

Научная статья

УДК 633.521:631.52

DOI 10.48012/1817-5457_2025_2_19-28

БИОРЕСУРСНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ЛЬНА КАФЕДРЫ ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА

Симагин Александр Дмитриевич[✉], Симагина Анастасия Сергеевна,
Вертикова Елена Александровна, Барнашова Екатерина Константиновна,
Вильховой Ян Евгеньевич

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

alexander.d.simagin@yandex.ru

Аннотация. На кафедре генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева проводят многолетние исследования биоресурсной коллекции льна масличного и льна долгуна. В 2021 г. данная коллекция насчитывала более 45 сортообразцов различного эколого-географического происхождения. С целью реализации селекционных программ по данной культуре развернуты работы по активному пополнению коллекции. Лен возделывается для получения волокна и масла, что делает его ценнейшей технической и масличной культурой одновременно. В современном агропромышленном комплексе Российской Федерации посевные площади льна масличного с каждым годом значительно увеличиваются, что обусловлено многоцелевым использованием этой сельскохозяйственной культуры. Лен обладает широкой экологической пластичностью, поэтому создание региональных биоресурсных коллекций является доступным способом получения первичного генетического разнообразия для целей селекции. За годы изучения нашей коллекции некоторые сорта льна масличного продемонстрировали сравнительно высокую урожайность для Центрального района Нечерноземной зоны (Радуга – 14,37 ц/га, Небесный – 14,33 ц/га), был обеспечен сбор масла более 5 ц/га (Радуга – 6,11 ц/га, Небесный – 6,02 ц/га). Некоторые сорта льна-долгуна показывали выход волокна свыше 30 % (Росинка, Факел, Дипломат в 2022 г.; Факел в 2023 г.). Были созданы и исследованы гибридные популяции льна-долгуна. Среди этих популяций по результатам индексной оценки в F_1 лучшей оказалась гибридная популяция Надежда $\times$ Росинка (комплексный индекс 1,42). Для оценки F_2 применяли уже интегральную оценку, наиболее ценной популяцией оказалась Факел $\times$ Дипломат ($SD = -4,02$). Таким образом, нами была собрана коллекция льна, включающая как исходные сорта, так и гибридные популяции, которая активно изучается и является перспективным ресурсом для создания районированных сортов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны.

Ключевые слова: лен масличный, лен-долгунец, биоресурсная коллекция, дикие виды, генофонд.

Для цитирования: Биоресурсная коллекция льна кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева / А. Д. Симагин, А. С. Симагина, Е. А. Вертикова [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 2(82). С. 19-28. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_2_19-28.

Введение. Лен наиболее полезный, или, как его еще называют в литературных источниках, лен обыкновенный (*Linum usitatissimum* L.), относится к роду лен (*Linum*) семейства льновых (*Linaceae*). Из 22 входящих в это семейство родов подробно изучаются только три: *Cathartolimum*, *Hugonia* и *Linum* [1, 14].

Однако даже из этих трех практическое применение получил только род *Linum*. Данный род объединяет в себе около 265 видов, разновидности которых подразделяются на 4 группы: стелющиеся, кудряши, межеумки и долгуны. В современном сельском хозяйстве РФ широкое использование приобрели только две разновид-

ности льна: лен-межеумок (*L. usitatissimum* var. *intermedia* L.) и лен-долгунец (*L. usitatissimum* var. *elongata* L.) [1].

Лен-долгунец и лен-межеумок отличаются высотой растений: долгунец имеет наибольшую высоту среди всех льнов (70-125 см и более), у межеумка же высота обыкновенно 50-70 см; также долгунец и межеумок заметно отличаются друг от друга количеством продуктивных стеблей [16]. У льна-долгуна количество продуктивных стеблей зачастую не превышает одного-двух на растение, в то время как у межеумочной формы их может быть до пяти. В остальном долгуны и ме-

жеумки имеют сходную морфологию: листья простые, ланцетные; листорасположение – очередное; корневая система – стержневая, длиной до 1,5 м; цветок простой с двойным околоцветником, пятимерного типа; цветки собраны в соцветие – зонтиковидную кисть. У льна-долгунца соцветие компактное (до 10-15 см в длину) с небольшим числом цветков (в среднем 5-10), тогда как у льна-межеумка соцветие значительно крупнее и с большим числом цветков (более 10) [11].

Основной зоной возделывания льна-долгунца в России является Северо-Западный регион. Первые упоминания о возделывании льна на территории современной России относятся к X веку. Тогда эту культуру уже возделывали в районах бассейна рек Волги, Онеги и Ладоги, было налажено производство тканей из льна, а вместе с тем и торговля этой тканью [16]. Льняная ткань всегда ценилась за высокие показатели прочности и теплопроводности, что обеспечивает комфорт при ношении льняной одежды; в наше время также сохранился устойчивый спрос на льняную ткань для целей легкой промышленности. Волокно льна обладает высокой прочностью, поэтому его используют также и для производства брезентов и пожарных рукавов [4, 6].

Лен масличный на территории РФ широко возделываться стал сравнительно недавно; тем не менее для юга страны уже к XIX веку масличный лен был традиционной культурой. Лен-долгунец имеет маленькие семена, масса 1000 которых в производстве не превышает 5 г, в то время как у льна-кудряша и межеумка масса 1000 семян равняется 6-8 г. Так как лен масличный помимо большей массы семян имеет и большее их количество, выращивание кудряша и межеумка для получения масла является экономически более выгодным. По данным ФАО, Россия занимает лидирующие позиции по площадям возделывания масличного льна [2].

Актуальность. Масло льна относится к высыхающим маслам. Этим объясняется широкий спектр его применения: масло применяется в пищевой, лакокрасочной, мыловаренной, полиграфической и других отраслях промышленности. По химическому составу оно во многом не уступает (а в чем-то даже превосходит) маслам важнейших масличных сельскохозяйственных культур. В льняном масле в высокой концентрации содержатся незаменимые для жизнедеятельности человека непредельные жирные кислоты (альфа-линоленовая,

линолевая и олеиновая). В составе масла льна в основном преобладает линоленовая кислота (процентное содержание которой может превышать 50 %), но существуют сорта с пониженным содержанием альфа-линоленовой кислоты и сорта с измененным жирнокислотным составом, в котором соотношение линоленовой и линолевой кислот 1:1 [9]. Побочной продукцией при возделывании масличного льна принято считать короткое волокно, получаемое из стеблей, и жмых, получаемый после отжима масла из семян. В 1 кг льняного жмыха содержится 1,15 кормовых единицы. Жмых льна является высокоценным сырьем, которое в последнее время все чаще привлекает внимание ученых [9].

Одной из главных проблем льноводства являются грибные заболевания этой культуры. Основными микозами льна являются: фузариозное увядание (возбудитель *Fusarium oxysporum* Schlecht.), ржавчина (*Melampsora lini* Desm.), антракноз (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley) и пасмо (*Septoria linicola* Gar.). Один из самых эффективных методов решения проблемы грибных заболеваний льна – выведение устойчивых сортов [5, 8].

Поскольку лен исторически является одной из стратегических культур для нашей страны, **целью настоящего исследования** являлось всестороннее изучение льна масличного и льна-долгунца. Необходимым условием для изучения этой культуры стало создание и пополнение биоресурсной коллекции.

Материал и методы. Основу биоресурсной коллекции льна на кафедре генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева составили сорта, полученные из ведущих научно-исследовательских институтов, занимающихся селекцией льна. Так, в 2021 г. из Обособленного подразделения «Институт льна» ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (ВНИИЛ) получили образцы 21 сорта льна-долгунца и 1 сорта льна масличного, входящих в «Национальную коллекцию русского льна» [7]. Таким образом сформировали базовую коллекцию льна-долгунца. Одновременно проводили работы по расширению перечня сортообразцов льна масличного. В 2022 г. из ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта» (ВНИИМК) получили семена 13 сортов льна масличного.

В коллекции изучили 17 сортов льна масличного и 28 сортов льна-долгунца (табл. 1).

Таблица 1 – Сорта, входящие в биоресурсную коллекцию льна кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

Лен масличный					
название	происхождение	донор образца	название	происхождение	донор образца
Амбер*	Россия, ВНИИМК	ВНИИМК	Радуга*	Россия, ВНИИМК	ВНИИМК
Бирюза	«	«	Ручеек*	«	«
ВНИИМК 620	«	«	РФН	«	«
ВНИИМК 620 ФН*	«	«	Светлячок*	«	«
Даник*	«	«	Северный	«	«
Легур	«	«	ФЛИЗ*	«	«
Нилин*	«	«	Ы 117*	«	«
Небесный*	«	«	Ы 220	«	«
ЛМ 98*	Россия, ВНИИЛ	ВНИИЛ	Снегурок	«	«
Лен-долгунец					
А-29	Россия, ВНИИЛ	ВНИИЛ	Новоторжский*	Россия, ВНИИЛ	ВНИИЛ
Алексим*	«	«	Памяти Крепкова	Россия, Томский НИИСХ ²	Томский НИИСХ
Альфа	«	«	Полет*	Россия, ВНИИЛ	ВНИИЛ
Антей	«	«	Росинка*	«	«
Атлант*	«	«	Томиш*	Россия, Томский НИИСХ	Томский НИИСХ
Веста*	Беларусь, РУП «Институт льна» НАН Беларуси	«	Томиш 2*	«	ВНИИЛ
Восход	Россия, Псковский НИИСХ ¹	Псковский НИИСХ	Томский 17	«	Томский НИИСХ
Грант*	Беларусь, РУП «Институт льна» НАН Беларуси	ВНИИЛ	Томский 18	«	«
Дипломат*	Россия, Псковский НИИСХ	«	Тонус*	Россия, ВНИИЛ	ВНИИЛ
Добрыня	«	«	Торжокский 4	«	«
Квартет	«	«	Тост 5	«	Томский НИИСХ
Крепыш*	Россия, ВНИИЛ	«	Универсал*	«	ВНИИЛ
Мерилин*	Нидерланды, Van De Bilt Zaden en Vlas B.V.	«	Факел*	Россия, ВНИИЛ	«
Надежда*	Россия, ВНИИЛ	«	Феникс*	Россия, Смоленский НИИСХ ³	«

Примечания: ¹ – Обособленное подразделение Псковский НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; ² – филиал федерального государственного бюджетного учреждения науки «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук» – Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа, Богашевский научный отдел, бывший Томский НИИСХ; ³ – Обособленное подразделение Смоленский НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; * – образцы, включенные в гибридизацию.

Начиная с 2022 г., биоресурсную коллекцию льна ежегодно высевали на Полевой опытной станции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Почвенные условия Полевой опытной станции представлены песчано-

крупнопылеватым суглинком дерново-подзолистого типа. В 2020 г. проводилось агрохимическое исследование ее почв. В них содержится 170-175 мг/кг почвы подвижного фосфора и 94-95 мг/кг почвы подвижного калия, pH солевой

вытяжки – 5,5-5,7 [12]. В целом почвы станции подходят для выращивания льна.

В соответствии со схемой селекционного посева высевали: коллекцию в трехкратной повторности, гибридный питомник, питомник гибридизации и питомник размножения.

Посев осуществляли рядовым способом для масличного льна и узкорядным – для льна-долгунца, вручную, глубина заделки семян 2-3 см, учетная площадь делянки составляла 1 м², повторность опыта трехкратная [13]. Норма посева для льна масличного 100 семян/ряд (6 млн шт./га) [10]; норма посева для льна-долгунца 290 семян/ряд (20,3 млн сем./га) [10]. Дата посева в 2022 г. – 13 мая, в 2023 г. – 14 мая.

В течение вегетации оценивали наступление фенологических фаз (всходы, «елочка», фаза «быстрого роста» [14], цветение, зеленая спелость, ранняя желтая спелость, желтая спелость) по методике Института льна ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» [10]. Вместе с оценкой сортов уже в первый год проводили гибридизацию. Первые родительские пары для скрещиваний подбирали с опорой на данные официальных описаний сортов. В 2023 г. родительские комбинации подбирали уже с учетом полученных данных за 2022 г.

Уборку биоресурсной коллекции льна осуществляли вручную (растения извлекали с корнем и связывали в снопы) при достижении фазы полной спелости. Растения льна-долгунца с учетных делянок вытереб्रивали, после чего связывали в небольшие снопы и составляли в бабки.

Структуру урожая проводили по методике Госсорткомиссии [10]. После полуторанедельного просушивания материала отбирали 20 растений, у которых измеряли длину растений и техническую длину, диаметр стебля у начала соцветия, по центру и у основания стебля. После чего подсчитывали количество коробочек и семян, в конце измеряли массу семян с растения. Оценивали показатели качества стебля, являющиеся косвенными показателями количества и качества волокна: мыклость и сбежистость. Мыклость – это косвенный показатель качества волокна в стеблях льна, определяется по формуле:

$$M = l / d,$$

где l – техническая длина стебля, d – диаметр стебля в центральной части;

сбежистость рассчитывается по формуле:

$$S = d_1 - d_2,$$

где d_1 – диаметр стебля у основания стебля; d_2 – диаметр стебля у начала соцветия. Для оценки сохранности растений к уборке подсчитывали количество растений в снопе.

Биохимический анализ семян льна проводили на инфракрасном спектрометре Инфраскан-3150; определяли масличность семян, содержание в них белка и клетчатки. Преимущество инфракрасной спектрометрии заключается в ее неразрушающем воздействии на образец, что очень важно для сохранения анализируемых семян как посевного материала на ранних этапах селекционного процесса.

Выход волокна определяли после предварительной мочки стеблей и дальнейшего их просушивания. Анализ проводили на 20 стеблях; перед отделением костры просушенные стебли взвешивали для определения массы льнотресты. Волокно отделяли от костры лабораторной льномялкой ЛМ-3, после чего полученное волокно прочесывали для удаления оставшихся остатков костры.

Для оценки гибридных популяций в 2022 г. использовали комплексный индекс. Метод индексов заключается в следующем: рассчитываются частные индексы (индекс I_j) для каждого сорта или гибридной популяции; индекс I_j рассчитывается как отношение значения признака у данного образца к среднему арифметическому значению признака по всем образцам опыта [7].

Чтобы сформировать представление о наилучшем сорте или гибридной популяции льна-долгунца по комплексу признаков, применили комплексные (общие) индексы I_k . Комплексные индексы для сортообразцов получают путем перемножения частных индексов. Увеличение или уменьшение любого из частных индексов отражается на их произведении; таким образом, наивысшие произведения дают представление о наилучшем сорте или гибридной популяции по комплексу признаков [7].

Чтобы рассчитать комплексные индексы для сортов изучаемой коллекции льна-долгунца, использовали частные индексы по следующим признакам: высота растения, техническая длина, мыклость, сбежистость, количество коробочек на одном растении, масса семян с растения, масса тресты, выход волокна.

В 2023 г. для анализа ценности гибридных популяций использовали метод многокрите-

риального выбора, разработанный в РУП «Институт льна» НАН Беларуси. Благодаря этому методу можно определить формы растений, обладающих наибольшим количеством полезных признаков с учетом параметров модели сорта [3].

Для интегральной оценки использовали следующую формулу:

$$SD = \sum \frac{w_i(x_m - x_i)}{s_i},$$

где w_i – весовой коэффициент;

x_m – желательный уровень i -го признака;

x_i – фактические значения i -го признака;

s_i – стандартное отклонение.

Оценку проводили по следующим признакам: техническая длина, мыкость, количество коробочек на одном растении, количество семян с одного растения, среднее количество семян в одной коробочке, масса семян с растения, масса тресты и выход волокна. Наибольший весовой коэффициент w_i предусмотрен для признаков, связанных с образованием волокна, поскольку волокно является основным продуктом возделывания льна-долгунца.

Результаты и обсуждение

Изучение льна-масличного. Метеорологические условия 2022 г. были удовлетворительными для выращивания льна масличного (рис. 1).

В 2022 г. структурные элементы урожая и биохимические показатели качества семян льна (содержание жира, белка, клетчатки и зольных элементов в семенах) изучали на 14 сортах; характеристики сортов с лучшими значениями в опыте приведены в таблице 2.

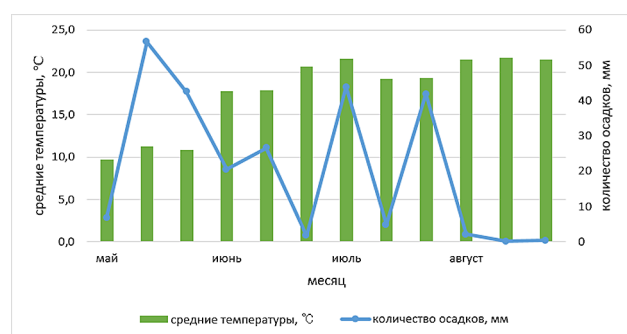


Рисунок 1 – Метеорологические данные вегетационного периода 2022 г.

По сбору масла с 1 га все представленные сорта имели значения на уровне стандарта (Радуга – 6,10 ц/га, Северный (st) – 5,91 ц/га, Нилин – 5,44 ц/га). Лучшая сохранность к уборке

отмечена у сорта ЛМ-98 (67,57 % сохранившихся к уборке растений). В целом лен масличный показал неплохие результаты в данных агроклиматических условиях.

Таблица 2 – Характеристика лучших сортообразцов льна масличного, 2022 г.

Сорт	Урожайность, ц/га	Среднее кол-во коробочек, шт.	Содержание масла в семенах, %	Сохранность, %	Сбор масла с 1 га, кг	Протеин, %	Клетчатка, %
Северный (st)	13,77	11,30	42,92	49,00	591,00	24,32	10,67
Амбер	13,93	18,70	41,18	55,14	581,87	23,82	12,21
Небесный	14,33	9,90	42,02	50,57	602,15	23,69	16,47
Нилин	13,10	13,10	41,51	60,86	543,78	23,68	17,10
ЛМ-98	13,40	13,33	41,37	67,57	555,60	23,58	11,98
Радуга	14,37	12,62	42,50	55,00	610,58	23,66	13,97
HCP ₀₅	1,27	2,27	0,16	-	$F_{\phi} < F_r$	0,05	4,26

С точки зрения двойного использования масличного льна (на масло и волокно) образцы не показали хорошего результата, так как мыкость не превысила 400 ед. – нижнюю границу значений мыкости у современных сортов льна-долгунца [11].

Изучение льна-долгунца. У льна-долгунца (табл. 3) высота растений изучаемых сортов была на уровне стандарта (Полет – 80,27 см, Грант (st) – 70,50 см). Этот же сорт (Полет) показал наибольшую техническую длину – 67,59 см и, как следствие, наибольшую мыкость – 450,62, что свидетельствует о хорошем качестве волокна в стеблях. По показателю сбежистости лучшее значение в опыте отмечали у сорта Факел (0,79 при 1,20 у сорта-стандарта Грант). По массе тресты все лучшие сорта не отличались от сорта-стандарта; это связано с высокой вариабельностью значений по годам у сортов. По выходу волокна лидировал сорт Факел (36,22 % против 29,25 % у стандарта).

В 2022 и 2023 гг. изучали гибридные комбинации, которые получили в результате гибридизации (табл. 4).

В 2022 г. при оценке гибридных популяций использовали комплексный индекс. По результатам комплексной оценки выделили лучшие гибридные популяции: 2x1 и 4x3, с комплексным индексом 1,42 и 1,39 соответственно.

Таблица 3 – Характеристика коллекционных сортов льна-долгунца, 2022 г.

Сорт	Высота растений, см	Техническая длина, см	Мыклость	Сбежистость	Количество коробочек на одном растении, шт.	Масса льнотресты 20 стеблей, г	Выход волокна, %
Грант (st)	70,50	59,30	423,57	1,20	5,00	31,58	29,25
Надежда	77,75	63,93	339,81	1,24	7,55	24,21	29,06
Полет	80,27	67,59	450,62	0,92	6,60	25,04	30,20
Тонус	75,09	63,49	379,12	0,98	7,60	18,67	31,44
Факел	72,35	60,79	419,47	0,79	5,50	18,04	36,22
НСР ₀₅	11,03	7,20	-	-	-	21,44	6,12

Таблица 4 – Результаты оценки гибридов F₁ льна-долгунца по комплексному индексу, 2022 г.

Сорт, гибридная популяция	Высота растения, см	Техническая длина, см	Мыклость	Сбежистость	Кол-во коробочек на одном растении, шт.	Масса семян с растения, г	Масса льнотресты, г	Выход волокна, %	Комплексный индекс
Грант (st)	70,50	59,30	423,57	1,20	5,00	0,22	31,58	29,25	3,19
Росинка	77,75	63,93	428,31	1,24	7,55	0,25	15,60	31,90	0,02
Надежда	77,75	63,93	339,81	1,24	7,55	0,25	24,21	29,06	2,92
Факел	72,35	60,79	419,47	0,79	5,50	0,21	18,04	36,22	1,15
Дипломат	76,30	63,56	408,41	0,87	7,30	0,26	20,64	34,03	2,43
НСР ₀₅	F ₀₅ ≤ F _ф	13,17	-	-	1,53	0,03	10,99	-	-
2x1*	80,00	62,17	420,19	0,15	13,67	0,57	51,30	25,15	1,42
3x4	64,00	56,88	488,36	0,08	5,75	0,27	23,90	29,71	0,15
2x3	82,67	64,77	234,29	0,13	12,83	0,41	54,70	22,12	0,65
1x2	77,37	61,67	244,62	0,13	12,33	0,34	58,20	19,59	0,74
4x3	78,67	64,65	271,68	0,11	9,08	0,34	114,10	24,36	1,39
1x3	75,51	63,14	317,55	0,09	6,14	0,17	48,20	21,99	0,04

Примечание: * – родительские образцы обозначали цифрой в соответствии с номером в коллекции: 1 – Росинка, 2 – Надежда, 3 – Факел, 4 – Дипломат.

При этом обратные комбинации (1x2 и 3x4) имели значительно меньший показатель комплексного индекса (0,74 и 0,15 соответственно). Остальные гибридные популяции не показали значимого преимущества относительно родительских линий.

Для оценки ценности гибридных популяций в 2023 г. использовали метод многокритериального выбора, разработанный в РУП «Институт льна» НАН Беларуси. Благодаря этому методу можно определить формы растений, обладающие наибольшим количеством полезных признаков с учетом параметров модели сорта (табл. 5).

Погодные условия вегетационного периода в 2023 г. практически не отличались от среднеемноголетних по региону. Температурный ре-

жим (рис. 2) можно охарактеризовать как оптимальный для льна-долгунца.

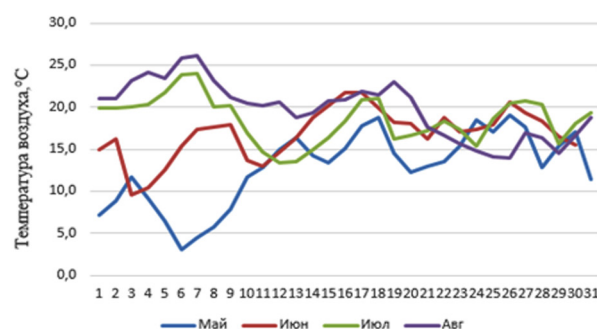


Рисунок 2 – Температурные условия 2023 г.

Сумма активных температур составила около 1700 °С, при том, что льну-долгунцу для раз-

вития необходимо 1400-2200 °С. Самыми жаркими периодами стали первая и вторая декады августа, температура в этот период способствовала ускоренному созреванию семян.

Выпадение осадков за исследуемый вегетационный период было неравномерным. Наибольшую потребность во влаге лен-долгунец

имеет во время интенсивного роста стебля (до фазы цветения). В опыте данный этап развития проходил с третьей декады июня по вторую декаду июля.

Оценку гибридных популяций в 2023 г. проводили в сравнении с родительскими формами (табл. 5).

Таблица 5 – Результаты оценки некоторых сортообразцов F₂ льна-долгунца, 2023 г.

Сорт, гибридная популяция F ₂	Анализ стебля		Анализ соцветия				Масса гресты, г/уч. дел.	Выход волокна, %	Интегральная оценка
	техническая длина, см	мыклость	кол-во коробочек, шт./раст.	кол-во семян, шт./раст.	среднее кол-во семян, шт./короб.	масса семян, г/раст.			
Росинка	64,08	305,74	5,98	41,15	7,08	0,18	14,8	23,65	11,25
Надежда	59,3	361,9	7,37	59,5	7,87	0,29	18,5	27,03	8,55
Факел	72,94	429,02	6,23	50,55	9,01	0,25	8,3	33,73	-1,44
Дипломат	65,44	423,68	6,97	58,32	8,26	0,31	24,3	28,39	3,53
3×4	75,36	179,17	26,55	200,4	7,67	1,22	73,56	36,66	-4,02
2×1	69,1	296,95	7,2	59,35	8,27	0,31	18,05	32,96	3,76
1×3	75,78	304,87	8,65	72,9	8,32	0,34	28,22	30,37	1,73
1×2	76,6	282,3	11,8	98,55	8,39	0,48	30,77	30,45	1,05
4×3	74,88	323,32	7,75	69,3	8,96	0,36	22,41	30,52	1,42
2×3	73,85	271,22	17,1	118,8	7,05	0,61	36,8	23,72	5,15
Стандартное отклонение	5,95	73,74	6,55	47,28	0,68	0,3	18,12	4,19	-
Весовой коэффициент	2,1	2,1	0,7	0,35	0,35	0,7	0,7	2,1	-
Модель сорта	73	310	10	90	8,3	0,27	32	35	-

По итогам индексной оценки выделили лучшую популяцию F₂ 3x4 с индексной оценкой -4,02; данная популяция превзошла обоих родителей. Среди сортов лучшую индексную оценку получил сорт Факел (-1,44).

Все остальные изучаемые сортообразцы не показали отрицательных значений индекса, что указывает на низкую ценность данных гибридных комбинаций.

Заключение. Биоресурсная коллекция льна, сформированная на кафедре генетики, селекции и семеноводства, представляет определенную ценность для селекции данной культуры в условиях Центрально-Нечерноземной зоны Российской Федерации.

Использование результатов всестороннего изучения биоресурсной коллекции позволит расширить направления реализации селекционных программ льна масличного и льна-долгунца.

Работы, направленные на пополнение биоресурсной коллекции кафедры, будут продолжены.

Благодарности. Коллектив исследователей благодарит ректора ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева доктора сельскохозяйственных наук, доктора экономических наук В. И. Трухачева, и. о. директора Института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева доктора сельскохозяйственных наук А. В. Шитикову, начальника Полевой опытной станции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева И. М. Жогина, кандидата сельскохозяйственных наук С. С. Баженову за возможность проводить исследования льна на Полевой опытной станции, а также ФГБНУ ФНЦ ЛК (ОП НИИЛ) за предоставление сортов льна-долгунца и ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК имени В. С. Пустовойта за предоставление сортов льна масличного.

Список источников

1. Жученко А. А., Рожмина Т. А. Мобилизация генетических ресурсов льна. Старица, 2000. 224 с.
2. Зеленцов С. В. Лен масличный и перспективы его выращивания // Аграрный сектор. 2022. № 4 (50). С. 70-74.
3. Иванов С. А. Применение многокритериального метода оценки при отборе гибридного материала льна-долгунца на ранних этапах селекции // Земледелие и селекция в Беларуси. 2020. № 56. С. 412-418.
4. Корепанова Е. В., Гореева В. Н., Чиркова У. К. Урожайность и качество волокна сортов льна-долгунца в условиях Уральского региона Нечерноземной зоны России // АгроЭкоИнфо. 2021. № 6(48). DOI 10.51419/20216631.
5. Кудрявцева Л. П. Устойчивость сортов – важный элемент интегрированной защиты льна-долгунца от болезней // Аграрный вестник Урала. 2021. № 11(214). С. 36-44. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-36-44
6. Новые сорта льна-долгунца – основа повышения эффективности отрасли льноводства / Л. Н. Павлова, Е. Г. Герасимова, В. Н. Румянцева, Л. П. Кудрявцева // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: сборник материалов научно-практической конференции. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018. С. 23-24.
7. Оценка коллекции яровой мягкой пшеницы в условиях центрального района Нечерноземной зоны России // И. Н. Ворончихина, В. В. Ворончихин, В. С. Рубец [и др.] // Аграрный научный журнал. 2021. № 8. 13-18. DOI: 10.28983/asj.y2021i8pp13-18.
8. Результаты и перспективы селекции льна-долгунца на устойчивость к болезням / Т. В. Крылова, Н. И. Лошакова, Л. П. Кудрявцева [и др.] // Вестник защиты растений. 2003. № 3. С. 61
9. Роль масличного льна в экономике АПК / В. С. Колдаева, С. А. Кшникаткин, П. Г. Аленин, И. А. Воронова // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Пенза: ПГАУ, 2022. С. 99-101.
10. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: методические указания. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. 140 с.
11. Современные представления о филогенезе и таксономии рода *Linum* L. и льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.) / С. В. Зеленцов, В. С. Зеленцов, Е. В. Мошненко, Л. Г. Рябенко // Масличные культуры. 2016. № 1(165). С. 106-121.
12. Современные хелатные препараты при возделывании льна-долгунца и льна масличного / Н. В. Цирульникова, Т. С. Фетисова, Т. С. Чайка [и др.] // Агрохимический вестник. 2022. № 1. С. 45-50. DOI 10.24412/1029-2551-2022-1-009.
13. Трабурова Е. А., Рожмина Т. А. Результаты изучения коллекционных образцов льна-долгунца

в центральном регионе Нечерноземной зоны России // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 3. С. 79-84.

14. Чудинова Ю. В. Биологические ресурсы льна: научные основы рационального использования: моногр. Новосибирск: НГАУ, 2013. 349 с.

15. Эколого-генетические основы селекции льна-долгунца / А. А. Жученко [и др.]. Тверь, 2009. 272 с.

16. Яловик Л. И., Яловик Е. А. Особенности возделывания льна-долгунца в Псковской области // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3(44). С. 70-77.

References

1. Zhuchenko A. A., Rozhmina T. A. Mobilizaciya geneticheskix resursov l'na. Staricza, 2000. 224 s.
2. Zelenczov S. V. Len maslichny`j i perspektivy` ego vy`rashhivaniya // Agrarny`j sektor. 2022. № 4 (50). S. 70-74.
3. Ivanov S. A. Primenenie mnogokriterial'nogo metoda ocenki pri otbore gibridnogo materiala l'na-dolguncza na rannix e'tapax selekcii // Zemledelie i selekciya v Belarusi. 2020. № 56. S. 412-418.
4. Korepanova E. V., Goreeva V. N., Chirkova U. K. Urozhajnost` i kachestvo volokna sortov l'na-dolguncza v usloviyax Ural'skogo regiona Nechernozemnoj zony` Rossii // AgroE`koInfo. 2021. № 6(48). DOI 10.51419/20216631.
5. Kudryavceva L. P. Ustojchivost` sortov – vazhny`j e`lement integrirovannoj zashhity` l'na-dolguncza ot boleznej // Agrarny`j vestnik Urala. 2021. № 11(214). S. 36-44. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-36-44
6. Novy`e sorta l'na-dolguncza – osnova pov`sheniya e`ffektivnosti otrasli l'novodstva / L. N. Pavlova, E. G. Gerasimova, V. N. Rumyanцева, L. P. Kudryavceva // Nauchnoe obespechenie proizvodstva pryadil'ny`x kul'tur: sostoyanie, problemy` i perspektivy`: sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferencii. Tver': Tver. gos. un-t, 2018. S. 23-24
7. Ocenka kollekcii yarovoj myagkoj pshenicy v usloviyax central'nogo rajona Nechernozemnoj zony` Rossii // I. N. Voronchixina, V. V. Voronchixin, V. S. Rubecz [i dr.] // Agrarny`j nauchny`j zhurnal. 2021. № 8. 13-18. DOI: 10.28983/asj.y2021i8pp13-18.
8. Rezul'taty` i perspektivy` selekcii l'na-dolguncza na ustojchivost` k boleznjam / T. V. Krylova, N. I. Loshakova, L. P. Kudryavceva [i dr.] // Vestnik zashhity` rastenij. 2003. № 3. S. 61
9. Rol` maslichnogo l'na v e`konomike APK / V. S. Koldaeva, S. A. Kshnikatkin, P. G. Alenin, I. A. Voronova // Innovacionny`e idei molody`x issledovatelej dlya agropromy`shlennogo kompleksa: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Penza: PGAU, 2022. S. 99-101.
10. Selekcija i pervichnoe semenovodstvo l'na-dolguncza: metodicheskie ukazaniya. Tver': Tver. gos. un-t, 2014. 140 s.
11. Sovremennyye predstavleniya o filogeneze i taksonomii roda *Linum* L. i l'na oby`knovennogo (*Linum*

usitatissimum L.) / S. V. Zelenczov, V. S. Zelenczov, E. V. Moshnenko, L. G. Ryabenko // Maslichny'e kul'tury. 2016. № 1(165). S. 106-121.

12. Sovremennyye xelatny'e preparaty pri vozdeley'vanii l'na-dolguncza i l'na maslichnogo / N. V. Cirul'nikova, T. S. Fetisova, T. S. Chajka [i dr.] // Agroximicheskij vestnik. 2022. № 1. S. 45-50. DOI 10.24412/1029-2551-2022-1-009.

13. Traburova E. A., Rozhmina T. A. Rezul'taty izucheniya kollekcionny'x obrazczov l'na-dolguncza v central'nom regione Nechernozemnoj zony' Rossii //

Dostizheniya nauki i texniki APK. 2022. T. 36, № 3. S.79-84.

14. Chudinova Yu. V. Biologicheskie resursy l'na: nauchny'e osnovy racional'nogo ispol'zovaniya: monogr. Novosibirsk: NGAU, 2013. 349 s.

15. E'kologo-geneticheskie osnovy selekcii l'na-dolguncza / A. A. Zhuchenko [i dr.]. Tver', 2009. 272 s.

16. Yalovik L. I., Yalovik E. A. Osobennosti vozdeley'vaniya l'na-dolguncza v Pskovskoj oblasti // Izvestiya Velikolukskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2023. № 3(44). S. 70-77.

Сведения об авторах:

А. Д. Симагин[✉], аспирант, <https://orcid.org/0009-0006-9578-4611>;

А. С. Симагина, аспирант, <https://orcid.org/0009-0001-3759-9796>;

Е. А. Вертикова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0003-2457-7253>;

Е. К. Барнашова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-0384-9571>;

Я. Е. Вильховой, аспирант, <https://orcid.org/0009-0006-8578-1759>

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127434
alexander.d.simagin@yandex.ru

Original article

BIORESOURCE COLLECTION OF FLAX AT THE DEPARTMENT OF GENETICS, BREEDING AND SEED PRODUCTION IN RSAU-MOSCOW TIMIRYAEV AGRICULTURAL ACADEMY

Alexander D. Simagin[✉], **Anastasia S. Simagina**, **Elena A. Vertikova**,
Ekaterina K. Barnashova, **Yan E. Vilkhovoy**

RSAU-MAA named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia

alexander.d.simagin@yandex.ru

Abstract. The Department of Genetics, Breeding and Seed Production of the RSAU-MAA named after K. A. Timiryazev conducts long-term studies of bioresource collection of oil and fiber flax. In 2021 this collection had more than 45 samples of various ecological and geographical origin. In order to implement breeding programs for this crop, the researchers actively began to extend the bioresource collection. Flax is cultivated to produce fiber and oil, which makes it a valuable technical and oilseed crop at the same time. The area under flax crops in the modern agro-industrial complex of the Russian Federation is increasing significantly every year, which is due to the multipurpose use of this crop. Flax is unpretentious to growing conditions, that is why creating regional bioresource collections is an achievable way for providing primary genetic diversity of the collection. Over the years of studying the collection, some oilseed flax varieties had a relatively high yield for the Central region of the Non-Chernozem zone (Raduga – 14.37 c/ha, Nebesnyi – 14.33 c/ha), the oil yield was more than 5 c/ha (Raduga – 6.11 c/ha, Nebesnyi – 6.02 c/ha). Some fiber flax varieties had a fiber yield of over 30 % (Rosinka, Fakel, Diplomat in 2022, Fakel in 2023). Hybrid populations of fiber flax have been created and studied. Among these populations, the hybrid population Nadezhda x Rosinka turned out to be the best in the first generation according to the results of the index assessment F_1 (the complex index is 1.42). The integrated evaluation was applied for the assessment F_2 , the most valuable population turned out to be the Fakel x Diplomat sample ($SD = - 4.02$). Thus, we have gathered a flax collection consisting of both original varieties and hybrid flax populations, this collection is actively being studied and it is also a promising resource for the creating regional varieties in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone.

Key words: oil flax, fiber flax, bioresource collection, wild species, gene pool.

For citation: Simagin A. D., Simagina A. S., Vertikova E. A., Barnashova E. K., Vilkhovoy Ya. E. Bioresource collection of flax at the Department of Genetics, Breeding and Seed Production in RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2025; 2(82): 19-28. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_2_19-28.

Authors:

A. D. Simagin[✉], Postgraduate student, <https://orcid.org/0009-0006-9578-4611>;

A. S. Simagina, Postgraduate student, <https://orcid.org/0009-0001-3759-9796>;

Е. А. Vertikova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0003-2457-7253>;

Е. К. Barnashova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-0384-9571>;

Ya. E. Vilkhovoy, Postgraduate student, <https://orcid.org/0009-0006-8578-1759>

RSAU-MAA named after K. A. Timiryazev, 49 Timiryazevskaya St., Moscow, Russia, 127434

alexander.d.simagin@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 12.12.2024; одобрена после рецензирования 29.04.2025;

принята к публикации 29.05.2025.

The article was submitted 12.12.2024; approved after reviewing 29.04.2025; accepted for publication 29.05.2025.

Научная статья

УДК 633.15:631.559.2

DOI 10.48012/1817-5457_2025_2_28-35

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

Хныкин Тимур Владимирович¹, Еряшев Александр Павлович²✉

¹ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», Саранск, Россия

²Мордовский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, Саранск, Россия

²eryashev_alex@mail.ru

Аннотация. Приводятся результаты исследований в среднем за 2022–2024 гг. на черноземах выщелоченных Мордовского НИИСХ Республики Мордовия по изменению урожайности зерна кукурузы от применения минеральных удобрений под запланированную урожайность зерна 6,2 т/га (фон) и на их фоне в фазе 3–4; 3–4 + 5–6 и 5–6 листьев жидких комплексных удобрений «Мегамикс-Профи», «Мегамикс-Азот» и регулятора роста «Альбит». Нами установлено, что густота растений перед уборкой (56,44–59,64 тыс./га) и доля зерна в початке (78,2–80,2 %) существенно не повышались по изучаемым вариантам. Применение туков, а также совместно с ними по вегетации растений «новых агрохимикатов» привело к увеличению озерненности (на 18,8–32,4 %) и массы зерна с початка (на 15,5–42,2 %), массы 1000 семян (на 8,2–14,2 %) по сравнению с неудобренным фоном (414 шт., 90,3 г и 218 г). Во всех изучаемых вариантах урожайность зерна была больше (на 2,49–3,48 т/га, или 48,5–67,8 %), чем на контроле (5,13 т/га), тем не менее опрыскивание «Мегамикс-Профи», «Мегамикс-Азотом» и «Альбитом» не способствовало существенному повышению ее относительно варианта с применением минеральных удобрений под запланированную урожайность зерна 6,2 т/га.

Ключевые слова: кукуруза, густота растений, число и масса семян с початка, урожайность.

Для цитирования: Хныкин Т. В., Еряшев А. П. Изучение возможностей повышения урожайности зерна кукурузы // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 2 (82). С. 28–35. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_2_28-35.

Актуальность. В современном мире кукуруза является наиболее широко производимой сельскохозяйственной культурой. Благодаря своим питательным качествам для производства животного белка, потребления человеком и промышленного использования, зерно ее стало одним из самых важных продуктов на международных рынках. По экономическому и социальному значению она превышает любую другую культуру. Технология возде-

лывания кукурузы на зерно предусматривает непрерывное и качественное выполнение всех технологических работ в строго установленные сроки, а также использование высокоэффективных пестицидных, фунгицидных и инсектицидных препаратов и внесение необходимых доз органических, минеральных удобрений и регуляторов роста [6, 15–17].

С внедрением в производство новых гибридов для возделывания этой культуры на зер-