




## Оценка коллекционных образцов льна-долгунца по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности в условиях Северо-Запада Российской Федерации

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

Исследования по оценке 20 сортообразцов льна-долгунца отечественной и иностранной селекции по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности проведены в 2018-2020 годах в условиях Псковской области на дерново-слабоподзолистой легкосуглинистой почве. В качестве стандарта использовали сорт Добрыня (Россия), урожайность которого в зависимости от года испытаний составила 215...273 г/м<sup>2</sup>. Наиболее благоприятные условия для льна-долгунца сложились в 2018 году ( $I_j = +24,3$ ), а стрессовые, обусловленные жаркой и сухой погодой в критический период роста и развития растений (ГТК = 0,83), в 2020 году ( $I_j = -30,8$ ). Самой высокой средней урожайностью волокна за годы испытаний (259...275 г/м<sup>2</sup>) и урожайностью в контрастных условиях (254...279 г/м<sup>2</sup>), при среднесортовой 232 и 230 г/м<sup>2</sup> соответственно, характеризовались образцы из Китая V 51267, 97192-79, у 7S12-13, Vuan 2009, M0269-1, wsh2-5-4. Наименьшей вариабельностью урожая (7,0...10,8 %) отличались сортообразцы Hon Jku 350, Honkei 28 (Япония), L-1 Согласие x Альфа (Россия), V 51267 (Китай). Эти же образцы выделялись и более высокой стрессоустойчивостью. По гомеостатичности ( $H_{om}$ ) отмечены Hon Jku 350 (Япония), L-1 Согласие x Альфа (Россия), V 51267 (Китай): 106,9; 98,9 и 52,1 соответственно. Высокоотзывчивыми на условия возделывания ( $b_i > 1$ ) являлись образцы 97192-79 (1,93), 97192-79-8 (1,88) из Китая и L-3 Оршанский-2 x Тверца (1,74), Надежда (1,56) из России; пластичными – Heiya 8 (1,06), 92199-6-5 (1,08) (Китай) и ст. Добрыня (1,01) (Россия), слабоотзывчивыми ( $b_i < 1$ ) – L-1 Согласие x Альфа (Россия), Hon Jku 350, Honkei 28 (Япония). Лучшими по стабильности ( $Gd^2$ ) были образцы Heiya 8 (13) – Китай; L-3 Оршанский-2 x Тверца (26), L-1 Согласие x Альфа (179), L-2 Восход x Зарянка (182) – Россия; Hon Jku 350 (186) – Япония. По урожайности льноволокна и комплексу параметров адаптивности на основании ранжирования выделены сортообразцы L-1 Согласие x Альфа (Россия), V 51267, wsh2-5-4, 97192-79 (Китай), обладающие наибольшим адаптивным потенциалом. Их можно использовать в качестве источников адаптивности при создании новых сортов льна-долгунца.

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

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

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., Лисицкая Т. Д. Оценка коллекционных образцов льна-долгунца по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности в условиях Северо-Запада Российской Федерации. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(1):54-68. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.1.54-68>

Поступила: 27.08.2021

Принята к публикации: 28.01.2022

Опубликована онлайн: 25.02.2022

## Evaluation of collection accessions of fiber flax according to flax fiber yield and adaptability parameters in the conditions of North-West of the Russian Federation

© 2022. Aleksander D. Stepin , Michail N. Rysev, Tamara A. Ryseva, Tatyana D. Lisitskaya  
Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russian Federation

Studies on the evaluation of 20 accessions of fiber flax of domestic and foreign selection according to flax fiber yield and adaptability parameters were conducted in 2018-2020 in the conditions of the Pskov region on sod-weakly podzolic light loamy soil. The Dobrynya variety (Russia), the yield of which depending on the year of testing was 215...273 g/m<sup>2</sup>, was used as standard. The most favorable conditions for fiber flax were in 2018 ( $I_j = +24,3$ ), and stressful conditions caused by hot and dry weather during the critical period of plant growth and development (ГТК = 0.83) – in 2020 ( $I_j = -30.8$ ). The samples from China V 51267, 97192-79, у 7S12-13, Vuan 2009, M0269-1, wsh2-5-4 were characterized by the highest average fiber yield over the years of testing (259...275 g/m<sup>2</sup>) and yield under contrasting conditions (254...279 g/m<sup>2</sup>), with an average varietal of 232 and 230 g/m<sup>2</sup>, respectively. The varieties Hon Jku 350, Honkei 28 (Japan), L-1 Soglasie x Alfa (Russia), V 51267 (China) showed the lowest yield variability (7.0...10.8 %). The same samples were distinguished by higher stress resistance. According to homeostaticity ( $H_{om}$ ), Hon Jku 350 (Japan), L-1 Soglasie x Alfa (Russia), V 51267 (China) were distinguished: 106.9; 98.9 and 52.1, respectively. Highly responsive to growth conditions ( $b_i > 1$ ) were samples 97192-79 (1.93), 97192-79-8 (1.88) from China and L-3 Orshansky-2 x Tvertsa (1.74), Nadezhda (1.56) from Russia; plastic - Heiya 8 (1.06), 92199-6-5 (1.08) (China) and st. Dobrynya (1.01) (Russia).

(Russia), weakly responsive ( $b_i < 1$ ) -L-1 Soglasie x Alfa (Russia), Hon Jku 350, Honkei 28 (Japan). The best in stability (Gd2) samples were Heiya 8 (13) – China; L-3 Orshansky-2 x Tvertsa (26), L-1 Soglasie x Alfa (179), L-2 Voskhod x Zaryanka (182) - Russia; Hon Jku 350 (186) – Japan. According to the yield of flax fiber and the complex of adaptability parameters, based on the ranking, the cultivars L-1 Soglasie x Alfa (Russia), V 51267, wsh2-5-4, 97192-79 (China) with the greatest adaptive potential were identified. They can be used as sources of adaptability when creating new varieties of flax.

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

**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 (theme No. 0682-2019-0007).

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

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

**For citation:** Stepin A. D., Rysev M. N., Ryseva T. A., Lisitskaya T. D. Evaluation of collection accessions of fiber flax according to flax fiber yield and adaptability parameters in the conditions of North-West of the Russian Federation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(1):54-68. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.1.54-68>

Received: 27.08.2021

Accepted for publication: 28.01.2022

Published online: 25.02.2022

Сорт является основой производства растениеводческой продукции. Его доля в приросте урожайности сельскохозяйственных культур составляет от 30 до 80 % и предполагается, что роль данного фактора в дальнейшем будет возрастать [1, 2, 3, 4]. По этой причине повышение результативности селекционного процесса всегда было и остается актуальной задачей в повышении эффективности сельскохозяйственного производства. Селекция льна-долгунца в направлении повышения продуктивности достигла значительных успехов. Многие современные сорта имеют потенциальную урожайность льноволокна 20...25 ц/га и льносемян 10...12 ц/га, однако в производственных условиях их биологический потенциал реализуется не более чем на 45 %, что в значительной степени связано с влиянием неблагоприятных факторов внешней среды [5]. По мнению А. А. Жученко [6], действие стрессовых факторов – главная причина не только большого несоответствия между средней и рекордной урожайностью сельскохозяйственных культур, но и высокой зависимости величины и качества урожая от капризов погоды в условиях достаточной техногенной обеспеченности агроэкосистем.

Северо-Западный регион РФ относится к зоне рискованного земледелия и характеризуется большим разнообразием почвенно-климатических условий. В последние годы здесь значительно увеличилась частота периодов резких и экстремальных условий погоды. Во время вегетации все чаще стали наблюдаться небывалая жара и засуха, сильный перепад температур, большая неравномерность в выпадении осадков, ливневые дожди и шквалистые ветры, что отрицательно сказывается на урожайности и качестве льнопродукции [7]. Урожайность льноволокна сильно варьирует

по годам. Так, в селекционном сортоиспытании урожайность льноволокна за период 2005-2020 годы у стандартного раннеспелого сорта Восход варьировала в пределах 7,6...29,2 ц/га. Эти колебания были вызваны только погодными условиями, так как агротехника возделывания и почвенные условия были одинаковыми.

Академик А. А. Жученко отмечал, что решающее значение в долговременной перспективе приобретает как дальнейший рост потенциальной продуктивности сортов, так и их экологическая устойчивость к нерегулируемым факторам, причем в неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях рост величины и качества урожая, в первую очередь, будет зависеть от успехов в повышении устойчивости сортов и гибридов к действию биотических и абиотических стрессоров [1].

Это направление в селекции сельскохозяйственных культур относится к приоритетным в XXI веке [8]. При селекции на адаптивность важно получить генотипы, сочетающие высокую потенциальную продуктивность с экологической стабильностью и пластичностью, устойчивостью к лимитирующим факторам среды [5, 9, 10, 11, 12]. При равной урожайности преимущество следует отдавать сортам с максимальной экологической приспособленностью [10, 13].

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 [7, 14, 15]. Для генетического обогащения исходного материала необходимо интенсивнее использовать образцы из мировой коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский

центр Всероссийский институт генетический ресурсов растений имени Н. В. Вавилова» (ВИР), имеющие отдаленное эколого-географическое происхождение и обладающие, как правило, наибольшими генотипическими отличиями от местных сортов [16]. При отборе пар для скрещиваний необходимо использовать в качестве родительских форм сорта, хорошо адаптированные к конкретным условиям выращивания [17, 18]. Это позволит ускорить селекционный процесс и повысит его результативность.

Многочисленные исследования по оценке адаптивного потенциала исходного материала с использованием различных методов ведутся по многим сельскохозяйственным культурам: озимой пшенице и ржи [19, 20]; ячменю [21, 22]; яровой пшенице [13, 23]; овсу [24]; картофелю [25]; сахарной свекле [26]; клеверу [27]. В то же время на льне-долгунце таких работ проводится крайне мало [11, 14, 17, 18, 28], что указывает на актуальность исследований в данном направлении.

**Цель исследований** – изучение различных генотипов льна-долгунца из мировой коллекции ВИР по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности в условиях Северо-Западного региона РФ.

**Новизна исследований** заключается в изучении новых селекционных образцов льна-долгунца для выявления высокопродуктивных генотипов, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, использование которых в качестве исходного материала обеспечит создание сортов льна-долгунца с широким адаптивным потенциалом.

**Материал и методы.** Исследования проводили на опытном поле Псковского НИИСХ – обособленного подразделения ФГБНУ ФНЦ лубяных культур в течение 2018-2020 года. Объектом изучения являлись 20 образцов и сортов льна-долгунца из коллекции ВИР. Среди них 4 образца из России: К-8661 (Л-1 Согласие х Альфа), К-8680 (Л-2 Восход х Зарянка), К-8681 (Л-3 Оршанский-2 х Тверца), К-8777 (Надежда); 13 образцов из Китая: К-8651 (V 51267), К-8751 (M 0226-1), К-8754 (Heiya 8), К-8757(92199-6-5), К-8759 (97192-79-8), К-8760 (97192-79), К-8794 (V 51004), 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); 1 образец из Польши – К-8772 (SJK 186); 2 образца из Японии: К-8782 (Honkei 28), К-8783 (Hon Jku 350). В качестве стандарта использовали районированный в регионе ранне-спелый сорт Добрыня селекции института.

Почва опытного участка – дерново-слабо-подзолистая, легкосуглинистая на карбонатной морене со следующими агрохимическими показателями:  $pH_{\text{сол.}}$  – 5,0...5,2, содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) – 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; прикатывание. Под предпосевную культивацию вносили азофоску (16:16:16) – 1,5 ц/га.

Закладку опытов, учеты и наблюдения проводили в соответствии с методическими указаниями<sup>1</sup>. Посев коллекционного питомника осуществляли вручную. Образцы высевали рядовым способом с междурядьями 10 см. Площадь делянки 1 м<sup>2</sup>, повторность 3-кратная. Норма высева – 8 г/м<sup>2</sup>. Через каждые 6 делянок высевался стандарт.

Урожай убирали вручную. В лабораторных условиях проводили учет урожая соломы и семян, содержание волокна в соломе определяли методом тепловой мочки.

В процессе статистической обработки данных по урожайности оценивали следующие показатели: коэффициент вариации (CV, %); долю влияния сорта и абиотических условий на формирование урожайности льноволокна и дисперсионный анализ по Б. А. Доспехову<sup>2</sup>; индекс условий среды ( $I_j$ ); коэффициент регрессии ( $b_i$ ); стабильность сорта в различных условиях среды ( $Gd^2$ ) определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell [29]; показатель стрессоустойчивости ( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ) и генетической гибкости ( $(Y_{\max} + Y_{\min}) / 2$ ) по уравнениям А. А. Росиеллы, J. Hamblin [30] в изложении А. А. Гончаренко<sup>3</sup>; параметры

<sup>1</sup>Методические указания ВИР по изучению коллекции льна-долгунца. Л.: ВИР, 1988. 29 с.; Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: методические указания. Тверь: Тверской гос. ун-т, 2014. 140 с.

<sup>2</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

<sup>3</sup>Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. Вестник РАСХН. 2005;(6):49-53.

гомеостатичности ( $H_{om}$ ) – по В. В. Хангильдину<sup>4</sup>; коэффициент адаптивности (КА) – по методу Л. А. Животкова<sup>5</sup>.

Метеорологические условия 2018-2020 гг. существенно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, варьирующими в течение вегетационных периодов. 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 года характеризовался повышенным температурным фоном и недостаточным количеством выпавших осадков. Среднесуточные температуры воздуха по месяцам превышали средне-многолетние данные на 0,5...3,6 %, количество осадков составило 209 мм при норме – 317 мм, или 65,9 %. К тому же они носили неравномерный характер. Гидротермический коэффициент по Селянинову, который является интегральным показателем оценки влагообеспеченности растений, в целом за вегетационный период составил 0,95 при оптимуме 1,3...1,6<sup>6</sup>, что характеризует его как слабо засушливый. Такие метеоусловия ускорили созревание льна-долгунца и негативно отразились на урожайности льносемян. В то же время на урожайности волокнистой продукции это не сказалось, так как в период быстрого роста льна растения недостатка влаги не ощущали.

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 средне-многолетних – соответственно 16,0 °С, 318 мм, 1,5 и в период вегетации существенно варьировали. 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 сложились вполне удовлетворительными.

Июнь был жарким и сухим. Среднесуточная температура воздуха была на 3,3 °С выше средней многолетней, осадков выпало всего 22 мм, или 23,9 % от нормы. 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. Июль был холодным и дождливым. Среднесуточная температура воздуха (16 °С) была на 1,9 °С ниже среднего многолетнего значения, а осадков выпало 133 % от нормы. Первая декада августа также была прохладной. Среднесуточная температура воздуха составила 14,6 °С, что на 3,7 °С ниже нормы, 2 и 3 декады августа в этом отношении 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 формирование урожая льнопродукции не оказали.

Погодные условия вегетационного периода 2020 года складывались не вполне благоприятно для роста и развития льна-долгунца. Среднесуточная температура воздуха в целом за вегетационный период была на уровне среднемноголетней – 15,9 °С, сумма осадков составила 201,9 мм – 63 % от нормы, гидротермический коэффициент по Селянинову – 1,03.

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

<sup>4</sup>Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях. Генетико-цитологические аспекты селекции сельскохозяйственных растений: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ, Всесоюз. селек.-генет. ин-т. Одесса: ВСГИ, 1984. С. 67-76. URL: <https://search.rsl.ru/record/010012270211>

<sup>5</sup>Животков Л. А., Морозова З. А., Секатueva Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность». Селекция и семеноводство. 1994;(2):3-6. URL: <https://istina.msu.ru/publications/>

<sup>6</sup>Справочник льновода. М.: Россельхозиздат, 1969. 215 с.

Июнь был жарким и сухим. Среднесуточная температура воздуха была на 3,5 °C выше среднесезонной, 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 (ГТК 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 метеоусловия совпали с периодом быстрого роста льна-долгунца, что отрицательно сказалось на высоте растений и в конечном счете на урожайности льнопродукции. Среднемесячная температура августа была на уровне среднесезонной – 16,9 °C, осадков выпало 50 мм – 53 % от нормы. Условия для формирования и созревания семян, уборки урожая были благоприятными.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали, что в формировании урожайности льноволокна более значимую роль играет генотип, доля влияния которого составила 67,2 %. Фактор «год» только на 26,7 % определял урожайность льноволокна, а их взаимодействие – на 5,4 %. Влияние последних также, как и генотипа, было достоверным.

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались. Для их оценки использовали индексы условий среды –  $I_j$ , которые могут принимать положительные или отрицательные значения. Оптимальные условия для роста и развития растений льна-долгунца складываются при положительном значении условий среды, худшие при отрицательном. Из анализа индексов условий среды следует (табл. 1), что наиболее благоприятными для формирования урожайности льноволокна были условия в 2018 году ( $I_j = +24,3$ ), в 2019 году они были менее благоприятными ( $I_j = +6,5$ ), а в 2020 году – крайне неблагоприятными ( $I_j = -30,8$ ). Резкие различия в характере метеоусловий способствовали значительной вариабельности урожайности льноволокна как отдельных сортов и линий, так и среднесортowej урожайности, что связано с их недостаточной экологической устойчивостью. Наибольшая средняя сортовая урожайность льноволокна у испытываемых селекционных образцов (257 г/м<sup>2</sup>) была получена в 2018 году при положительном индексе среды (+24,3), а наименьшая (202 г/м<sup>2</sup>) – в 2020 году при отрицательном индексе среды

(-30,8). В 2019 году она составила 239 г/м<sup>2</sup> при индексе среды +6,5. Урожайность льноволокна сортообразцов за годы исследований (2018-2020 гг.) варьировала от 122 до 319 г/м<sup>2</sup> (образцы Honkei 28 – Vuan 2009-82 соответственно), а по средним данным от 131 до 275 г/м<sup>2</sup> (образцы Honkei 28 – V 51267). В благоприятном по погодным условиям 2018 году по урожайности льноволокна существенно превосходили среднесортowej показатель (257 г/м<sup>2</sup>) на 8,9...24,1 % генотипы из Китая: 97192-79-8, 97192-79, V 51004, H6120, Vuan 2009-82, M0269-1, M0329-10, wsh2-5-4. В неблагоприятный по индексу условий среды 2020 год по урожайности льноволокна выделились сорта и линии: Л-1 Согласие х Альфа (Россия); V 51267, у 7S12-13, Vuan 2009-82, M0329-10, wsh2-5-4 (Китай), превысившие среднесортowej показатель по урожайности льноволокна (202 г/м<sup>2</sup>) на 9,9...36,1 %.

При этом следует отметить, что образцы Vuan 2009-82, M0329-10, wsh2-5-4 одновременно проявили высокий потенциал продуктивности и адаптивности в контрастных условиях. Наиболее высокой средней урожайностью волокна за 2018-2020 годы характеризовались сортономера из Китая V 51267 (275 г/м<sup>2</sup>), 97192-79 (264 г/м<sup>2</sup>), у 7S12-13 (271 г/м<sup>2</sup>), Vuan 2009-82 (266 г/м<sup>2</sup>), M 0269-1 (259 г/м<sup>2</sup>), wsh2-5-4 (264 г/м<sup>2</sup>), превысившие стандарт Добрыня (241 г/м<sup>2</sup>) на 9,5...14,1 %. При этом у образца wsh2-5-4 во все годы исследований прибавки урожая были достоверными, а у остальных сортономеров – в два года из трех.

Изучаемые сорта и линии не в полной мере реализовали свой высокий потенциал урожайности. Его реализация в среднем по опыту составила 87,4 %, а в разрезе образцов она варьировала от 82,6 до 92,8 %. Лучшими по данному показателю отмечены образцы Л-1 Согласие х Альфа (Россия) и Hon Jku 350 (Китай) – 92,5 и 92,8 % соответственно. В то же время сортообразцы V 51267, у 7S12-13 и Vuan 2009-82 (Китай) с наибольшими средней (275-271-266 г/м<sup>2</sup>) и максимальной (306-306-319 г/м<sup>2</sup>) урожайностью волокна реализовали свой потенциал только на 89,9-88,6-83,4 % соответственно. У стандартного сорта Добрыня реализация потенциальной урожайности льноволокна была на уровне 88,2 %.

Степень изменчивости урожайности льноволокна по годам находилась на слабом и среднем уровнях, коэффициент вариации



колебался от 7,0 до 21,5 %. По этому показателю наиболее стабильными были генотипы V 51267 (Китай), Л-1 Согласие х Альфа (Россия) и Нон Јку 350 (Япония) – CV = 7...10%.

Наибольшей вариабельностью по урожайности льноволокна характеризовались сортообразцы из Китая 97192-79-8 (21,5 %), 97192-79 (20,1 %) и Л-3 Оршанский-2 х Тверца (20,6 %) из России.

**Таблица 1 – Оценка сортообразцов льна-долгунца по реализации потенциальной урожайности и коэффициенту адаптивности (2018-2020 гг.) /**

**Table 1 – Evaluation of fiber flax accessions according to the realization of potential yield and the coefficient of adaptability (2018-2020)**

Сорт, линия / Variety, line	Урожайность льноволокна, г/м <sup>2</sup> / Flax fiber yield, g/m <sup>2</sup>				CV, %	КА / СА	Реализация потенциала урожая, % / Realization of the crop potential, %
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее / average			
V 51267	267	253*	306*	275*	10,0	1,19	89,9
Л-1 Согласие х Альфа / Soglasie x Alfa	266	239	232*	246	7,3	1,06	92,5
Л-2 Восход х Зарянка / Voskhod x Zaryanka	252	211	176	213	17,9	0,92	84,5
Л-3 Оршанский-2 х Тверца / OrshanskiI-2 x Tvertsa	276	240	182	233	20,6	1,00	84,4
M 0226-1	276	268*	204	249	15,9	1,07	90,2
Heiya 8	227	213	171	204	14,3	0,88	89,9
92199-6-5	209	217	157	194	16,8	0,84	89,4
97192-79-8	280	265*	183	243	21,5	1,05	86,8
97192-79	304*	285*	204	264*	20,1	1,14	86,8
SJK 186	197	261*	198	219	16,7	0,94	83,9
Надежда / Nadezhda	264	281*	190	245	19,7	1,06	87,2
Honkei 28	123	147	122	131	10,8	0,57	89,1
Hon Јку 350	133	152	138	141	7,0	0,61	92,8
V 51004	287	241	208	245	16,2	1,06	85,3
y 7S12-13	271	306*	235*	271*	12,9	1,17	88,6
H6i120	281	219	196	232	18,9	1,00	82,6
Vuan 2009-82	319*	258*	222	266*	18,4	1,15	83,4
M0269-1	304*	254*	220	259*	16,3	1,12	85,2
M0329-10	281	215	244*	247	13,4	1,07	87,9
wsh2-5-4	302*	258*	233*	264*	13,2	1,14	87,4
Добрыня ст. / Dobrynya st.	273	236	215	241	12,2	1,04	88,2
Средняя сортовая урожайность / Average varietal yield	257	239	202	232	-	-	-
Индекс условий среды / Environment Index – I <sub>j</sub>	+24,3	+6,5	-30,8	-	-	-	-
HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	15	17	11	11	-	-	-

Примечание: КА – коэффициент адаптивности; \* достоверно при 95 % уровне значимости /

Note: СА - coefficient of adaptability; \* statistically significant at the level of 95 %

В неблагоприятных погодных условиях потенциальная продуктивность реализуется слабо, но может проявиться их адаптивность. Для оценки сортов по данному параметру использовали коэффициент адаптив-

ности (КА) по методу Л. А. Животкова<sup>7</sup>, который представляет собой сопоставление урожайности изучаемых сортов со «средне-сортовой» урожайностью.

<sup>7</sup>Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Указ. соч.

В наших исследованиях коэффициент адаптивности варьировал от 0,61 до 1,19. Высокая адаптивность и потенциальная продуктивность отмечены у сортономеров из Китая V 51267 (1,19), 97192-79 (1,14), у 7S12-13 (1,17), Vuan 2009-82 (1,15), wsh2-5-4 (1,14). Наиболее низкая адаптивность наблюдалась у образцов Honkei 28 (0,57), Hon Jku 350 (0,61), 92199-6-5 (0,84), Heiya 8 (0,88) из Китая, Л-2 Восход х Зарянка (0,92) из России и SJK 186 (0,94) из Польши.

Испытание сортов и линий 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. А разнообразные погодные условия дали возможность оценить реакции сортов на изменение факторов среды. В таблице 2 представлены основные статистические характеристики адаптивности сортономеров льна-долгунца.

*Таблица 2 – Оценка сортообразцов льна-долгунца по параметрам адаптивности (2018-2020 гг.) /*  
*Table 2 – Evaluation of fiber flax accessions according to adaptability parameters (2018-2020)*

<i>Сорт, линия /</i> <i>Variety, line</i>	<i>Параметр адаптивности / Adaptability parameter</i>					
	$Y_2 - Y_1$	$Y_1 + Y_2 / 2$	$d$	$b_i$	$Gd^2$	$H_{om}$
V 51267	-53	279	17,3	0,85	518	52,1
Л-1 Сogласие х Альфа / Soglasie x Alfa	-34	249	12,8	0,56	179	98,9
Л-2 Восход х Зарянка / Voskhod x Zaryanka	-76	214	30,2	1,35	182	15,7
Л-3 Оршанский-2 х Тверца / Orshanskij-2 x Tvertsa	-94	229	34,1	1,74	26	12,0
M 0226-1	-72	240	26,1	1,41	153	21,8
Heiya 8	-56	199	24,5	1,06	13	25,5
92199-6-5	-60	187	27,6	1,08	393	19,2
97192-79-8	-97	231	34,6	1,88	185	11,7
97192-79	-100	254	32,8	1,93	131	13,1
SJK 186	-64	229	24,5	0,25	1769	20,4
Надежда / Nadezhda	-91	235	32,4	1,56	1086	13,6
Honkei 28	-25	134	17,0	0,06	303	48,3
Hon Jku 350	-19	140	12,5	0,02	186	106,9
V 51004	-79	247	27,5	1,39	269	19,1
у 7S12-13	-71	270	23,2	0,87	1323	29,5
H6i120	-85	238	30,2	0,72	1544	14,4
Vuan 2009-82	-97	270	30,4	0,81	1619	14,9
M0269-1	-84	262	27,6	1,48	355	18,9
M0329-10	-66	248	23,5	0,46	1875	27,9
wsh2-5-4	-69	267	22,8	1,20	313	28,9
Добрыня ст. / Dobrynya st.	-58	244	21,2	1,01	195	34,1

Примечания:  $Y_2 - Y_1$  – стрессоустойчивость,  $Y_1 + Y_2 / 2$  – генетическая гибкость (по А. А. Росиелле, Ж. Хамблин [30]),  $d$  – размах урожайности,  $b_i$  – коэффициент линейной регрессии,  $Gd^2$  – показатель стабильности (по С. А. Еберхарт, У. А. Расселл [29])  $H_{om}$  – гомеостатичность (по В. В. Хангильдину<sup>8</sup>) /

Notes:  $Y_2 - Y_1$  – stress resistance,  $Y_1 + Y_2 / 2$  – genetic flexibility (according to A. A. Rosielle, J. Hamblin [30]),  $d$  – yield span,  $b_i$  – linear regression coefficient,  $Gd^2$  – stability indicator (according to S. A. Eberhart, W. A. Russell [29])  $H_{om}$  – homeostaticity (according to V. V. Hangildin<sup>8</sup>)

<sup>8</sup>Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Указ. соч.

Устойчивость к стрессу сортов и линий – важнейший показатель адаптивности и экологической пластичности, который определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью ( $Y_{\min}$  -  $Y_{\max}$ ). Этот параметр имеет отрицательный знак, и чем меньше величина этого показателя, тем выше устойчивость генотипа к неблагоприятным факторам среды<sup>9</sup>. Наиболее высокую стрессоустойчивость проявили образцы Нон Јку 350, Нонкеи 28, V 51267 (Китай) и Л-1 Согласие х Альфа (Россия), значения которых варьировали от -19 до -53, что свидетельствует о широком диапазоне их приспособительных возможностей. Наименьшая устойчивость к стрессу (-94...-100) отмечена у линий Vuan 2009-82, 97192-79 (Китай) и Л-3 Оршанский-2 х Тверца (Россия). У остальных образцов величина этого показателя варьировала от -56 до -91. Средняя урожайность сорта в контрастных (благоприятных и неблагоприятных) условиях  $(Y_1 + Y_2 / 2)$  характеризует его генетическую гибкость и компенсаторскую способность. Чем выше данный показатель, тем выше степень соответствия между потенциальными возможностями генотипа сорта и различными факторами среды. Наиболее высокую урожайность льноволокна в контрастных условиях обеспечили сортообразцы V 51267, Л-1 Согласие х Альфа, у 7S12-13, Vuan 2009-82, M0269-1, M0329-10, wsh2-5-40, превысившую среднесортную (232 г/м<sup>2</sup>) на 6,9...18,5 %.

Размах урожайности (d) показывает отношение разницы между максимальной и минимальной урожайностью сорта к максимальной, выраженное в процентах. Чем ниже показатель d, тем стабильнее урожайность сорта в данных условиях. Лучшими по этому показателю были линии V 51267 (17,3), Л-1 Согласие х Альфа (12,8), Нонкеи 28 (17), Нон Јку 350 (12,5), а худшими – Л-3 Оршанский-2 х Тверца (34,1), 97192-79-8 (34,6), 97192-79 (32,8), Надежда (32,4).

Важным этапом при определении адаптивных свойств сортообразцов является оценка их по пластичности, фенотипической стабильности и гомеостазу. Пластичность оценивали согласно модели S. A. Eberhart, W. A. Russell [29] по коэффициенту линейной регрессии ( $b_i$ ), показывающему реакцию сортов на изменение условий выращивания. Как показали резуль-

таты наших исследований, наибольшей отзывчивостью ( $b_i > 1$ ) на улучшение условий выращивания характеризовались образцы льна-долгунца 97192-79 (1,93), 97192-79-8 (1,88), Л-3 Оршанский-2 х Тверца (1,74), Надежда (1,56), M0269-1 (1-48), M 0226-1 (1,41), V 51004 (1,39). Подобная реакция на условия среды позволила им сформировать высокую среднюю урожайность. Эти сорта относятся к интенсивному типу и максимально реализуют свой генетический потенциал в благоприятных агрометеорологических условиях и при высоком уровне агротехники, но значительно снижают урожайность в неблагоприятных условиях выращивания, что способствует её значительной вариабельности. Коэффициенты вариации урожайности льна-долгунца у данных сортов одни из самых высоких.

У образцов Неіуа 8, 92199-6-5, Добрыня коэффициент регрессии был близок или равен 1, что говорит о полном соответствии урожайности сортов изменению условий выращивания.

Сортообразцы Л-1 Согласие х Альфа, SJK 186, Нонкеи 28, Нон Јку 350, H6i120 имели значение  $b_i < 1$ , что свидетельствует об их слабой реакции на улучшение условий выращивания. Подобная реакция свойственна сортам экстенсивного и полунтенсивного типов. Их следует использовать на экстенсивном фоне и в зонах с жестким характером агрометеорологических условий, где они могут дать максимальную урожайность (в пределах возможности сорта) при низких затратах. Данный набор сортов и перспективных линий может также служить в качестве исходного материала для создания биотипов разной степени интенсивности и экологической пластичности.

Большие различия у изучаемого набора сортов наблюдаются по показаниям стабильности урожайности ( $Gd^2$ ). Чем меньше квадратичное отклонение фактических урожаев от теоретических (коэффициент стабильности), тем стабильнее сорт. В изучаемом наборе сортов (линий) наиболее стабильными по урожайности волокна являются образцы Неіуа 8 (13), Л-3 Оршанский-2 х Тверца (26), Л-1 Согласие х Альфа (179), Л-2 Восход х Зарянка (182), Нон Јку 350 (186). Самую низкую стабильность имели сорта и линии M0329-10 (1875), SJK 186 (1769), Vuan 2009-82 (1619), H6i120 (1544). Остальные сортообразцы по данному показателю имели промежуточное значение.

<sup>9</sup>Гончаренко А. А. Указ. соч.



Как следует из модели расчета S. A. Eberhart и W. A. Russell [29], наиболее ценны те сорта, у которых  $b_i > 1$ , а  $Gd^2$  (коэффициент стабильности) стремится к нулю. Такие сорта относятся к высокоинтенсивным. Они отзывчивы на улучшение условий выращивания и характеризуются стабильной урожайностью. Сорта с высокими показателями  $b_i > 1$  и  $Gd^2$  менее ценны, так как их отзывчивость сочетается с низкой стабильностью. Те генотипы, у которых  $b_i < 1$  и близкий к нулю показатель  $Gd^2$  слабо реагируют на улучшение внешних условий, но имеют достаточно высокую стабильность урожайности.

Оценивая сортообразцы по показателям пластичности и стабильности, мы распределили их на 5 групп. В первую группу вошли линии, обладающие высокой пластичностью, высокой и средней стабильностью урожайности волокна: Л-3 Оршанский-2 x Тверца ( $b_i = 1,74$ ;  $Gd^2 = 26$ ); 97192-79-8 ( $b_i = 1,88$ ;  $Gd^2 = 185$ ); 97192-79 ( $b_i = 1,93$ ;  $Gd^2 = 131$ ); M0226-1 ( $b_i = 1,41$ ;  $Gd^2 = 153$ ); V 51004 ( $b_i = 1,39$ ;  $Gd^2 = 269$ ), M0269-1 ( $b_i = 1,48$ ;  $Gd^2 = 355$ ); wsh2-5-4 ( $b_i = 1,20$ ;  $Gd^2 = 313$ ); Надежда ( $b_i = 1,56$ ;  $Gd^2 = 1086$ ). Они характеризовались урожайностью волокна выше средней по опыту, а образцы 97192-79, M0269-1, wsh2-5-4 достоверно превышали стандарт Добрыня.

Во вторую группу вошли сорта с коэффициентом регрессии, близким или равным единице, высокой и средней стабильностью урожайности волокна: Heiуа 8 ( $b_i = 1,06$ ;  $Gd^2 = 13$ ); ст. Добрыня ( $b_i = 1,01$ ;  $Gd^2 = 195$ ), у 7S12-13 ( $b_i = 0,87$ ;  $Gd^2 = 1323$ ); Vuan 2009-82 ( $b_i = 0,81$ ;  $Gd^2 = 1619$ ). Они слабее реагировали на изменение условий среды, но отличались довольно высокой стабильностью. При этом сорт Heiуа 8 отличался стабильно низкой урожайностью по годам исследований, у остальных она была выше среднесортной. Образцы у 7S12-13 и Vuan 2009-82 по урожайности льноволокна превосходили стандартный сорт Добрыня соответственно на 12,4 и 10,4 %.

Низкой пластичностью и высокой стабильностью характеризовались сортообразцы третьей группы Л-1 Согласие x Альфа ( $b_i = 0,56$ ;  $Gd^2 = 179$ ), Hon Jku 350 ( $b_i = 0,02$ ;  $Gd^2 = 186$ ), Honkei 28 ( $b_i = 0,06$ ;  $Gd^2 = 303$ ). Линия Л-1 Согласие x Альфа слабо отзывалась на улучшение условий среды при урожайности волокна выше среднего. В то же время сорта Hon Jku 350 и Honkei 28, пластичность которых была близка к нулю, практически не реагировали на изменение погодных условий и имели

стабильно низкую урожайность волокна по годам исследований. Их следует относить к экстенсивным сортам.

В четвертую группу включены образцы льна-долгунца с низкой пластичностью и низкой стабильностью: M0329-10 ( $b_i = 0,46$ ;  $Gd^2 = 1875$ ), H6i120 ( $b_i = 0,72$ ;  $Gd^2 = 1544$ ), SJK 186 ( $b_i = 0,25$ ;  $Gd^2 = 1769$ ). Они имели урожайность волокна близкую к средней по опыту, но отличались по отзывчивости на улучшение условий среды. Из них линия H6i120 характеризовалась высокой отзывчивостью, ее можно отнести к сортам полуинтенсивного типа. Образцы M0329-10 и SJK 186 слабо реагировали на улучшение условий среды, и их следует отнести к сортам экстенсивного типа.

Особой реакцией на изменение условий среды отличался образец V 51267. Он характеризуется самой высокой урожайностью волокна в опыте (306 г/м<sup>2</sup>), наибольшей средней урожайностью волокна за годы исследований (275 г/м<sup>2</sup>), превосходя среднесортную урожайность на 18,5 %, а стандарт Добрыня на 14,1 %. Образец имел коэффициент регрессии близкий к единице и относительно высокую стабильность, в то же время не реагировал на улучшение условий среды, а точнее – его реакция была отрицательной ( $b_i = -0,85$ ). Такое значение характерно для сортов с высокой адаптивностью в лимитированных условиях, что можно подтвердить высоким значением стрессоустойчивости данного образца, который следует отнести к сортам, способным обеспечивать высокую урожайность льноволокна в изменяющихся условиях среды, в том числе в более жестких метеороусловиях.

Одним из важных показателей, характеризующих устойчивость растений к изменению неблагоприятных факторов среды, служит гомеостатичность ( $H_{om}$ )<sup>10</sup>. Критерием гомеостатичности сортов можно считать их способность поддерживать низкую вариабельность признаков продуктивности. В этом проявляется связь гомеостатичности ( $H_{om}$ ) с коэффициентом вариации (CV), которая характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды. За период исследований по этим показателям наибольшую стабильность при изменении условий выращивания проявили сорта и линии Hon Jku 350 (CV = 7 %;  $H_{om} = 106,9$ ), Л-1 Согласие x Альфа (CV = 7,3 %;  $H_{om} = 98,9$ ), V 51267 (CV = 10 %;  $H_{om} = 52,1$ ), Honkei 28 (CV = 10,8 %;  $H_{om} = 48,3$ ), Добрыня (CV = 12,2 %;  $H_{om} = 34,1$ ), у 7S12-13 (CV = 12,9 %;  $H_{om} = 29,5$ ).

<sup>10</sup>Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Указ. соч.

Большая вариабельность и низкая гомеостатичность отмечена у образцов Л-2 Восход х Зарянка ( $CV = 17,9\%$ ;  $H_{om} = 15,7$ ), Л-3 Оршанский-2 х Тверца ( $CV = 20,6\%$ ;  $H_{om} = 12,0$ ), 97192-79-8 ( $CV = 21,5\%$ ;  $H_{om} = 11,7$ ), 97192-79 ( $CV = 20,1\%$ ;  $H_{om} = 13,1$ ), Надежда ( $CV = 19,7\%$ ;  $H_{om} = 13,6$ ), Н6i120 ( $CV = 18,9\%$ ;  $H_{om} = 14,4$ ), что говорит об их нестабильности и низкой адаптивности в условиях региона. Остальные сорта занимают промежуточное положение. Следует отметить, что оценка сортов по указанным показателям не всегда совпадает с оценкой на стабильность ( $Gd^2$ ).

В наших исследованиях оценку генотипов льна-долгунца по пластичности и стабильности проводили различными методами.

Полученные результаты показали, что направления и величина связей одних и тех же параметров друг с другом и урожайностью волокна по ним не всегда совпадают. Для получения более достоверных результатов мы использовали принцип ранжирования по всем параметрам, а окончательную оценку проводили по сумме баллов [10].

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).

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

**Table 3 – Ranks of the parameters of the adaptive ability of fiber flax accessions according to the yield of flax fiber**

Сорт, линия / Variety, line	Параметр адаптивности / Adaptability parameter										Ранг по параметрам адаптивности / Rank by adaptability parameters
	$CV$	$b_i$	$Gd^2$	$Y_2 - Y_1$	$Y_1 + Y_2 / 2$	$KA / CA$	реализация потенциала / realizing the potential	$d$	$H_{om}$	сумма рангов / sum of ranks	
Л-1 Согласие х Альфа / Soglasie x Alfa	2	17	5	3	6	7	2	2	2	46	1
V 51267	3	14	15	4	1	1	4	4	1	47	2
Hon Jku 350	1	21	8	1	18	15	1	1	1	67	3
Добрыня ст. / Dobrynya st.	5	12	9	6	9	9	8	5	5	68	4
wsh2-5-4	7	9	12	10	3	4	10	6	7	68	4
y 7S12-13	6	13	17	11	2	2	7	7	6	71	5
M 0226-1	10	6	4	12	10	6	3	10	10	71	5
Heiya 8	9	11	1	5	16	13	4	9	9	76	6
Honkei 28	4	20	11	2	19	16	6	3	4	85	7
M0269-1	12	5	13	15	4	5	14	12	14	94	8
M0329-10	8	18	21	9	7	6	9	8	8	94	8
V 51004	11	7	10	14	8	7	13	11	13	94	8
97192-79	19	1	3	20	5	4	12	16	19	99	9
92199-6-5	14	10	14	7	17	14	5	12	12	105	10
Л-2 Восход х Зарянка / Voskhod x Zaryanka	15	8	6	13	15	12	15	13	15	112	11
Надежда / Nadezhda	18	4	16	17	12	7	11	15	18	118	12
Vuan 2009-82	16	15	19	19	2	3	18	14	16	122	13
SJK 186	13	19	20	8	14	11	17	9	11	122	13
Л-3 Оршанский-2 х Тверца / Orshanskij-2 x Tvertsa	20	3	2	18	14	10	16	19	20	122	13
97192-79-8	21	2	7	19	13	8	12	20	21	123	14
H6i120	17	16	18	16	11	10	19	13	17	137	15

К таким сортообразцам с урожайностью льноволокна выше среднего можно отнести: Л-1 Согласие х Альфа, Добрыня-ст. (Россия); V 51267, wsh2-5-4, y 7S12-13, M 0226-1, Heiya 8, M0269-1, M0329-10, V 51004, 97192-79 (Китай), набравшие наименьшие суммы баллов. Но совсем не обязательно, что самый высокоурожайный сорт должен быть и самым адаптивным. Сортообразцы V 51267 и Vuan 2009-82 – одни из таких. Следует отметить, что высокой адаптивностью по урожайности волокна обладали и сорта Hon Jku 350 и Honkei 28 (ранги соответственно 3 и 7), имеющие стабильно низкую урожайность по годам исследований.

Среди вышеназванных наименьшую сумму рангов (46) набрала линия Л-1 Согласие х Альфа (Россия). Она характеризуется слабой изменчивостью ( $CV = 7,3 \%$ ; ранг 2), низкой пластичностью ( $b_i = 0,56$ ; ранг 17), относительно высокой стабильностью ( $Gd^2 = 179$ ; ранг 5), высокой стрессоустойчивостью ( $Y_2 - Y_1 = -34$ , ранг 3), довольно высокой генетической гибкостью ( $Y_1 + Y_2 / 2 = 249$ , ранг 6), средней адаптивностью ( $KA = 1,06$ ; ранг 7), низким размахом варьирования урожайности ( $d = 12,8$ ; ранг 2) и высокой гомеостатичностью ( $H_{om} = 98,9$ ; ранг 2), что свидетельствует о ее слабой реакции на изменение условий среды. Урожайность льноволокна за годы исследований была выше средней ( $246 \text{ г/м}^2$ ) и находилась на уровне стандарта Добрыня ( $241 \text{ г/м}^2$ ). Линию Л-1 можно отнести к сортам полунтенсивного типа, которые хорошо адаптированы к условиям региона и способны стабильно обеспечивать урожайность выше среднего в изменяющихся условиях среды.

На втором месте, исходя из наименьшей суммы рангов (47), находится образец V 51267 (Китай) со специфичной реакцией на изменение условий среды ( $b_i = 0,85$ ). Он имеет наивысшую урожайность льноволокна в среднем за годы исследований ( $275 \text{ г/м}^2$ ), низкую степень изменчивости ( $CV = 10,0 \%$ , ранг 3), среднюю стабильность ( $Gd^2 = 518$ , ранг 15), высокую стрессоустойчивость ( $Y_2 - Y_1 = -53$ , ранг 4), высокую адаптивность ( $KA = 1,19$ ; ранг 1), высокую компенсаторную способность ( $Y_1 + Y_2 / 2 = 279$ , ранг 1), высокую гомеостатичность ( $H_{om} = 52,1$ ; ранг 3). Этот генотип, как уже отмечалось выше, способен обеспечивать высокую урожайность в изменяющихся условиях среды, в том числе и при жестких метеорологических условиях.

Сорт Добрыня (Россия) и линия wsh2-5-4 (Китай) среди выделенных сортообразцов с более низкими суммами рангов (68) и урожайностью выше средней занимают 3 место. Они характеризуются средней изменчивостью ( $CV$  – соответственно 12,2; 13,2; ранги – 5, 7), средней пластичностью ( $b_i = 1,01$ ; 1,20; ранги – 12, 9), средней стабильностью ( $Gd^2 = 195$ , 313; ранги – 9, 12), средней стрессоустойчивостью ( $Y_2 - Y_1 = -58$ , -69; ранги – 6, 19), средним размахом урожайности ( $d = 21,2$ ; 22,8; ранги – 5, 6), высокой гомеостатичностью ( $H_{om} = 34,1$ , 28,9; ранги – 5, 3). Они отличаются хорошей отзывчивостью на улучшение условий среды, их следует отнести к сортам интенсивного типа. По урожайности льноволокна сортообразец wsh2-5-4 достоверно превосходил стандарт Добрыня во все годы исследований, а по средним данным он превышал стандарт ( $242 \text{ г/м}^2$ ) на 13,8 % ( $264 \text{ г/м}^2$ ).

Все выделенные сортообразцы с урожайностью выше среднего и имеющие более низкие суммы рангов, обладают более высокой адаптивной способностью к условиям региона.

**Заключение.** Испытание в условиях Северо-Западного региона России 20 сортообразцов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции показало, что в формировании урожайности льноволокна более значимую роль играет генотип, доля влияния которого составила 67,2 %. Фактор «год» только на 26,7 % определял урожайность льноволокна, а их взаимодействие – на 5,4 %.

Комплексная оценка изучаемых сортообразцов по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности 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 Л-1 Согласие х Альфа, Добрыня (Россия); V 51267, wsh2-5-4, y 7S12-13, M 0226-1, Heiya 8, M0269-1, M0329-10, V 51004, 97192-79 (Китай), набравшие наименьшие суммы рангов. Они различаются по степени изменчивости, пластичности и стабильности, стрессоустойчивости, генетической гибкости, размаху варьирования урожайности, гомеостатичности, что позволяет использовать их в селекционной работе в качестве исходного материала для выведения новых высокопродуктивных сортов льна-долгунца различной направленности и максимально адаптированных к условиям региона.

*Список литературы*

1. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: РУДН, 2001. Т. 1. 780 с.
2. Драгавцев В. А., Драгавцева И. А., Ефимова И. Л., Маринец А. С., Савин И. Ю. Управление взаимодействием «генотип-среда» – важнейший рычаг повышения урожая сельскохозяйственных растений. Труды Кубанского аграрного университета. 2016;2(59):105-121.
3. Павлова Л. Н., Герасимова Е. Г., Румянцева В. Н., Кудрявцева Л. П. Новые сорта льна-долгунца – основа повышения эффективности отрасли льноводства. Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособие. Тверь: Тверской ГУ, 2018. С. 23-25.
4. Трабурова Е. А., Конова А. М., Гаврилова А. Ю., Зуева С. М., Чехалков С. М. Сравнительная характеристика среднеспелых сортов льна-долгунца смоленской селекции. Аграрный вестник Урала. 2020;192(1):28-34. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-192-1-28-34>
5. Трабурова Е. А., Рожмина Т. А., Андреева И. А. Скрининг образцов генофонда льна по урожайности волокна и их адаптивности к условиям Центрального Нечерноземья. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(6):688-696. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.6.688-696>
6. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (экологические основы). Т. 1, 2. М.: «Издательство Агрорус», 2001. 1489 с.
7. 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(2):14-20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41309097>
8. Жученко А. А. мл., Рожмина Т. А. Генетические ресурсы и селекция растений – главные механизмы адаптации в сельском хозяйстве. Вестник аграрной науки. 2019;6(81):3-8. DOI: <https://doi.org/10.15217/ISSN2587-666X.2019.6.3>
9. Голуб И. А. Лен Беларуси: монография. Минск: ЧУП «Орех», 2003. 245 с.
10. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор). Сельскохозяйственная биология. 2016;51(5):617-626. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.617rus>
11. Рожмина Т. А., Павлова Л. Н., Мельникова Н. В., Голубева Л. М. Роль генофонда льна в селекции на адаптивность. Успехи современной науки. 2017;1(10):184-188. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29905603>
12. Rasukas A., Jankauskiene Z., Jundulas J. Asakaviciute R. Research of technical crops (polato and flax) genetic resources in Lithuania. Agronomy Research. 2009;7(1):59-72. URL: <https://agronomy.emu.ee/vol071/p7107.pdf>
13. Сапега В. А. Потенциал урожайности, стрессоустойчивости и экологическая пластичность среднеранних сортов яровой пшеницы. Зерновое хозяйство России. 2016;2(2):6-10. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26165207>
14. 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(1):56-59. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30765889>
15. 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;31(12):17-20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32301742>
16. 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: Тверской ГУ, 2009. С. 272.
17. 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(5):3-5. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17734087>
18. Koshcheeva N. S., Lyskova I. V., Batalova G. A., Kraeva S. N. Initial material for breeding of fiber flax under conditions of the Volga-Vyatka region. Russ. Agric. Sci. 2017;43(4):285-288. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068367417040085>
19. Мамаев В. В. Выявление сортов озимой ржи с экологической адресностью для юго-запада центра России. Вестник Ульяновской Государственной сельскохозяйственной академии. 2018;3(3):78-83. DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-3-78-83>
20. Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(2):114-123. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123>
21. Курылева А. Г. Адаптивная реакция сортов ячменя при экологическом испытании в условиях Удмуртской Республики. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;6(6):52-57. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.6.6.52-57>

22. Сурин Н. А., Зобова Н. В., Ляхова Н. Е., Нешумаева Н. В., Плеханова Л. В., Чуслин А. А., Онуфриёнок Т. В., Липшин А. Г. Источники ценных признаков в селекции ячменя на адаптивность. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(6):36-40. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26591640>
23. Пискарев В. В., Зуев Е. В., Брыкова А. Н. Исходный материал для селекции яровой пшеницы в условиях Новосибирской области. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(7):784-794. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.422>
24. Сапега В. А. Проблема репрезентативности в системе госсортоиспытания. Урожайность и параметры экологической пластичности и стабильности сортов овса. Вестник КрасГАУ. 2016;(10):163-170. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27124804>
25. Синцова Н. Ф., Лыскова И. В. Изучение исходного материала картофеля в условиях Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(6):697-705. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.6.697-705>
26. Ошевнев В. П., Грибанова Н. П., Колосова Н. Н., Самодурова Н. И., Новикова Н. Л. Селекция адаптивных гибридов сахарной свеклы для различных регионов РФ. Сахарная свекла. 2009;(6):12-15.
27. Бекузарова С. А., Сомова И. Т., Цопанова Ф. Т. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции клевера лугового. Известия Горского государственного аграрного университета. 2010;47(1):40-43. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17422642>
28. Королев К. П., Боме Н. А. Оценка генотипов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) по экологической адаптивности и стабильности в условиях северо-восточной части Белоруссии. Сельскохозяйственная биология. 2017;52(3):615-621. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.615rus>
29. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 1966;6(1):36-40. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>
30. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop. Sci. 1981;21(6):943-946. DOI: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x>

### References

1. Zhuchenko A. A. *Adaptivnaya sistema seleksii rasteniy (ekologo-geneticheskie osnovy)*. [Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic foundations)]. Moscow: RUDN, 2001. Vol. 1. 780 p.
2. Dragavtsev V. A., Dragavtseva I. A., Efimova I. L., Marinets A. S., Savin I. Yu. Upravlenie vzaimodeystviem «genotip-sreda» – vazhneyshiy ryuchag povysheniya urozhayev sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. [Management by "genotype-environment" interaction – most important lever for increase of cultivated plants yields]. *Trudy Kubanskogo agrarnogo universiteta*. 2016;2(59):105-121. (In Russ.).
3. 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 spinning crops: state, problems and prospects: guide]. Tver': Tverskoy GU, 2018. pp. 23-25.
4. Traburova E. A., Konova A. M., Gavrilova A. Yu., Zueva S. M., Chekhalkov S. M. *Sravnitel'naya kharakteristika srednespelykh sortov l'na-dolguntsa smolenskoy seleksii*. [Comparative characteristics of medium-maturing varieties of fiber-flax of molensk selection]. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020;192(1):28-34. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-192-1-28-34>
5. Traburova E. A., Rozhmina T. A., Andreeva I. A. *Skrining obraztsov genofonda l'na po urozhaynosti volokna i ikh adaptivnosti k usloviyam Tsentral'nogo Nechernozem'ya*. [Screening of flax gene pool samples by fiber yield and their adaptability to the conditions of the Central Non-Black Earth Region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2020;21(6):688-696. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.6.688-696>
6. Zhuchenko A. A. *Adaptivnyy potentsial kul'turnykh rasteniy (ekologicheskie osnovy)*. [Adaptive potential of cultivated plants (ecological bases)]. Vol. 1, 2. Moscow.: «Izdatel'stvo Agrorus», 2001. 1489 p.
7. Stepin A. D., Rysev M. N., Kostrova G. A., Utkina S. V. *Osnovnye napravleniya i rezul'taty nauchnykh issledovaniy Pskovskogo NIU po seleksii l'na-dolguntsa*. [The main directions and results of scientific research of the Pskov Research Institute for fiber flax breeding]. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2019;(2):14-20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41309097>
8. Zhuchenko A. A. ml., Rozhmina T. A. *Geneticheskie resursy i selektsiya rasteniy – glavnye mekhanizmy adaptatsii v sel'skom khozyaystve*. [Genetic resources and plant breeding as the main mechanisms of adaptation in agriculture]. *Vestnik agrarnoy nauki = Bulletin of Agrarian Science*. 2019;6(81):3-8. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15217/ISSN2587-666X.2019.6.3>
9. Golub I. A. *Len Belarusi: monografiya*. [Flax of Belarus: monograph]. Minsk: ChUP «Orekh», 2003. 245 p.
10. Rybas' I. A. *Povyshenie adaptivnosti v seleksii zernovykh kul'tur (obzor)*. [Breeding grain crops to increase adaptability]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2016;51(5):617-626. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.617rus>



11. Rozhmina T. A., Pavlova L. N., Melnikova N. V., Golubeva L. M. Rol' genofonda l'na v seleksii na adaptivnost'. [Role of a genofund of flax in selection on adaptability]. *Uspekhi sovremennoy nauki*. 2017;1(10):184-188. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29905603>
12. Rasukas A., Jankauskiene Z., Jundulas J. Asakaviciute R. Research of technical crops (polato and flax) genetic resources in Lithuania. *Agronomy Research*. 2009;7(1):59-72. URL: <https://agronomy.emu.ee/vol071/p7107.pdf>
13. Sapega V. A. Potentsial urozhaynosti, stressoustoychivosti i ekologicheskaya plastichnost' srednerannikh sortov yarovoy pshenitsy. [Productivity potential, stress tolerance and ecologic plasticity of middle-early varieties of spring wheat]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2016;(2):6-10. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26165207>
14. Golub I. A., Ivanova E. V. Iskhodnyy material l'na-dolguntsa razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v seleksii na produktivnost'. [The 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>
15. 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;31(12):17-20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32301742>
16. 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: Tverckoy GU, 2009. p. 272.
17. 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>
18. Koshcheeva N. S., Lyskova I. V., Batalova G. A., Kraeva S. N. Initial material for breeding of fiber flax under conditions of the Volga-Vyatka region. *Russ. Agric. Sci.* 2017;43(4):285-288. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068367417040085>
19. Mamaev V. V. Vyavlenie sortov ozimoy rzhi s ekologicheskoy adresnost'yu dlya yugo-zapada tsentra Rossii. [Search for varieties of winter rye with environmental targeting for the southwest of central Russia]. *Vestnik Ulyanovskoy Gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2018;(3):78-83. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-3-78-83>
20. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh. Urozhaynost', ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov yarovoy myagkoy i tverдой pshenitsy v yuzhnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti. [Yield, ecological plasticity and stability of spring soft and durum wheat varieties in the southern forest steppe of Tyumen region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(2):114-123. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123>
21. 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):52-57. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.6.52-57>
22. Surin N. A., Zobova N. V., Lyakhova N. E., Neshumaeva N. V., Plekhanova L. V., Chuslin A. A., Onufrienok T. V., Lipshin A. G. Istochniki tsennykh priznakov v seleksii yachmenya na adaptivnost'. [Sources of valuable features in breeding of barley for adaptability]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2016;30(6):36-40. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26591640>
23. Piskarev V. V., Zuev E. V., Brykova A. N. Iskhodnyy material dlya seleksii yarovoy pshenitsy v usloviyakh Novosibirskoy oblasti. [Sources for the breeding of soft spring wheat in the conditions of Novosibirsk region]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(7):784-794. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.422>
24. Sapega V. A. Problema reprezentativnosti v sisteme gossortoispytaniya. Urozhaynost' i parametry ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov ovsa. [Representativeness problem in the state varieties testing system, productivity and parameters of ecological plasticity and stability of oats varieties]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2016;(10):163-170. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27124804>
25. Sintsova N. F., Lyskova I. V. Izuchenie iskhodnogo materiala kartofelya v usloviyakh Kirovskoy oblasti. [The study of the source material of potatoes under conditions of Kirov region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(6):697-705. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.6.697-705>



26. Oshevnev V. P., Gribanova N. P., Kolosova N. N., Samodurova N. I., Novikova N. L. *Seleksiya adaptivnykh gibridov sakharной svekly dlya razlichnykh regionov RF*. [Breeding of adaptive sugar beet hybrids for various regions of the Russian Federation]. *Sakharная svekla* = Sugar beet. 2009;(6):12-15. (In Russ.).

27. Bekuzarova S. A., Samova I. T., Tsopanova F. T. *Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoy sistemy seleksii klevra lugovogo*. [Ecological and genetic basis of adaptable system of clover selection]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Proceedings of Gorsk State Agrarian University. 2010;47(1):40-43. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17422642>

28. Korolev K. P., Bome N. A. *Otsenka genotipov l'na-dolguntsa (Linum usitatissimum L.) po ekologicheskoy adaptivnosti i stabil'nosti v usloviyakh severo-vostochnoy chasti Belorussii*. [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>

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

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

#### **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](mailto:info.psk@fncl.ru), 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 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](mailto: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](mailto:info.psk@fncl.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5420-8419>

**Лисицкая Татьяна Дальевна**, 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](mailto:info.psk@fncl.ru)

#### **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](mailto:info.psk@fncl.ru), 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, 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](mailto: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](mailto:info.psk@fncl.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5420-8419>

**Tatyana D. Lisitskaya**, 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](mailto:info.psk@fncl.ru)

✉ – Для контактов / Corresponding author