



Изучение коллекционных образцов генофонда льна-долгунца по основным хозяйственно ценным признакам в условиях Северо-Запада Российской Федерации

© 2021. 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

Исследования по оценке 20 сортообразцов льна-долгунца российской, китайской, японской и польской селекции из коллекции Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР) проводили в 2018-2020 гг. с целью выявления источников селекционно-значимых признаков, адаптивных к условиям Северо-Запада Российской Федерации. ГТК за период вегетации в 2018 г. был равен 0,95, в 2019 – 1,53 и в 2020 г. – 1,1. Абиотические условия в большей степени влияли на формирование высоты растений (59,6 %), урожайности семян (60 %) и содержания волокна в растениях (55,1 %), но и влияние генотипа на эти показатели было значимым. Доля генотипа преобладала в формировании урожайности волокна (67,2 %) и продолжительности вегетационного периода (52,8 %). Вариабельность признаков наибольшей была по урожайности семян ($V=6,7-33,9\%$), устойчивости к болезням ($V=3,1-26,5\%$), наименьшей – по продолжительности вегетационного периода ($V=4,4-9,7\%$). По остальным она находилась на уровне до 20 %. Выявлен ценный и пластичный исходный материал для практической селекции с целью создания новых сортов с признаками: раннеспелости – К-8680 (Россия), К-8782, К-8783 (Япония), которые созревали на 3 суток раньше стандарта Добрыня и имели вегетационный период 67 дней; продуктивности – К-8651, К-8760, К-8795, К-8797, К-8874, К-8877 (Китай), достоверно превысившие по урожайности волокна сорт Добрыня (241 г/м^2) на 8-14 %. Выделены генотипы, существенно превосходящие стандарт: по высоте растений (82 см) – К-8681 (Россия), К-8751, К-8794, К-8795, К-8754 (Китай) – на 12-25 %; урожайности льносоломы (241 г/м^2) – К-8681 (Россия), К-8751, К-8794, К-8795, К-8874, К-8880 (Китай) – на 25-40 %; урожайности семян (149 г/м^2) – К-8680 (Россия), К-8772 (Польша), К-8782 (Япония) – на 10-23 %; устойчивости к полеганию (9 образцов) и болезням (7 образцов). Использование в селекционной практике выявленных генисточников ускорит создание сортов, обеспечивающих получение высоких и стабильных урожаев.

Ключевые слова: *Linum usitatissimum* L., генотип, сортообразец, лен-долгунец, исходный материал, продуктивность, адаптивность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № 0477-2019-0009).

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. Изучение коллекционных образцов генофонда льна-долгунца по основным хозяйственно ценным признакам в условиях Северо-Запада Российской Федерации. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):518-530.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.518-530>

Поступила: 23.04.2021

Принята к публикации: 29.06.2021

Опубликована онлайн: 26.08.2021

Study of collection accessions of the fiber flax gene pool according to the main agronomic characters in the conditions of the North-West of the Russian Federation

© 2021. Aleksander D. Stepin✉, Michail N. Rysev, Tamara A. Ryseva, Svetlana V. Utkina, Nadezhda V. Romanova

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

Studies on the evaluation of 20 fiber flax accessions of Russian, Chinese, Japanese and Polish breeding from the collection of the Federal Research Center "All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov" (VIR) were conducted in 2018-2020 in order to identify the sources of agronomic valuable characters that are adaptive to the conditions of the North-West of the Russian Federation. The HTC for the growing season in 2018 was 0.95, in 2019 – 1.53 and in 2020–1.1. Abiotic conditions had a greater influence on the formation of plant height (59.6 %), seed yield (60 %) and fiber content in plants (55.1 %), but the influence of the genotype on these indicators was also significant. The effect size of the genotype prevailed in the formation of fiber yield (67.2 %) and the duration of the growing season (52.8 %). The variability of characters was the greatest according to the seed yield ($V=6.7-33.9\%$), disease resistance ($V=3.1-26.5\%$); the lowest one was noted according to the duration of the growing season ($V=4.4-9.7\%$). For the rest characters, it was at the level of up to 20 %. A valuable and plastic source material was identified for practical breeding aimed at creating new varieties with the following characters: early maturity – K-8680 (Russia), K-8782, K-8783 (Japan), which matured 3 days earlier than the

Dobrynya standard and had a growing period of 67 days; productivity – K-8651, K-8760, K-8795, K-8797, K-8874, K-8877 (China), which significantly exceeded the fiber yield of the Dobrynya variety (241 g/m²) by 8-14 %. There were identified genotypes significantly exceeding the standard: according to the plant height (82 cm) – K-8681 (Russia), K-8751, K-8794, K-8795, K-8754 (China) – by 12-25 %; yield of flax straw (241 g/m²) – K-8681 (Russia), K-8751, K-8794, K-8795, K-8874, K-8880 (China) – by 25-40 %; seed yield (149 g/m²) – K-8680 (Russia), K-8772 (Poland), K-8782 (Japan) – by 10-23 %; resistance to lodging (9 samples) and diseases (7 samples). Use of the identified gene sources in breeding practice should accelerate the creation of varieties that provide high and stable yields.

Key words: *Linum usitatissimum* L., genotype, accession, fiber flax, source material, productivity, adaptability

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. 0477-2019-0009).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interest: the authors declared no conflict of interest.

For citation: Stepin A. D., Rysev M. N., Ryseva T. A., Utkina S. V., Romanova N. V. Study of collection accessions of the fiber flax gene pool according to the main agronomic characters in the conditions of the North-West of the Russian Federation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2021;22(4):518-530. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.518-530>

Received: 23.04.2021

Accepted for publication: 29.06.2021

Published online: 26.08.2021

Лен-долгунец (*Linum usitatissimum* L.) является важнейшей технической культурой стратегического назначения, позволяющей в значительной мере обеспечить импортозамещение хлопка. На протяжении многих лет Россия являлась крупнейшим мировым производителем и экспортером льноволокна и льняных тканей. Несмотря на то, что в последние десятилетия посевные площади и объемы производства льна-долгунца значительно сократились, лен по-прежнему остается основным источником натуральных волокон, производимых в Российской Федерации [1, 2].

В настоящее время льнопродукция широко используется в различных отраслях народного хозяйства – текстильной, авиационной, оборонной, лакокрасочной, строительной, пищевой, парфюмерной и других видах индустрии, в том числе в высокотехнологичных отраслях экономики [3, 4]. По данным Министерства сельского хозяйства, ежегодная потребность в льноволокне внутри страны составляет 130 тыс. тонн, тогда как фактически производится в 2,5 раза меньше¹. Оставляет желать лучшего и качество производимого волокнистого сырья. Все это отрицательно сказывается на расширении сфер его использования [5].

Важная роль в решении сырьевой проблемы принадлежит внедрению в производство новых сортов льна-долгунца, использование которых без дополнительных затрат позволяет на 25-30 % увеличить урожайность льнопродукции, улучшить качество льноволокна и повысить эффективность льноводства [6, 7, 8].

В связи с возрастающими требованиями сельскохозяйственного производства и легкой промышленности, усиливающимися в последнее время неблагоприятными агроклиматическими условиями, новые сорта, наряду с высокой продуктивностью волокна и семян, хорошим качеством волокна, должны обладать адаптивностью к региональным стрессовым экологическим факторам, быть устойчивыми к полеганию, грибным болезням, комплексу неблагоприятных факторов внешней среды [9, 10, 11, 12].

Решение этой задачи во многом зависит от ценности исходного материала. Чем разнообразнее исходные родительские формы по своим признакам, географическому происхождению, тем шире возможности отбора нужных форм из гибридного материала [13, 14, 15]. В этом случае особое значение приобретает изучение и использование мировой коллекции льна.

Мировая коллекция ВИР является богатейшим источником исходного материала для селекции льна, насчитывающая свыше 6 тысяч образцов². Она охватывает, практически, все генетическое разнообразие этой культуры, что позволяет создавать сорта, отвечающие различным требованиям селекции и производства [13, 16, 17]. Многие образцы из мировой коллекции имеют отдаленное географическое происхождение и обладают, как правило, генотипическим отличием от местных российских сортов. Включение в гибридизацию именно такого материала позволяет концентрировать в одном генотипе различные, в том числе и фенотипически слабые гены, и получать ценные трансгрессивные формы [18].

¹Валовой сбор льна-долгунца в Российской Федерации, тыс. тонн [Электронный ресурс]. URL: <http://agentstvo-len.ru/dinamika-proizvodstva-lnovolokna-i-penkovolokna-v-rossiyskoy-federatsii-tys-tonn> (дата обращения 02.04.2021).

²Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 162: Пряжильные культуры (лен, конопля, кенаф). Л.: ВИР, 1975. 148 с.

Для 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 [19, 20]. С этой целью в институте регулярно раз в три года формируется новый питомник экологического испытания коллекции.

Цель исследований – оценить новый генофонд льна-долгунца из коллекции ВИР по хозяйственно ценным признакам и выявить

образцы, перспективные в качестве исходного материала для практической селекции при создании высокопродуктивных и адаптивных к условиям Северо-Запада России сортов льна-долгунца.

Материал и методы. Исследования проводили на опытном поле Псковского НИИСХ ФГБНУ ФНЦ лубяных культур в течение 2018-2020 гг. Объектом изучения являлись 20 образцов и сортов льна-долгунца из коллекции ВИР (табл. 1). Среди них 4 образца из России, 13 образцов из Китая, 2 – из Японии и 1 – из Польши.

*Таблица 1 – Образцы коллекции льна-долгунца и их происхождение /
Table 1 – Samples of the fiber flax collection and their origin*

<i>№ по каталогу ВИР / VIR catalog No.</i>	<i>Название сорта или образца / Variety/accession</i>	<i>Происхождение / Origin</i>
К-8651	V 51267	Китай / China
К-8661	Л-1 Согласие х Альфа / L-1 Soglasie x Al'fa	Россия, ВИР / Russia, VIR
К-8680	Л-2 Восход х Зарянка / L-2 Voskhod x Zaryanka	
К-8681	Л-3 Оршанский-2 х Тверца / L-3 Orshanskij-2 x Tverca	
К-8751	M 0226-1	Китай / China
К-8754	Heiya 8	
К-8757	92199-6-5	
К-8759	97192-79-8	
К-8760	97192-79	
К-8772	SJK 186	Польша / Poland
К-8777	Надежда / Nadezhda	Россия / Russia
К-8782	Honkei 28	Япония / Japan
К-8783	Hon Jku 350	Япония / Japan
К-8794	V 51004	Китай / China
К-8795	y 7S12-13	
К-8796	H6i120	
К-8797	Vuan 2009-82	
К-8874	M0269-1	
К-8877	M0329-10	
К-8880	wsh2-5-4	
Стандарт / Standard	Добрыня / Dobrynya	Россия, Псковский НИИСХ / Russia, Pskov Research Institute of Agriculture

В качестве стандарта использовался районированный в регионе раннеспелый сорт Добрыня селекции института.

Почва опытного участка – дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая на карбонатной морене со следующими агрохимическими показателями: $pH_{\text{сол.}}$ 5,0-5,2, содержание подвижного фосфора (P_2O_5) – 140-270 мг/кг почвы, обменного калия (K_2O) – 89-167 мг/кг

почвы, гумуса – 2,3-2,6 %. Предшественник – многолетние травы. Система обработки почвы включала следующие агротехнические приемы: обработка поля от сорняков гербицидом сплошного действия Торнадо 500 с нормой расхода 1,5 л/га, зяблевая вспашка, ранневесеннее боронование, предпосевная культивация с одновременным боронованием в 2 следа

и прикатывание. Под предпосевную культивацию вносили азофоску (16:16:16) – 1,5 ц/га.

Закладка опытов, проведение учетов и наблюдений проводились в соответствии с методическими указаниями^{3,4}.

Посев коллекционного питомника осуществлялся вручную. Образцы высевали рядовым способом с помощью специального маркера с междурядьями 10 см. Площадь делянки 1 м², повторность трехкратная. Норма высева – 8 г/м². Через каждые 6 делянок высевался стандарт – раннеспелый сорт Добрыня.

С целью выявления доноров устойчивости к фузариозу все образцы параллельно высевали на искусственно созданном фузариозном фоне по 50 семян каждого сорта в трехкратной повторности.

В период вегетации, в соответствии с методикой, проводили фенологические наблюдения, оценку образцов по устойчивости к полеганию, измерение высоты растений, фитопатологический анализ растений. Уборку урожая осуществляли вручную. В лабораторных условиях проводили учет урожая соломы и семян, содержание волокна в соломе определяли методом тепловой мочки.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли методом дисперсионного анализа по Доспехову⁵ с использованием программы Microsoft Office Excel 2003, индекс условий среды (I_j) – по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell⁶.

Метеорологические условия 2018-2020 гг. существенно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, варьирующими в течение вегетационных периодов (табл. 2). Это позволило более полно проанализировать коллекцию льна-долгунца, выявить генотипические особенности изучаемых образцов в различных условиях среды и отобрать лучшие из них по продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам.

Период вегетации (май-август) 2018 г. характеризовался повышенным температурным фоном и недостаточным количеством выпавших осадков. Среднесуточные температуры воздуха по месяцам превышали среднемного-

летние данные на 0,5-3,6 %, а количество осадков составило 209 мм при норме – 317 мм, или 65,9 %. К тому же они носили неравномерный характер. В мае-июле наблюдался их дефицит, в августе количество осадков было в норме – 94 мм. Гидротермический коэффициент по Селянинову, который является интегральным показателем оценки влагообеспеченности растений, в целом за вегетационный период составил 0,95 при оптимуме 1,3-1,6⁷, что характеризует его как слабо засушливый. Все это оказало негативное влияние на формирование урожайности льнопродукции и особенно льносемян.

Погодные условия вегетационного периода 2019 года были относительно благоприятными для роста и развития льна-долгунца. Среднесуточная температура воздуха в целом за вегетационный период составила 16,1 °С, сумма осадков – 282 мм, ГТК по Селянинову – 1,53. Эти показатели были на уровне среднемноголетних – соответственно 16,0 °С, 318 мм, 1,5. Вместе с тем в период вегетации они существенно варьировали (табл. 2). В период подготовки почвы к посеву льна-долгунца (конец апреля-начало мая) стояла теплая с незначительным количеством осадков погода, что способствовало проведению полевых работ. Среднемесячная температура воздуха в мае была на уровне среднемноголетней +12,3 °С, а количество осадков на 30,9 мм (50 %) больше нормы. Условия для появления всходов и начала вегетации были вполне удовлетворительными.

Июнь был жарким и сухим. Среднесуточная температура воздуха была на 3,3 °С выше средней многолетней, а осадков выпало всего 22 мм, или 23,9 % от нормы. При отсутствии дождей наблюдалась интенсивная потеря почвенной влаги. Гидротермический коэффициент за июнь составил всего 0,38, что характеризует этот период как сильно засушливый. Однако это не оказало заметного отрицательного влияния на рост и развитие льна-долгунца, так как выпавшие в конце мая значительные осадки создали достаточные запасы влаги в почве. В первой декаде июля выпало 56,9 мм осадков, что восстановило запасы влаги в почве.

³Методические указания ВИР по изучению коллекции льна-долгунца. Л.: ВИР, 1988. 29 с.

⁴Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: методические указания. Тверь: Тверской гос. ун-т, 2014. 140 с.

⁵Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1985. 416 с.

⁶Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 1966;6(1):38-40.

⁷Справочник льновода. М.: Россельхозиздат, 1969. 215 с.

Таблица 2 – Метеорологические условия в годы проведения исследований /
 Table 2 – Meteorological conditions in the years of research

Год / Year	Месяц / Month				В среднем (в сумме) / On average (in total)	
	май / may	июнь / june	июль / july	август / august	май-август / may-august	июнь-июль / june-july
Среднесуточная температура, °C / Average daily temperature, °C						
2018	15,8	16,3	20,1	18,2	17,6	18,2
2019	12,4	19,1	16,4	16,3	16,1	17,8
2020	10,2	19,5	17,3	16,9	16,0	18,4
Среднемн. / Long-term averages	12,2	15,8	18,3	16,5	15,7	17,1
Среднемесячные осадки, мм / Average monthly precipitation, mm						
2018	18	50	45	96	209	95
2019	98	22	101	61	282	123
2020	46	43	67	50	206	110
Среднемн. / Long-term averages	55	92	76	94	317	168
ГТК / HTC						
2018	0,37	1,02	0,72	1,70	0,95	0,87
2019	2,55	0,38	1,99	1,21	1,53	1,18
2020	1,45	0,74	1,25	0,95	1,10	1,00
Среднемн./ Long-term averages	1,45	1,94	1,34	1,84	1,64	1,64

Июль был холодным и дождливым – среднесуточная температура воздуха (+16°C) была на 1,9 °C ниже среднего многолетнего значения, а осадков выпало 133 % от нормы. Первая декада августа также была прохладной – среднесуточная температура воздуха составила +14,6 °C, что на 3,7 °C ниже нормы, вторая и третья декады августа по этим показателям были близки к норме. Осадков за месяц выпало 65 мм при норме 94 мм. Создавшиеся условия задерживали развитие и созревание растений, однако отрицательного влияния на формирования урожая льнопродукции не оказали.

Погодные условия вегетационного периода 2020 г. складывались не вполне благоприятно для роста и развития льна-долгунца. Среднесуточная температура воздуха в целом за вегетационный период была на уровне среднемноголетней +16,0 °C, сумма осадков составила 206 мм – 65 % от нормы, гидротехнический коэффициент по Селянинову – 1,10.

В мае среднесуточная температура (10,1 °C) воздуха была на 2,1 °C ниже среднемноголетней, а осадков выпало 62 % от нормы (ГТК = 1,45). Особенно неблагоприятной была погода во 2 декаде, когда среднесуточная температура воздуха составила 6,5 °C и выпала

большая часть месячных осадков (82 %). Условия увлажнения были избыточными (ГТК = 5,81). Все это затрудняло проведение весенне-полевых работ и отрицательно влияло на первоначальное развитие растений. Всходы появились лишь на 14 день после посева.

Июнь был жарким и сухим. Среднесуточная температура воздуха была на 3,5 °C выше среднемноголетней, а осадков выпало 43,5 мм, или 50 % от нормы, ГТК составил 0,74, что характеризует этот период как сильно засушливый. Особенно засушливыми были 2 и 3 декады, когда ГТК был равен соответственно 0,44-0,19. Такая же погода наблюдалась и в течение 1-2 декад июля (ГТК= 0,34-0,33). Сложившиеся в июне-начале июля метеосостояния совпали с периодом быстрого роста льна-долгунца, что отрицательно повлияло на высоту растений и, в конечном счете, на урожайность льнопродукции. Среднемесячная температура августа была на уровне среднемноголетней – 16,9 °C, осадков выпало 50 мм – 53 % от нормы. Условия для формирования и созревания семян, уборки урожая были благоприятными.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия 2018-2020 гг. существенно разли-

чались и оказывали неодинаковое влияние на формирование отдельных признаков и урожайности льнопродукции. Наиболее благоприятным для формирования урожайности льносоломы был 2019 г. ($I_j = +52,3$), худшим – 2020 г. ($I_j = -50,3$). Среднесортная урожайность льносоломы в 2019 г. составила 856 г/м², в 2020 и 2018 гг. – соответственно 781 и 733 г/м². По влиянию на формирование урожайности льносемян худшими абиотические условия среды сложились в 2018 г. ($I_j = -33,9$), лучшими – в 2020 г. ($I_j = +20,5$), в 2019 г. индекс условий среды был положительным (+13,4). Соответствующим образом

изменялась урожайность льносемян. В 2018 г. она составила 107 г/м², в 2019 и 2020 гг. – соответственно 154 и 161 г/м². По влиянию на урожайность льноволокна индекс условий среды был положительным в 2018 г. ($I_j = +24,3$) и 2019 г. ($I_j = +6,5$), отрицательным – в 2020 г. ($I_j = -30,8$). Соответственно среднесортная урожайность льноволокна в 2018-2019-2020 гг. составила 257-239-202 г/м².

На основании двухфакторного дисперсионного анализа определена доля влияния генотипа и абиотических условий на признаки и урожайность льна долгунца, которые значительно отличаются между собой (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние генотипа и условий года на признаки и урожайность льна (2018-2020 гг.) /
Table 3 – Influence of the genotype and conditions of the year on flax characteristics and yield (2018-2020)

Признак / Character	Доля влияния, % / Share of influence, %		Сочетание факторов / Combination of factors	Случайная изменчивость / Random variation
	генотип / genotype	год / year		
Вегетационный период / Growing season	52,8*	35,6*	7,5	4,1
Высота растений / Plant height	37,8*	59,6*	9	3,9
Содержание волокна / Fiber content	36,9*	55,1*	6,2	1,8
Масса соломы / Straw weight	46,7*	39,9*	10,9	2,5
Масса семян / Seed weight	28,5*	60*	6,9	4,6
Масса волокна / Fiber mass	67,2*	26,7*	5,4	0,7

* Достоверно при 95 % уровне значимости / * Statistically significant by 95 % significance value

Изучение выборки из коллекции ВИР, состоящей из 20 образцов различного происхождения (4 – Россия, 13 – Китай, 2 – Япония, 1 – Польша), выявило значительное разнообразие по морфологическим, биологическим и хозяйственно ценным признакам (табл. 4).

Продолжительность вегетационного периода у изучаемых сортообразцов за годы исследований варьировала в пределах 64-81 суток. Наибольшим межсортное варьирование данного показателя ($CV = 20\%$) было в 2018 г., в котором среднесуточная температура воздуха за май-август на 1,9 °C превышала среднегодовую, а осадков выпало 66 % от нормы. В 2019 г. коэффициент вариации продолжительности вегетационного периода составил 13,5%, в 2020 г. – 13,1 % при средней длине вегетационного периода соответственно 80, 76 и 67 суток. Внутрисортное варьирование этого признака было незначительным 4,4-9,7 %, у отдельных образцов он в значительной

степени зависел от условий года. Например, образец К-8794 (Китай) имел вегетационный период в 2018 г. 80 суток, в 2019 – 76 суток и в 2017 – 66 суток ($CV = 9,7\%$). Образец К-8877 (Китай) в 2018 г. достигал ранней желтой спелости за 80 суток, в 2019 г. – за 73, в 2020 г. – за 66 суток ($CV = 8,5\%$).

Вместе с тем ряд образцов, несмотря на различающиеся погодные условия, имели более стабильный по годам вегетационный период. К ним относятся образцы К-8681 (Россия) – 77-84 суток ($CV = 4,4\%$), К-8782 (Япония) – 69-72 суток ($CV=5,6$). У сорта-стандарта Добрыня продолжительность вегетационного периода в среднем за годы исследований составила 70 суток ($CV = 5,4\%$). Методом двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что продолжительность вегетационного периода в большей степени зависела от генотипа (52,8 %), но и влияние погодных условий тоже статистически значимо (35,6 %).

Таблица 4 – Характеристики коллекционных образцов льна-долгунца по отдельным хозяйственно ценным признакам (2018-2020 гг.) /
Table 4 – Characteristics of collection accessions of fiber flax according to individual agronomic valuable characters (2018-2020)

№ по каталогу ВНР / VIR catalog No.	Название образца / Accession name	Общая высота растений / Total plant height		Устойчивость к полеганию, балл / Resistance to lodging, score	Вес соломы / Straw weight		Вес семян / Seed weight		Содержание волока, % / Fiber content, %	Устойчивость к фузариозу, % / Resistance to fusariosis, %	Длина вегетационного периода / Length of the growing season	
		см	± к см. / ± to the st.		г/м ²	% к см. / % to the st.	г/м ²	% к см. / % to the st.			сут / days	± к см. / ± to the st.
K-8651	V 51267	89	+7	5*	850	125*	146	98	31,2	83	74	+4
K-8661	L-1 Согласие х Альфа / L-1Soglasie x Alf'a	85	+3	5*	743	109	152	102	33,1*	76	72	+2
K-8680	L-2 Выход х Зарянка / L-2 Voskhod x Zaryanka	83	+1	4,7	633	93	164	110*	33,4*	97*	68	-2*
K-8681	L-3 Оршанский-2 х Тверца / L-3 Orshanskij-2 x Tverca	103	+21*	4,3	940	138*	141	95	24,6	95*	81	+11
K-8751	M 0226-1	95	+13*	4,7	853	125*	116	78	29,1	93	75	+5
K-8754	Heiya 8	92	+10*	4,3	783	115	131	88	25,9	81	77	+7
K-8757	92199-6-5	90	+8	4,7	757	111	122	82	25,7	98*	73	+3
K-8759	97192-79-8	84	+2	5*	733	108	130	87	32,9*	98*	72	+2
K-8760	97192-79	89	+7	5*	793	116	136	91	33,2*	95*	74	+4
K-8772	SJK 186	89	+7	4,3	843	124*	164	110*	26,2	67	74	+4
K-8777	Надежда / Nadezhda	87	+5	4,7	807	118	122	82	30,8	93	71	+1
K-8782	Honkei 28	73	-9	4	543	78	152	102	24,2	92	68	-2*
K-8783	Hon Jku 350	69	-13	4,3	533	78	183	123*	26,6	76	68	-2*
K-8794	V 51004	96	+14*	4,7	903	132*	117	78	27,1	97*	74	+4
K-8795	y 7S12-13	93	+11*	5	940	138*	150	101	28,8	80	77	+7
K-8796	H6120	76	-6	5	660	97	155	104	35*	81	71	+1
K-8797	Vuan 2009-82	90	+8	5	840	123	153	103	31,5	89	76	+6
K-8874	M0269-1	92	+10*	5	953	140*	120	81	27,1	77	77	+7
K-8877	M0329-10	89	+7	5	767	113	131	88	32,2	95*	73	+3
K-8880	wsh2-5-4	92	+10*	4,7	853	125*	143	96	30,9	95*	74	+4
Стандарт / standard	Добрыня / Dobrynya	82	-	5	681	100	149	100	35,4	92	70	-
НСР ₀₅ / LSD ₀₅		4		-	140	-	15	-	2,3	-	3,8	-

* - достоверно при 95 % уровне значимости / statistically significant by 95 % significance value

В целом по результатам трех лет изучения выделено три раннеспелых образца К-8680 (Россия), К-8782, К-8783 (Япония), которые созревали на трое суток раньше стандарта и имели вегетационный период 67 дней (табл. 3). Выделенные образцы будут использованы в скрещиваниях как источники скороспелости.

Высота растений. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа этот признак определяется в основном погодными условиями (59,6 %), но и влияние генотипа велико (37,8 %). Общая высота растений варьировала за годы исследований в пределах 70-120 см, а по средним данным за три года 69-103 см, при среднем значении по опыту – 82 см. Коэффициент вариации данного признака по годам у изучаемых генотипов находился на уровне 8,5-24,4 %, что также подтверждает его зависимость от погодных условий. По результатам трехлетних испытаний по высоте растений существенно превосходили стандарт – сорт Добрыня (82 см) 14 сортообразцов на 5-21 см (6-25 %). Самыми высокорослыми среди них были образцы К-8681 – 103 см (Россия), К-8751 – 95 см, К-8794 – 96 см, К-8795 – 93 см и К-8754 – 92 см (Китай), превысившие стандарт на 12-25 %. К тому же они отличались и относительно большей стабильностью по годам ($CV = 14-15,6\%$). Эти образцы могут быть использованы в селекционной работе в качестве источников высокорослости растений.

Урожайность льносолом. Как показали результаты дисперсионного анализа, генотип и среда оказывали примерно равное влияние на проявление данного признака – соответственно 46,7 и 39,9 %. Степень варьирования образцов по годам исследований по этому признаку заметно различалась ($CV = 1,0-21,4\%$), но для большинства из них характерна средняя степень изменчивости. Урожайность льносолом у стандартного сорта Добрыня в среднем за три года составила 681 г/м^2 (табл. 4). По этому показателю достоверно превысили стандарт на 23-40 % 9 генотипов: К-8681 (Россия), К-8772 (Польша), К-8651, К-8751, К-8794, К-8795, К-8797, К-8874, К-8880 (Китай). Среди последних 6 образцов: К-8681 (Россия), К-8751, К-8794, К-8795, К-8874, К-8880 (Китай) отличались стабильностью по годам с коэффициентом вариации 2,1-4,6 %.

Содержание волокна в стеблях льна-долгунца является определяющим показателем

при оценке волокнистой продукции. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа этот признак определяется в основном абиотическими условиями среды (55,1 %), однако и влияние генотипа значимо (36,9 %) (табл. 3), о чем свидетельствуют и значения коэффициентов вариации ($CV = 6,0-21,5\%$). Наиболее благоприятными для формирования этого признака погодные условия сложились в 2018 г. ($ГТК = 0,95$), в котором содержание волокна у образцов было наиболее высоким. У стандарта сорта Добрыня оно составило 38,3 %, у остальных варьировало в пределах 26,8-37,5 % (в среднем 32,8 %). Наименьшее содержание волокна наблюдалось в засушливом 2020 г. ($ГТК = 1,1$) – 23,7-34,4 %, у сорта Добрыня – 33 %. У двух образцов К-8796 и К-8877 из Китая оно превысило стандарт соответственно на 0,3-1,4 %, а также среднее содержание волокна по опыту на 3,5-4,6 %. Это может свидетельствовать об устойчивости данных сортообразцов по этому показателю к стрессовым условиям, вызванным недостаточным количеством осадков в период быстрого роста льна (65 % от нормы) и более высоким температурным режимом (табл. 2). По трехлетним данным, из набора генотипов ни один образец не превысил по содержанию волокна высоковолокнистый стандарт – сорт Добрыня (35,4 %). Только у одного сортообразца К-8796 (Китай) оно было на уровне стандарта – 35,0 %.

Урожайность льноволокна является конечным показателем продуктивности льна-долгунца. Как показали результаты дисперсионного анализа, в ее формировании решающую роль играет генотип (67,2 %) и в меньшей степени, хотя и достоверно, погодные условия (26,7 %). Это имеет большое значение для селекции, так как урожайность льносолом и содержание волокна в большей степени подвержены влиянию погоды. Степень изменчивости данного признака у изучаемых образцов была на среднем уровне, коэффициент вариации находился в пределах 7-20 %. Наиболее благоприятные для формирования урожая льноволокна метеоусловия сложились, как и по содержанию волокна, в 2018 г. ($I_j = +24,3$), худшие – в 2020 г. ($I_j = -30,8$). В 2019 г. индекс среды был также положительным +6,5. Среднесортная урожайность в 2018 г. составила 257 г/м^2 , в 2019 г. – 239 г/м^2 и в 2020 г. –

202 г/м². У сорта-стандарта Добрыня она была по годам соответственно 273-236-215 г/м². В благоприятном по погодным условиям 2018 г. достоверно превысили стандарт 4 образца из Китая: К-8880, К-8874, К-8797 и К-8760. Урожайность льноволокна у них на 11-17 % превышала стандарт (273 г/м²). В 2019 г. сорт-стандарт превысили образцы К-8795 (Китай) и К-8651 (Россия). В неблагоприятном 2020 г. сортообразцы К-8880, К-8874, К-8795, К-8661, К-8651 достоверно превышали стандарт (215 г/м²) на 8-42 %, а среднесортную по опыту (231,8 г/м²) на 1-32 %. Это свидетельствует об устойчивости последних образцов к сложившейся стрессовой ситуации.

В среднем за годы исследований выделено 6 сортообразцов, достоверно превысивших по урожайности льноволокна стандарт Добрыня (241 г/м²) на 8-14 %. К ним относятся К-8651, К-8760, К-8795, К-8797, К-8874, К-8877. Все они из Китая. Характерно, что эти сортообразцы показывали высокую продуктивность как в благоприятные, так и неблагоприятные по климатическим условиям годы, что свидетельствует об их пластичности, то есть способности сохранять ее при изменяющихся условиях среды.

Урожайность семян льна-долгунца является важным показателем, особенно при двустороннем использовании данной культуры. На основе двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что урожайность семян в большей степени зависела от погодных условий (60 %) и в меньшей от генотипа (28,5 %) (табл. 3). Благоприятными для формирования урожая семян были метеоусловия 2020 г. ($I_j = +20,5$) и 2019 г. ($I_j = +13,4$), когда в период созревания семян стояла теплая и сухая погода (ГТК = 0,95-1,21). Среднесортная урожайность в 2020 г. составила 161,4 г/м², в 2019 г. – 154,4 г/м², у сорта Добрыня соответственно 153 и 166 г/м². Неблагоприятным для урожайности семян сложился 2018 г., когда в августе (ГТК = 1,7) осадков выпало почти в 2 раза больше, а среднесуточная температура на 1,7 °С была выше, чем в благоприятные годы. Среднесортная урожайность семян в этот год была наименьшей – 128,6 г/м² при средней по опыту 141 г/м². Ни один сортообразец в 2018 г. по урожайности семян не превысил среднюю по опыту. Это свидетельствует о том, что среди изучаемых генотипов нет образцов, устойчи-

вых к данным экстремальным условиям. Разброс коэффициента вариации по урожайности семян был достаточно велик – от 5,9 до 33,9 %, и здесь влияние условий среды и случайной изменчивости на данный признак является довольно высоким.

Урожайность льносемян у сорта-стандарта Добрыня в среднем за три года была довольно высокой – 149 г/м². По этому показателю выделено только три образца, которые достоверно превысили его на 10-23 %: К-8680 (Россия), К-8772 (Польша) и К-8782 (Япония).

Устойчивость к полеганию. Важным требованием, которое предъявляется к новым сортам, является устойчивость к полеганию. Она обуславливает пригодность сорта к механизированной уборке и обеспечивает получение льнопродукции высокого качества. На основании изучения коллекции выделено 9 образцов льна-долгунца, имеющих максимальную устойчивость к полеганию (5,0 баллов): К-8661 (Россия), К-8651, К-8759, К-8760, К-8795, К-8796, К-8797, К-8874, К-8877 (Китай). Они не полегли во все годы исследований, в том числе и в относительно влажный 2019 г. (ГТК = 1,53). Такую же устойчивость к полеганию имел и стандартный сорт Добрыня. Все они могут быть использованы в скрещиваниях в качестве источников устойчивости к полеганию.

Устойчивость к болезням. Селекция льна-долгунца на устойчивость к болезням в настоящее время продолжает оставаться наиболее радикальным и безопасным средством защиты урожая. Наиболее распространенным и вредоносным заболеванием льна-долгунца является фузариозное увядание. На основании изучения коллекции выявлены 8 сортообразцов, которые обладали высокой устойчивостью к фузариозу (95-98 %) – К-8680, К-8681 (Россия) и К-8757, К-8759, К-8760, К-8794, К-8877, К-8880 (Китай). Они отличались по данному признаку стабильностью по годам, имели низкий коэффициент вариации ($CV = 1,7-5,4 \%$). Остальные изучаемые образцы поражались в более сильной степени.

Наибольшую ценность для селекции имеют источники, характеризующиеся комплексом хозяйственно ценных признаков. По результатам исследований за 2018-2020 гг. среди изучаемых сортообразцов выявлено два таких источника китайской селекции – К-8760 (высота растений, урожайность соломы и

волокна, устойчивость к полеганию и фузариозу) и К-8880 (высота растений, урожайность соломы и волокна, устойчивость к фузариозу). Сортообразцы К-8760 и К-8880 превосходили стандартный сорт Добрыня по высоте растений на 7-10 см (8,5-12,2 %), урожайности соломы – на 112-172 г/м² (24-25 %), урожайности волокна – на 23 г/м² (9,5 %). Они отличались также высокой устойчивостью к фузариозу (95 %), образец К-8760 – высокой устойчивостью к полеганию (5 баллов).

Выводы. В результате испытания (2018-2020 гг.) 20 сортообразцов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции из коллекции ВИР установлено, что степень влияния генотипа и абиотических условий вегетационного периода на формирование отдельных признаков и продуктивности льна-долгунца заметно различалась. Абиотические условия в большей степени влияли на высоту растений (59,6 %), урожайность семян (60 %) и содержание волокна в растениях (55,1 %), но и влияние генотипа на эти показатели было значимым. Доля генотипа преобладала в формировании урожайности волокна (67,2 %) и продолжительности вегетационного периода (52,8 %). Все это отразилось на изменчивости признаков по годам исследований и размахе их варьирования. Выявлен ценный и пластичный исходный материал для практической селекции с целью создания новых сортов с признаками: раннеспелости – К 8680 (Л-2 Восход х Зарянка) Россия; К-8782 (Honkei 28), К-8783 (Hon Jku 350) – Япония, которые созревали на

трое суток раньше стандарта Добрыня и имели вегетационный период 67 дней; продуктивности – К-8651 (V-51267), К-8760 (97192-79), К-8795 (y-7S12-13), К-8797 (Yuan 2009-82), К-8874 (M0269-1), К-8877 (M0329-10) – Китай, достоверно превысившие по урожайности волокна сорт Добрыня (241 г/м²) на 8-14 %. Генотипы, выделившиеся по высоте растений – К-8681 (Россия), К-8751, К-8794, К-8795, К-8754 (Китай); по урожайности льносоломки – К-8681 (Россия), К-8751, К-8794, К-8795, К-8874, К-8880 (Китай), по урожайности семян – К-8680 (Россия), К-8772 (Польша), К-8782 (Япония), по устойчивости к полеганию – К-8661 (Россия), К-8651, К-8759, К-8760, К-8795, К-8796, К-8797, К-8874, К-8877 (Китай), по устойчивости к болезням – К-8680, К-8681 (Россия), К-8757, К-8759, К-8760, К-8794, К-8877, К-8880 (Китай), признаны перспективными для использования в селекционной работе в качестве источников улучшения основных хозяйственно ценных признаков. Выделено два генотипа из Китая с комплексом хозяйственно ценных признаков – К-8760 (высота растений, урожайность соломы и волокна, устойчивость к полеганию и фузариозу) и К-8880 (высота растений, урожайность соломы и волокна, устойчивость к фузариозу). Использование в селекционной практике выявленных генисточников ускорит создание сортов, обеспечивающих получение высоких и стабильных урожаев льна-долгунца, а использование их в производстве будет способствовать решению сырьевой проблемы.

Список литературы

1. Рожмина Т. Н., Понажев В. П. Состояние и перспективы развития льняного сектора России. Вестник РАЕН. 2015;15(1):59-63. Режим доступа: <https://raen.info/publisher/vestnik/2015/nomer-1.html>
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. Ушаповский И. В., Новиков Э. В., Басова Н. В., Безбабченко А. А., Галкин А. В. Системные проблемы льнокомплекса России и зарубежья, возможности их решения. Молочнохозяйственный вестник. 2017;1(25):166-186. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28914488>
4. Jhala A. J., Hall L. M. Flax (*Linum usitatissimum* L.): current uses and future applications. Aust J Basic Appl Sci. 2010;4(9):4304-4312. URL: https://www.researchgate.net/publication/228952435_Flax_Linum_usitatissimum_L_Current_uses_and_future_applications
5. 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>
6. Рожмина Т. А., Жученко А. А. мл., Мельникова Н. В., Смирнова А. Д. Устойчивость образцов генофонда льна к эдафическому стрессу. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(2):133-140. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.133-140>
7. Павлова Л. Н., Герасимова Е. Г., Румянцева В. Н., Кудрявцева Л. П. Новые сорта льна-долгунца – основа повышения эффективности отрасли льноводства. Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособие. Тверь: Твер. гос. универ., 2018. С. 23-25.

8. Степин А. Д., Рысева Т. А., Уткина С. В., Романова Н. В. Внедрение новых сортов льна-долгунца Псковской селекции в производство. Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур: сб. мат-лов Междунар. научн.-практ. конф. Тверь: ФГБНУ ВНИИМЛ, 2016. С. 66-71.
9. 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: науч. пособие. Тверь: Твер. гос. универ., 2018. 302 с.
10. Павлова Л. Н. Результаты и направления селекционной работы во ВНИИЛ. Льноводство: реалии и перспективы: мат-лы Междунар. научн.-практ. конф. РУП «Институт льна». Могилев, 2013. С. 31-35.
11. 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>
12. Jacobsz M. J., Van der Merwe W. J. C. Production guidelines for flax (*Linum usitatissimum* L.). South Africa: Departament of Agriculture, Forestry and Fisheries. 2012. 29 p.
13. Жученко А. А., Рожмина Т. А., Понажев В. П., Павлова Л. Н., Тихомирова В. Я., Сорокина О. Ю., Павлов Е. И., Поздняков Б. А., Усанова З. И. Эколого-генетические основы селекции льна-долгунца. Тверь: Твер. Гос. ун-т, 2009. С. 272.
14. Рожмина Т. А., Рыжов А. И., Куземкин И. А., Киселева Т. С. Внутривидовое разнообразие льна культурного (*Linum usitatissimum* L.) и его роль в решении проблемы создания отечественной сырьевой базы. Достижения науки и техники АПК. 2017;(12):17-20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32301742>
15. Голуб И. А., Иванова Е. В. Исходный материал льна-долгунца различного эколого-географического происхождения в селекции на продуктивность. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2012;(1):56-59. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30765889>
16. Кутузова С. Н. Генетические основы селекции льна на устойчивость к ржавчине. СПб.: ВИР, 2014. 172 с.
17. Трабурова Е. А., Рожмина Т. А. Изучение коллекционных образцов коллекции льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.). Достижения науки и техники АПК. 2018;32(11):40-42. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36730423>
18. 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://www.elibrary.ru/item.asp?id=17734087>
19. Степин А. Д., Рысева Т. А., Уткина С. В., Романова Н. В. Оценка образцов льна-долгунца из коллекции ВИР и выделение генисточников продуктивности, устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам внешней среды. Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2018;(2):14-20. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35333196>
20. Кошечева Н. С., Лыскова И. В., Баталова Г. А., Краева С. Н. Исходный материал для селекции льна-долгунца в условиях Волго-Вятского региона. Российская сельскохозяйственная наука. 2017;(3):6-9. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29160060>

References

1. Rozhmina T. N., Ponazhev V. P. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya l'nyanogo sektora Rossii*. [Condition and prospects of development of linen sector of Russia]. *Vestnik RAEN*. 2015;15(1):59-63. (In Russ.). URL: <https://raen.info/publisher/vestnik/2015/nomer-1.html>
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. Ushchapovskiy I. V., Novikov E. V., Basova N. V., Bezbabchenko A. A., Galkin A. V. *Sistemnye problemy l'no kompleksa Rossii i zarubezh'ya, vozmozhnosti ikh resheniya*. [System problems of flax growing in Russia and abroad, the possibilities of their solution]. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik*. 2017;1(25):166-186. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28914488>
4. Jhala A. J., Hall L. M. Flax (*Linum usitatissimum* L.): current uses and future applications. *Aust J Basic Appl Sci*. 2010;4(9):4304-4312. URL: https://www.researchgate.net/publication/228952435_Flax_Linum_usitatissimum_L_Current_uses_and_future_applications
5. 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>
6. Rozhmina T. A., Zhuchenko A. A. ml., Mel'nikova N. V., Smirnova A. D. *Ustoychivost' obraztsov genofonda l'na k edaficheskomu stressu*. [Resistance of flax gene pool samples to edaphic stress caused by low acidity]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2020;21(2):133-140. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.133-140>

7. Pavlova L. N., Gerasimova E. G., Rumyantseva V. N., Kudryavtseva L. P. *Novye sorta l'na-dolguntsa – osnova povysheniya effektivnosti otrasli l'novodstva*. [New fiber flax varieties as the basis for improving the efficiency of the flax growing industry]. *Nauchnoe obespechenie proizvodstva pryadil'nykh kul'tur: sostoyanie, problemy i perspektivy: nauch. posobie*. [Scientific support for the production of textile crops: state, problems and prospects: Scientific manual.]. Tver': Tver. gos. univer., 2018. pp. 23-25.
8. Stepin A. D., Ryseva T. A., Utkina S. V., Romanova N. V. *Vnedrenie novykh sortov l'na-dolguntsa Pskovskoy seleksii v proizvodstvo*. [Introduction of new varieties of fiber flax of the Pskov selection into production]. *Innovatsionnye razrabotki dlya proizvodstva i pererabotki lubyanykh kul'tur: sb. mat-lov Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.* [Innovative developments for the production and processing of bast crops: Collection of materials of the International scientific and practical Conference]. Tver': FGBNU VNIIML, 2016. pp. 66-71.
9. 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 flax collection samples for its resistance to environmental stress factors]. *Nauchnoe obespechenie proizvodstva pryadil'nykh kul'tur: sostoyanie, problemy i perspektivy: nauch. posobie*. [Scientific support for the production of textile crops: state, problems and prospects: Scientific manual]. Tver': Tver. gos. univer., 2018. 302 p.
10. Pavlova L. N. *Rezultaty i napravleniya selektsionnoy raboty vo VNIIL*. [Results and directions of selection work at VNIIL]. *L'novodstvo: realii i perspektivy: mat-ly Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. RUP «Institut l'na»*. [Flax growing: realities and prospects: Proceedings of the International scientific and practical Conference of RUE "Flax Institute"]. Mogilev, 2013. pp. 31-35.
11. Stepin A. D., Rysev M. N., Kostrova G. A., Utkina S. V. *Osnovnye napravleniya i rezultaty nauchnykh issledovaniy Pskovskogo NIU po seleksii l'na-dolguntsa*. [Main directions and results of scientific research of Pskov National Research University on the selection of fiber flax]. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2019;(2):14-20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41309097>
12. Jacobsz M. J., Van der Merwe W. J. C. *Production guidelines for flax (Linum usitatissimum L.)*. South Africa: Departament of Agriculture, Forestry and Fisheries. 2012. 29 p.
13. Zhuchenko A. A., Rozhmina T. A., Ponazhev V. P., Pavlova L. N., Tikhomirova V. Ya., Sorokina O. Yu., Pavlov E. I., Pozdnyakov B. A., Usanova Z. I. *Ekologo-geneticheskie osnovy seleksii l'na-dolguntsa*. [Ecological and genetic bases of fiber flax breeding]. Tver': Tver. Gos. un-t, 2009. pp. 272.
14. Rozhmina T. A., Ryzhov A. I., Kuzemkin I. A., Kiseleva T. S. *Vnutrividovoe raznoobrazie l'na kul'turnogo (Linum usitatissimum L.) i ego rol' v reshenii problemy sozdaniya otechestvennoy syr'evoy bazy*. [Intraspecific variety of *Linum usitatissimum* L. and its role in the decision of a problem of raw maintenance of the country]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2017;(12):17-20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32301742>
15. Golub I. A., Ivanova E. V. *Iskhodnyy material l'na-dolguntsa razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v seleksii na produktivnost'*. [Source material of fiber flax of various ecological and geographical origin in breeding for productivity]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2012;(1):56-59. (In Belarus). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30765889>
16. Kutuzova S. N. *Geneticheskie osnovy seleksii l'na na ustoychivost' k rzhavchine*. [Genetic bases of flax breeding for rust resistance]. Saint-Petersburg: VIR, 2014. 172 p.
17. Traburova E. A., Rozhmina T. A. *Izuchenie kolleksionnykh obraztsov kolleksii l'na-dolguntsa (Linum usitatissimum L.)*. [Examination of collection samples of flax (*Linum usitatissimum* L.)]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2018;32(11):40-42. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36730423>
18. Popova G. A., Michkina G. A., Rogal'skaya N. B., Trofimova V. M. *Poisk genotipov l'na-dolguntsa s tsennymi priznakami iz kolleksii VIR*. [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://www.elibrary.ru/item.asp?id=17734087>
19. Stepin A. D., Ryseva T. A., Utkina S. V., Romanova N. V. *Otsenka obraztsov l'na-dolguntsa iz kolleksii VIR i vydelenie genistokhnikov produktivnosti, ustoychivosti k boleznyam i neblagopriyatnym faktoram vneshney sredy*. [Evaluation of fiber flax samples from the VIR collection and identification of sources of productivity, resistance to diseases and adverse environmental factors]. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2018;(2):14-20. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35333196>
20. Koshcheeva N. S., Lyskova I. V., Batalova G. A., Kraeva S. N. *Iskhodnyy material dlya seleksii l'na-dolguntsa v usloviyakh Volgo-Vyatskogo regiona*. [Initial material for breeding of long-fibred flax in conditions of Volga-Vyatka region]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*. 2017;(3):6-9. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29160060>

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: <http://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: <http://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: <http://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: <http://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: <http://orcid.org/0000-0002-4661-7810>

Information about the authors

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

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

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

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

✉ – Для контактов / Corresponding author