна-долгунца в условиях Северо-Западного региона (2015-2017 гг.) /*

*Table 2 – Stress resistance and adaptability parameters of flax fiber varieties in the Northwestern region (2015-2017)*

Сорт, линия / Variety, line	Параметры адаптивности / Adaptability parameters					
	$Y_2 - Y_1$	$(Y_1 + Y_2) / 2$	$d$	$b_i$	$Gd^2$	$Hom$
Б-226	-1,14	1,98	44,7	0,77	0,69	11,1
Л-5	-1,85	2,25	58,2	1,24	1,80	3,1
Л-2	-0,79	1,19	49,7	0,54	0,54	3,2
Л-3	-1,89	1,95	65,2	1,24	1,78	2,2
Л-5-1	-1,43	2,08	51,1	0,96	1,07	4,4
85-58-26-20	-1,58	1,96	57,5	1,06	1,29	3,0
Sxy 20	-1,72	2,00	60,1	1,15	1,53	2,7
У 51269	-2,19	2,60	59,2	1,47	2,49	3,0
Весничка / Vesnichka	-0,94	1,45	49,0	0,73	0,62	5,1
Л-205	-1,16	1,84	47,9	0,80	0,74	5,4
Л 280-02	-1,47	2,23	49,5	1,01	1,19	5,1
Л-6	-1,25	2,41	41,1	0,83	0,79	7,2
Л-2-1	-1,75	2,33	54,5	1,17	1,56	3,6
Туу	-0,92	2,33	36,4	0,62	0,44	4,8
Лу 1	-1,26	2,06	48,5	0,87	0,88	5,3
Sxy 7	-1,65	2,30	52,7	1,11	1,61	4,0
А-236	-1,69	2,51	50,3	1,15	1,53	3,8
М-249	-2,19	2,56	59,8	1,44	2,37	2,6
Вручий / Vruchiy	-1,68	2,32	53,2	1,29	1,93	4,1
Глазур / Glazur	-1,46	2,34	47,6	1,00	1,15	5,5
Добрыня - ст. / Dobrynya - st.	-1,93	2,47	56,1	1,29	1,92	9,1

Средняя урожайность сорта в контрастных (благоприятных и неблагоприятных) условиях  $(Y_1 + Y_2 / 2)$  характеризует его генетическую гибкость и компенсаторную способность. Чем выше данный показатель, тем выше степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды. Наибольшую среднюю урожайность в контрастных условиях обеспечили сорта Добрыня (2,47 т/га), Глазур (2,34), Вручий (2,32), Sxy 7 (2,3) и линии М-249 (2,56), А-236 (2,51), Л-6 (2,41), Л-4 (2,33), Туу (2,33), Л-5 (2,25), Л 280-02 (2,23 т/га), что указывает на высокую компенсаторную способность этих сортов (табл. 3), которые смогли сформировать в этих условиях урожай выше среднего (2,17), в отличие от других сортов и линий.

Размах урожайности ( $d$ ) показывает отношение разницы между максимальной и минимальной урожайностью сорта к максимальной, выраженной в процентах. Чем ниже показатель  $d$ , тем стабильнее урожайность сорта в данных условиях [13]. Лучшими по этому показателю выделились линии Б-226 (44,7), Л-6 (41,1), Туу (36,4), сорт Глазур (47,6).

Коэффициент линейной регрессии урожайности сортов  $b_i$ , показывающий их реакцию на изменение условий выращивания, рассчитывали по S. A. Eberhart, W. A. Russell [11]. Анализ результатов исследований показал, что сорта и сортономера Л-5, Л-3, У 51269, Л-4, А-236, М-249, Sxy 20, Вручий, Добрыня, Sxy 7 имели значение  $b_i > 1$ . Они отзывчивы на улучшение условий выращивания, и их можно характеризовать как интенсивные.



У сортов Глазур, Л 280-02, Л-5-1, 85-58-26-20 коэффициент регрессии близок или равен 1, что говорит о полном соответствии урожайности сортов изменению условий выращивания. Сорта Lu 1, Туу, Л-2-1, Л-205, Весничка, Б-226 имели значение  $b_1 < 1$ , что свидетельствует об их слабой реакции на улучшение условий выращивания. Подобная реакция свойственна сортам экстенсивного и полунтенсивного типов. Их лучше использовать на экстенсивном фоне, где они могут дать максимальную урожайность (в пределах возможности сорта) при низких затратах. Данный набор сортов и перспективных сортономеров может также служить в качестве исходного материала для создания биотипов разной степени интенсивности и экологической пластичности.

Большие различия у изучаемого набора сортов наблюдаются по показателям стабильности урожайности ( $Gd^2$ ). Чем меньше квадратическое отклонение фактических урожаев от теоретических (коэффициент стабильности), тем стабильнее сорт. По данному показателю в изучаемом наборе сортов (линий) наиболее стабильными по урожайности волокна являются образцы Туу (0,44), Весничка (0,62), линия Б-226 (0,69), сорт Lu-1 (0,88). Среди выделенных по урожайности волокна сортов льна-долгунца самую низкую стабильность имели сорта и линии Y 51269, М-249, Вручий, Добрыня (2,49-1,92). Остальные сорта имели промежуточное значение.

Одним из важных показателей, характеризующих устойчивость растений к изменению неблагоприятных факторов среды, служит гомеостатичность (Ном) [14]. Критерием гомеостатичности сортов можно считать их способность поддерживать низкую вариабельность признаков продуктивности. В этом проявляется связь гомеостатичности (Ном) с коэффициентом вариации (V), которая характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды.

За период исследования наибольшую стабильность при изменении условий выращивания проявили сорта и линии Б-226 ( $V = 16 \%$ , Ном = 11,1), Л-2-1 ( $V = 26,1 \%$ , Ном = 7,2), Глазур ( $V = 3,1 \%$ , Ном = 5,5), Весничка ( $V = 31,1 \%$ , Ном = 5,1), Л 280-02 ( $V = 31,9 \%$ , Ном = 5,1). Следует отметить, что оценка сортов по указанным показателям совпадает с оценкой на стабильность ( $Gd^2$ ).

Большая вариабельность и низкая гомеостатичность отмечены у сортов Л-2 ( $V = 49,2 \%$ , Ном = 3,2), Л-3 ( $V = 48,4 \%$ , Ном = 2,2), М-249 ( $V = 44,3 \%$ , Ном = 2,6), Sxy 20 ( $V = 43 \%$ , Ном = 2,7), Y 51269 ( $V = 40,8 \%$ , Ном = 3,0), что говорит о нестабильности и низкой адаптивности сортов в условиях региона. Остальные сорта занимают промежуточное положение.

По результатам наших исследований оценка генотипов льна-долгунца по пластичности и стабильности велась несколькими методами. Полученные результаты показали, что направления и величина связей одних и тех же параметров друг с другом и с урожайностью волокна не всегда совпадают. Для получения более достоверных результатов мы использовали принцип ранжирования по всем параметрам, а окончательную оценку проводили по сумме баллов [6, 8].

Ранжированная оценка сортообразцов по параметрам адаптивности (стрессоустойчивости, гибкости, изменчивости, генетической гибкости, пластичности, стабильности, гомеостатичности), с учетом наименьшей суммы баллов, позволила выявить генотипы льна-долгунца, наиболее приспособленные к условиям Северо-Западного региона (табл. 3).

К таким сортообразцам можно отнести: Б-226 (Литва); Y 51269, Туу, Lu1 (Китай); Л280-02, Л-6, А-236, Добрыня (Россия), Вручий и Глазур (Украина), набравшие наименьшую сумму баллов. Среди них образцы Б-226 (Литва), Туу (Китай), Л-6 (Россия) имели низкую пластичность (0,62-0,83), наиболее высокую стабильность (0,44-0,79) и гомеостатичность (11,1-4,8) и относительно низкий коэффициент вариации (16,0-26,1). К тому же они отличались относительно высокими показателями по стрессоустойчивости и низким размахом урожайности, что свидетельствует о их слабой реакции на улучшение условий среды. Урожайность льноволокна данных образцов была на уровне среднесортной (2,10-2,36 т/га). Их можно отнести к сортам экстенсивного типа, которые хорошо адаптированы к условиям региона и способны стабильно обеспечивать среднюю урожайность льноволокна при недостаточно высоком уровне агротехники.

Сорта Y 51269 (Китай), Вручий (Украина), А-236 и Добрыня (Россия) характеризовались высокой пластичностью по урожайности льноволокна (1,15-1,47) и низкой стабильно-

стью (1,53-2,49), низкой гомеостатичностью (Hom), высокими коэффициентами вариации (V) и размахом урожайности (d). Сорта проявили слабую стрессоустойчивость (1,68-2,19). Их 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 по урожайности льноволокна. За годы исследований именно эти сорта сформировали наиболее высокие средние урожаи льноволокна 2,49-2,67 т/га, что на 0,32-0,50 т выше среднесортной.

*Таблица 3 – Ранжирование сортообразцов льна-долгунца по параметрам адаптивности /*  
*Table 3 – The ranking of flax fiber varieties according to the parameters of adaptability*

Сорт, линия / Variety, line	Параметры адаптивности / Adaptability parameters								
	$V_2 - V_1$	$(V_1 + V_2) / 2$	d	$b_i$	$Gd^2$	Hom	V	Ka	сумма
Сху 20	14	15	20	8	12	19	18	16	121
85-58-26-20	11	17	16	11	11	18	16	19	118
Л-2	1	21	9	21	2	15	21	21	110
Л-5	17	11	17	6	17	16	14	10	107
М-249	20	2	19	2	20	20	19	5	106
Л-2-1	16	8	14	7	14	14	17	9	98
У 51269	21	1	18	1	21	17	15	1	95
Сху 7	12	10	12	10	15	12	11	11	92
Вручий / Vruchiy	13	9	13	4	19	11	10	8	86
Л-3	18	18	21	5	16	21	20	17	85
Л-5-1	8	13	11	14	8	10	9	13	85
Весничка / Vesnichka	3	20	7	19	3	8	5	20	84
Л-205	5	19	5	17	5	5	6	18	79
А-236	15	3	10	9	13	13	12	2	76
Добрыня - ст. / Dobrynya - st.	19	4	15	3	18	2	13	3	76
Lu 1	7	14	6	15	7	6	7	12	73
Л 280-02	10	12	8	12	10	7	8	6	72
Б-226	4	16	3	18	4	1	1	15	61
Туу	2	7	1	20	1	9	2	14	55
Глазур / Glazur	9	6	4	13	9	4	4	4	52
Л-6	6	5	2	16	6	3	3	7	47

К сортам, набравшим меньшее количество рангов (баллов) относятся Глазур (Украина) и Л 280-02 (Россия), которые показали относительно среднюю стрессоустойчивость (1,46-1,47), среднюю пластичность (1,0-1,1), среднюю стабильность (1,15-1,19), высокую гомеостатичность (5,1-5,5) и относительно низкий коэффициент вариации (31-31,9). В целом они проявили достаточно высокую адаптивность к условиям среды и сформировали достаточно высокую урожайность льноволокна 2,38-2,48 т/га.

Все указанные образцы представляют несомненный интерес как для производства,

так и для дальнейшей селекционной работы в подборе родительских форм для скрещиваний с целью создания новых генотипов льна-долгунца, сочетающих высокую урожайность льноволокна с максимально возможной адаптацией к условиям Северо-Западного региона России, и предназначенных для хозяйств с различной степенью интенсификации земледелия.

**Выводы.** Испытание в условиях Северо-Западного региона России 20 сортообразцов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции показало, что изменчивость урожайности льноволокна за годы исследований



на 74,6 % была обусловлена влиянием абиотических факторов среды, на долю сорта выпадает 23,8 % и на их взаимодействие – 1,6 %.

Комплексная оценка изучаемых сортообразцов по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности (стрессоустойчивости, пластичности, стабильности, гомеостатичности, изменчивости) с использованием разных методик и принципа ранжирования позволила получить достоверные данные и

выделить сортообразцы, обладающие высокой потенциальной продуктивностью и наибольшей адаптивностью в условиях Северо-Западного региона. К ним относятся сортообразцы Б-226 (Литва); Y 51269, Туу, Lu1 (Китай); Л 280-02, Л-6, А-236, Добрыня (Россия), Вручий и Глазур (Украина), которые целесообразно использовать в селекции льна-долгунца на адаптивность при выведении новых сортов с различной степенью интенсивности.

#### *Список литературы*

1. Понажев В. П., Павлова Л. Н., Рожмина Т. Н., Кудрявцева Л. П. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца. Тверь: Тверской гос. университет, 2014. 139 с.
2. Смирнова Л. А., Поздняков Б. А., Рожмина Т. А., Понажев В. П., Павлова Л. Н. Льняной комплекс России: факторы и условия эффективного развития. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 142 с.
3. Рожмина Т. А., Павлова Л. Н., Понажев В. П., Захарова Л. М. Льняная отрасль на пути к возрождению. Защита и карантин растений. 2018;(1):3-8. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32368923>
4. 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: научное пособие. Тверь: Тверской гос. университет, 2018. С. 28-31.
5. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Т. I. М.: Изд-во Агрорус, 2008. 814 с.
6. Сапега В. А., Турсунбекова Г. Ш. Продуктивность и параметры адаптивности сортов твердой яровой пшеницы. Аграрная наука. 2013;(9):12-14. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23160605>
7. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: РУДН, 2001. Т.1. 780 с.
8. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор). Сельскохозяйственная биология. 2016;51(5):617-626. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.617.rus>
9. Курылева А. Г. Адаптивная реакция сортов ячменя при экологическом испытании в условиях Удмуртской Республики. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;(6(67)):52-57. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.52-57>
10. Мамаев В. В. Выявление сортов озимой ржи с экологической адресностью для юго-запада центра России. Вестник Ульяновской Государственной сельскохозяйственной академии. 2018;(3):78-83. DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-3-78-83>
11. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 1966;6(1):38-40. URL: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>
12. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop.Sci. 1981; 21(6):27-29. URL: <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1547866>
13. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. Вестник РАСХН. 2005;(6):49-53.
14. Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях. Генетико-цитологические аспекты селекции сельскохозяйственных растений: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ, Всесоюз. селекц.-генет. ин-т. Одесса: ВСГИ, 1984. С. 67-76. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001227021>
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):3-6. Режим доступа: <https://istina.msu.ru/publications/article/2314139/>
16. Кильчевский А. В. Генетико-экологические основы селекции растений. Информационный вестник ВОГиС. 2005;9(4):518-526. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9127861>
17. Королёв К. П., Бомс Н. А. Оценка генотипов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) по экологической адаптивности и стабильности в условиях Северо-Восточной части Беларуси. Сельскохозяйственная биология. 2017;52(3):615-621. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.615rus>
18. Корепанова Е. В., Фатыхов И. Ш. Экологическая пластичность сортов льна-долгунца в условиях Среднего Предуралья. Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2012;(4):27-30. Режим доступа: [http://old.ssaa.ru/\\_struct/000/Izvest\\_4,%202012.pdf](http://old.ssaa.ru/_struct/000/Izvest_4,%202012.pdf)

References

1. Ponazhev V. P., Pavlova L. N., Rozhmina T. N., Kudryavtseva L. P. *Selektsiya i pervichnoe semenovodstvo l'na-dolguntsa*. [Selection and primary seed production of fiber flax]. Tver': Tverskoy gos. universitet, 2014. 139 p.
2. Smirnova L. A., Pozdnyakov B. A., Rozhmina T. A., Ponazhev V. P., Pavlova L. N. *L'nyanoy kompleks Rossii: faktory i usloviya effektivnogo razvitiya*. [Flax complex of Russia: factors and conditions of effective development]. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2013. 142 p.
3. Rozhmina T. A., Pavlova L. N., Ponazhev V. P., Zakharova L. M. *L'nyanaya otrasl' na puti k vozrozhdeniyu*. [Linen industry on the way to revival]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2018;(1):3-8. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32368923>
4. Rozhmina T. A., Sorokina O. Yu., Kiseleva T. S., Smirnova M. I., Smirnova A. G. *Skrining obraztsov kolleksii l'na po ego ustoychivosti k stressovym faktoram sredy*. [Screening of samples of flax collection for its resistance to environmental stress factors]. *Nauchnoe obespechenie proizvodstva pryadil'nykh kul'tur: sostoyanie, problemy i perspektivy: nauchnoe posobie*. [Scientific support for the production of spinning crops: state, problems and prospects: a scientific guide]. Tver': Tverskoy gos. universitet, 2018. pp. 28-31.
5. Zhuchenko A. A. *Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy)*. [Adaptive crop production (ecological and genetic basis)]. Vol. I. Moscow: Izd-vo Agrorus, 2008. 814 p.
6. Sapega V. A., Tursunbekova G. Sh. *Produktivnost' i parametry adaptivnosti sortov tverдой yarovoy pshenitsy*. [Productivity and Adaptive Potential of Winter Wheat Varieties under Different Agroecological Conditions]. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*. 2013;(9):12-14. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23160605>
7. Zhuchenko A. A. *Adaptivnaya sistema selektsii rasteniy (ekologo-geneticheskie osnovy)*. [Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic basis)]. Moscow: RUDN, 2001. Vol.1. 780 p.
8. Rybas' I. A. *Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur (obzor)*. [Breeding grain crops to increase adaptability (review)]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2016;51(5):617-626. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.617.rus>
9. Kuryleva A. G. *Adaptivnaya reaktsiya sortov yachmenya pri ekologicheskom ispytanii v usloviyakh Udmurtskoy respubliki*. [Adaptive reaction of barley varieties during environmental testing in the Udmurt Republic]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2018;(6(67)):52-57. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.52-57>
10. Mamaev V. V. *Vyyavlenie sortov ozimoy rzhi s ekologicheskoy ad-resnost'yu dlya yugo-zapada tsentra Rossii*. [Search for varieties of winter rye with environmental targeting for the southwest of central Russia]. *Vestnik Ul'yanovskoy Gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2018;(3):78-83. DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-3-78-83>
11. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 1966;6(1):38-40. URL: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>
12. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop.Sci.* 1981; 21(6):27-29. URL: <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1547866>
13. Goncharenko A. A. *Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivosti sortov zernovykh kul'tur*. [On adaptivity and ecological resistance of grain crop varieties]. *Vestnik RASKhN*. 2005;(6):49-53. (In Russ.).
14. Khangil'din V. V., Biryukov S. V. *Problema gomeostaza v genetiko-selektionnykh issledovaniyakh*. [The Problem of homeostasis in genetic and breeding research]. *Genetiko-tsitologicheskie aspekty selektsii sel'skokhozyaystvennykh rasteniy: sb. nauch. tr. VASKhNIL, Vsesoyuz. selekts.-genet. in-t*. [Genetic and cytological aspects of plant breeding of agricultural plants: Collection of research papers of VASKhNIL, All-Union Selection and Genetic Institute]. Odessa: VSGI, 1984. p. 67-76. URL: <https://search.rsl.ru/record/01001227021>
15. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. *Metodika vyyavleniya potentsial'noy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «Urozhaynost'»*. [Methods for identifying potencial productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat according to the indicator «Yield»]. *Selektsiya i semenovodstvo*. 1994;(2):3-6. (In Russ.). URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/2314139/>
16. Kil'chevskiy A. V. *Genetiko-ekologicheskie osnovy selektsii rasteniy*. [Genetic and ecological bases of plant breeding]. *Informatsionnyy vestnik VOGiS*. 2005;9(4):518-526. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9127861>
17. Korolev K. P., Boms N. A. *Otsenka genotipov l'na-dolguntsa (Linum usitatissimum L.) po ekologicheskoy adaptivnosti i stabil'nosti v usloviyakh Severo-Vostochnoy chasti Belarusi*. [Evaluation of flax (*linum usitatissimum* L.) genotypes on environmental adaptability and stability in the North-Eastern Belarus]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2017;52(3):615-621. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.615rus>
18. Korepanova E. V., Fatykhov I. Sh. *Ekologicheskaya plastichnost' sortov l'na-dolguntsa v usloviyakh Srednego Predural'ya*. [Ecological Plasticity of Sorts of Long-Stalk in the Conditions of Middle Ural' Region]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2012;(4):27-30. (In Russ.). URL: [http://old.ssaa.ru/\\_struct/000/Izvest\\_4,%202012.pdf](http://old.ssaa.ru/_struct/000/Izvest_4,%202012.pdf)

*Сведения об авторах*

✉ **Степин Александр Дмитриевич**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, руководитель, Псковский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира 1, дер. Родина, Псковский район, Псковская область, Российская Федерация, 180559, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-9009-878X>, e-mail: [otdellna@yandex.ru](mailto:otdellna@yandex.ru)

**Рысев Михаил Николаевич**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, Псковский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира 1, дер. Родина, Псковский район, Псковская область, Российская Федерация, 180559, e-mail: [rysev.mih@jandex.ru](mailto:rysev.mih@jandex.ru)

**Рысева Тамара Андреевна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, Псковский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира 1, дер. Родина, Псковский район, Псковская область, Российская Федерация, 180559

**Уткина Светлана Владимировна**, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, Псковский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира 1, дер. Родина, Псковский район, Псковская область, Российская Федерация, 180559

**Романова Надежда Владимировна**, научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, Псковский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира 1, дер. Родина, Псковский район, Псковская область, Российская Федерация, 180559

*Information about the authors*

✉ **Alexander D. Stepin**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Head of Pskov Institute of Agriculture – separate division of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira street, vil. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federation, 180559, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-9009-878X>, e-mail: [otdellna@yandex.ru](mailto:otdellna@yandex.ru)

**Mikhail N. Rysev**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, Pskov Institute of Agriculture – separate division of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira street, vil. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federation, 180559, e-mail: [rysev.mih@jandex.ru](mailto:rysev.mih@jandex.ru)

**Tamara A. Ryseva**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, Pskov Institute of Agriculture – separate division of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira street, vil. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federation, 180559

**Svetlana V. Utkina**, senior researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, Pskov Institute of Agriculture – separate division of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira street, vil. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federation, 180559

**Nadezhda V. Romanova**, researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, Pskov Institute of Agriculture – separate division of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira street, vil. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federation, 180559

✉ – Для контактов / Corresponding author