11. Олейникова, Т. В. Определение засухоустойчивости сортов пшеницы и ячменя, линий и гибридов кукурузы по прорастанию семян на растворах сахорозы с высоким осмотическим давлением / Т. В. Олейникова, Ю. Ф. Осипов // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. – Л.: Колос, 1976. – С.23-32.

12. Ионова, Е. В. Устойчивость сортов и линий озимой пшеницы к водному и температурному стрессам / Е. В. Ионова // Зерновое хозяйство России. – 2011. – №3(15). – С. 19-26.

13. Кравченко, Н. С. Степень адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона («засушник») / Н. С. Кравченко, Е. В. Ионова // Зерновое хозяйство России. – 2015. – №5(41). – С. 7-10

14. Ионова, Е. В. Изменение посевных качеств озимой пшеницы при различных условиях выращивания (засушник) / Е. В. Ионова, Ю. Г. Скворцова // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №4(28). – С. 27-29.

15. Дорофеева, М. М. Сравнительный анализ некоторых классических и современных методик определения площади листовой поверхности / М. М. Дорофеева, С. А. Бонецкая // Растительные ресурсы. – 2020. – №2. – С.182-192.

16. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 80–85.

17. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

***METHODS AND RESULTS OF EVALUATION OF WINTER RAPE VARIETIES, SAMPLES AND HYBRIDS FOR THE «DROUGHT RESISTANCE» TRAIT***

***Ya.E. Piliuk, E.S. Byk, S.Yu. Khramchenko, O.N. Avkhimovich, A.A. Novichek***

*The paper presents the results of the research on evaluating winter rape (Brassica napus oleiferae bienis L.) breeding material for drought resistance in the greenhouse-phytotron facility and under laboratory conditions. Plant resistance to moisture deficit was assessed with regard to the ability of seeds to germinate in osmotic sucrose solutions. Drought resistance was studied using the artificial wilting method. The leaf area, dry matter content, water deficit and water capacity were taken into account. As a result of the evaluation for a set of valuable breeding traits new genotypes with increased drought resistance were selected. It was established that the varieties of winter rape Buyan, Alliance, Calypso, Linkor, Orlan and samples No A19/20-1H and No. 155/16, which had already been used in the breeding process to obtain new hybrids and varieties of winter rape, had the greatest resistance to drought at early stages of organogenesis.*

УДК 633.854.54:631.527.53

## ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ В СЕЛЕКЦИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

***Е. Л. Андроник, Е. В. Иванова,*** *кандидаты с.-х. наук*
*РУП «Институт льна», аг. Устье*
*(Дата поступления статьи в редакцию 31.03.2026)*

Рецензент: Гриб С.И., доктор с.-х. наук

***Аннотация.*** *В статье представлены результаты многолетнего опыта селекции льна масличного в Республике Беларусь. Рассмотрены современные подходы к селекционному процессу, включая обобщение классических методов (гибридизация, отбор, мутагенез) с молекулярно-генетическими и*

*биохимическими методами, в том числе электрофорезом белков. Описаны условия проведения исследований, структура исходного материала и основные направления селекции. Выделены приоритетные хозяйственно ценные признаки, определяющие продуктивность и качество продукции. Показано, что системный подход к формированию исходного материала и его комплексной оценке позволяет повысить эффективность селекции и создавать сорта, адаптированные к условиям республики.*

В условиях глобальных климатических изменений и роста требований к продуктивности агроценозов селекция льна масличного ориентирована на создание сортов с высокой урожайностью семян, устойчивостью к стрессовым факторам и улучшенными качественными характеристиками. Исторически селекция льна основывалась преимущественно на методах классической гибридизации и отбора. Однако современные подходы интегрируют молекулярно-генетические инструменты, включая использование QTL-анализа, геномной селекции и маркер-ассоциированного отбора, что позволяет существенно ускорить создание новых сортов и повысить точность селекционного процесса [1; 2, с. 240].

Широко используются и являются важным инструментом в отечественной селекции льна масличного электрофоретические методы анализа белков для идентификации генотипов и оценки их устойчивости к стрессовым факторам [3]. Одним из ключевых признаков, определяющих адаптивный потенциал льна масличного, особенно в условиях умеренного климата, является холодоустойчивость [4, с. 2]. При холодовом стрессе формируются специфические белковые «сигнатуры», отражающие адаптационные реакции растения, которые могут быть использованы как критерии отбора в селекционных исследованиях [5, с. 9]. Важным направлением, позволяющим существенно расширить генетическое разнообразие исходного материала льна масличного и преодолеть ограничения, характерные для традиционной гибридизации, является мутагенез. Применение физических и химических мутагенов способствует индуцированию наследственных изменений, затрагивающих признаки продуктивности, масличности, устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам среды.

Современные научные исследования подчеркивают важность комплексной оценки генетического разнообразия и структуры популяций льна как основы эффективной селекции, включая формирование коллекций исходного материала и разработку селекционных стратегий с учетом морфотипов культуры и направлений ее использования. Наряду с этим классические методы селекции (гибридизация, мутагенез, отбор) сохраняют свое значение и продолжают использоваться селекционерами в сочетании с современными методами и подходами [6, с. 2, 7–9] .

В селекции льна масличного продолжительный период времени селекционеры института использовали селекционные методики, разработанные зарубежными авторами [7, 8], которые не учитывают региональные особенности агроклиматических условий Республики Беларусь. За последние 25 лет

в Беларуси сформирована значительная научно-экспериментальная база по селекции льна масличного, включающая разработку и совершенствование методов отбора, гибридизации и оценки селекционного материала. Обобщение данного опыта позволяет сформировать научно обоснованные методические рекомендации, адаптированные к специфике региона и современному уровню развития селекционной науки.

Целью настоящих исследований являлась разработка методических рекомендаций по селекции льна масличного на основе обобщения многолетнего опыта белорусских селекционеров.

Экспериментальная база исследований включала коллекционные, селекционные и контрольные питомники, заложенные на опытных полях профильного научного учреждения. Объектами исследований служили коллекционные образцы льна масличного различного эколого-географического происхождения; гибридные популяции $F_1$–$F_5$, селекционные линии и перспективные номера, отобранные в процессе индивидуального и массового отбора; районированные сорта, и сорт, используемый в качестве контроля.

Полевые опыты проведены в севообороте лаборатории селекции льна масличного РУП «Институт льна». Почва опытных участков – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, постилаемая моренным суглинком. Агротехника возделывания соответствовала зональным рекомендациям: стандартные сроки посева; оптимальные нормы высева; применение минеральных удобрений в соответствии с агрохимическими показателями почвы; защитные мероприятия от сорняков, вредителей и болезней по общепринятым схемам.

Перспективным направлением селекции льна масличного в РУП «Институт льна» является создание сортов для двухцелевого использования (на масло и волокно), короткостебельных с высокопродуктивным соцветием, различных групп спелости, устойчивых к комплексу основных болезней культуры, устойчивых к почвоутомлению, засухоустойчивых, холодоустойчивых, маркерных, адаптивных сортов. Для оценки адаптивного потенциала отечественных сортов проводится их экологическое испытание не только в Государственном сортоиспытании Республики Беларусь, но и в других странах (Россия, Узбекистан, Казахстан и др.) в рамках договоров о научно-техническом сотрудничестве.

Селекцию льна масличного ведут как на улучшение отдельных показателей (продуктивность, масличность, содержание полиненасыщенных жирных кислот, короткостебельность и т.п.), так и на комплекс хозяйственно ценных признаков с учетом экологических условий зоны возделывания сорта и направления его использования.

Перечень признаков, по которым ведут селекцию льна масличного, достаточно объемный и включает более 30 количественных и качественных наименований [9]. Однако для селекционеров, занимающихся созданием новых сортов любой культуры, важно выделить хозяйственно ценные признаки, которые являются ключевыми для улучшения продуктивности и качества сельскохозяйственной продукции. У льна масличного к ним относят:

– урожайность (продуктивность) семян, которая определяется количеством коробочек и семян на растении, количеством семян в коробочке и их размером, массой семян с растения и массой 1000 семян, а также числом растений на единицу площади;

– продолжительность вегетационного и межфазных периодов – время активного роста растений, в течение которого они полноценно развиваются и формируют семена, оказывающих влияние на продуктивность растений и отзывчивость образцов на условия возделывания;

– общая высота растения, длина технической части стебля и длина соцветия. Высокий стеблестой у льна масличного может полегать, что ведет к потере части урожая и снижению его качества, а высота растений менее 40 см создает трудности при механизированной уборке и увеличивает потери семян. Длина технической части стебля важна в том случае, когда создают сорта для двойного использования (на масло и волокно). Стебли льна масличного, так же, как и стебли льна-долгунца, содержат в лубяной части целлюлозу, что дает возможность получать новые инновационные материалы (целлюлоза, высококачественная бумага, композиционные материалы и др.). Поэтому селекция, направленная на создание сортов льна двойного использования, актуальна. Длина соцветия имеет тесную прямую связь с продуктивностью растения, однако его величина у селектируемых растений не должна превышать 1/3 части высоты растения;

– содержание масла и белка в семенах. Масличность некоторых образцов доходит до 52 % и существенно изменяется в зависимости от условий вегетации. Протеины в семенах льна масличного являются вторым компонентом после липидов по содержанию (до 28 %), что позволяет считать это сырье перспективным для получения разнообразных белковых продуктов, для добавления в рацион сельскохозяйственных животных. Содержание белка в семенах сортов льна масличного определяется сортом и зависит от места и условий выращивания;

– жирно-кислотный состав масла. В состав льняного масла входят пять основных жирных кислот: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая и линоленовая. Насыщенные пальмитиновая и стеариновая кислоты вместе составляют около 10 %, ненасыщенные: олеиновая – 20–25 %, линолевая – 10–15 %, линоленовая – 50–70 %. Их соотношение определяет направление использования масла;

– устойчивость к полеганию, дружность созревания и нерастрескиваемость коробочек характеризуют пригодность образца к механизированной уборке.

Эффективность селекции льна увеличивается в результате расширения объема изучаемого селекционного материала, особенно на начальных звеньях селекционного процесса.

Для получения надежных результатов при закладке опытов соблюдается методика селекционного процесса льна масличного, разработанная в РУП «Институт льна» (рисунок 1).

**СХЕМА СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО**

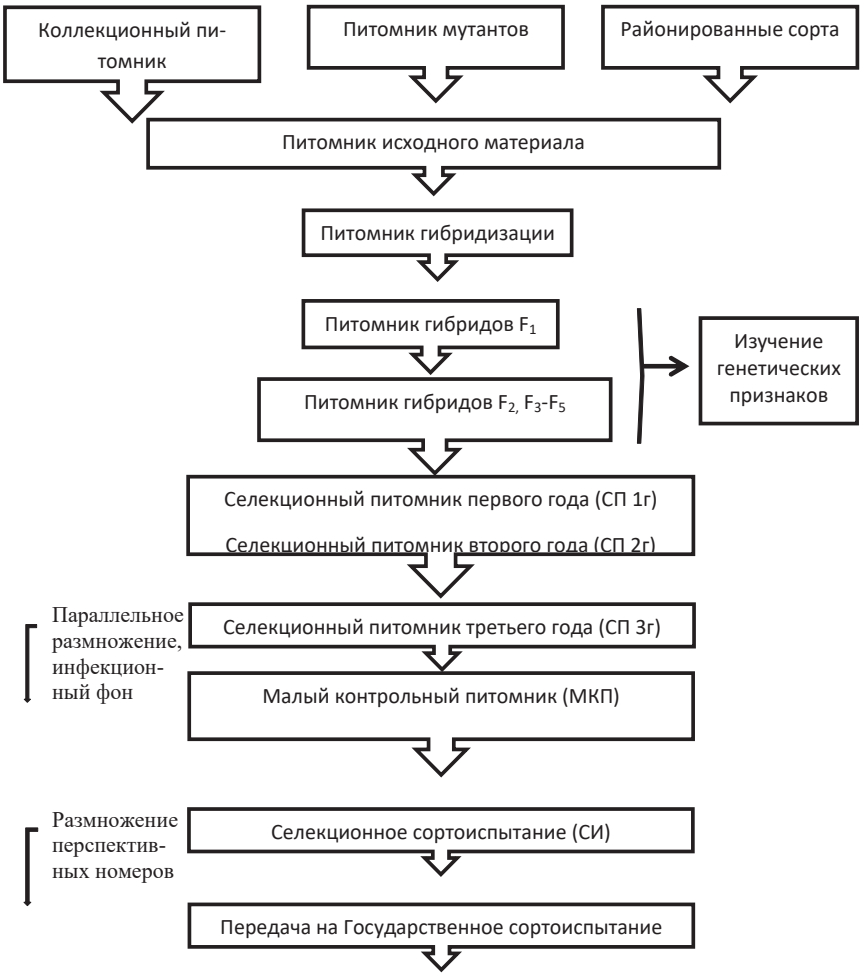



**Рисунок 1. Схема селекционного процесса льна масличного в РУП «Институт льна»**

Материал, который находится в распоряжении селекционера, необходимо оценить по тем признакам и свойствам, на которые ведется селекция. Для этой цели используют обработку результатов полевых и лабораторных исследований методами вариационной статистики и дисперсионного анализа, применяется корреляционный и регрессионный анализы для установления взаимосвязей между признаками, что важно при проведении косвенного отбора, методы многофакторного анализа [10], генетические методы, разработанные критерии отбора [11].

Исходным материалом служат и образцы, сохраняемые в коллекции льна масличного РУП «Институт льна» (лаборатория селекции льна масличного) которая в настоящее время насчитывает более 385 образцов. Генофонд льна масличного представлен коммерческими сортами отечественной и зарубежной селекции, возделываемыми в настоящее время, и сортами, снятыми с районирования; староместными сортами и кряжами; селекционным материалом (линии, отборы, гибриды, представляющие интерес в качестве источников признаков); дикими формами; мутантными образцами. Присутствуют в коллекции и образцы с неизвестным статусом.

Выявление ярко выраженного нового ценного признака у генотипа льна масличного, как правило, определяет его экономическую эффективность. Поэтому коллекционные образцы льна масличного проходят инвентаризацию согласно схеме (рисунок 2) и изучают по основным хозяйственно ценным признакам в полевых питомниках, идентифицируют, описывают по фенотипу, и сопровожденные необходимой документацией (актом передачи и паспортной базой данных) передают в Национальный банк генетических ресурсов Беларуси (г. Жодино) для хранения.

Помимо общепринятых методов создания исходного материала успешно используется и ряд других менее распространенных в селекционной практике.

Для расширения генетического разнообразия льна применяется метод индуцированного мутагенеза. Отбор холодостойких генотипов льна на стадии зрелого пыльцевого зерна основан на дифференциальной чувствительности мужского гаметофита к пониженной температуре. Способ повышения засухоустойчивости льна масличного основан на подборе пыльцы, устойчивой к повышенной температуре. Использование метода электрофореза в селекции и семеноводстве льна масличного позволяет четко идентифицировать морфологически неразличимые сорта и биотипы льна; устанавливать и исключать из структуры сорта нетипичные формы, для стабилизации генетической конституции сорта и улучшения его хозяйственно-биологических характеристик.

Использование вышеупомянутых методических подходов позволило создать высокопродуктивные сорта льна масличного, адаптированные к условиям Республики Беларусь (таблица).

## Выводы

Обобщение многолетнего опыта селекции льна масличного в РУП «Институт льна» позволило разработать научно обоснованные методические рекомендации, адаптированные к агроклиматическим условиям республики. Наибольшую эффективность селекционного процесса обеспечивает комплексное использование классических методов (гибридизация, отбор, мутагенез) в сочетании с современными молекулярно-генетическими и биохимическими подходами.




**Рисунок 2. Схема движения образца в коллекции РУП «Институт льна» (на светлом фоне обозначены мероприятия (этапы) осуществляемые однократно, на сером фоне систематически*)***

Расширение генетического разнообразия исходного материала, в том числе за счет мутантной селекции, является важным условием повышения эффективности селекционной работы.

Определены приоритетные хозяйственно ценные признаки, формирующие продуктивность и качество культуры, и подтверждена необходимость их комплексной оценки на всех этапах селекции.

Разработанные методические подходы обеспечивают создание высокопродуктивных, устойчивых и адаптивных сортов льна масличного, пригодных для возделывания в условиях Республики Беларусь и других регионов с аналогичным климатом. В 2025 г. на полях республики возделывали семь сортов льна масличного селекции РУП «Институт льна», которые занимают площадь 2 269 га (или 82,7 % от общей площади льна масличного).

**Таблица. Районированные сорта льна масличного РУП «Институт льна»**

| Сорт | Год районирования | Максимальная урожайность семян, ц/га (данные ГСИ) | Особенности сорта |
|---|---|---|---|
| Брестский | 2012 | 25,8 | Двухцелевого направления – семена, волокно |
| Опус | 2013 | 27,4 | Позднеспелый |
| Илим | 2013 | 30,6 | Раннеспелый, крупносемянный |
| Салют | 2014 | 29,6 | Адаптивный, контроль в ГСИ с 2014 по 2022 год, запатентован |
| Фокус | 2017 | 26,4 | Раннеспелый |
| Дар | 2020 | 23,2 | Измененный жирно кислотный состав масла |
| Визирь | 2021 | 27,5 | Устойчив к болезням |
| Альянс | 2021 | 30,5 | Адаптивный |
| Бонус | 2022 | 28,6 | Раннеспелый |
| Славянин | 2022 | 20,8 | Адаптивный, контроль в ГСИ с 2023 года, запатентован |
| Крок | в ГСИ с 2023 г. | 35,4 | Устойчив к болезням, первый мутантный сорт |

**Литература**


1. Sandeep Kumar Yadav, Neha Singh. Genetic variability and trait association analysis in linseed (*Linum usitatissimum* L.) // Oil Crop Science. – 2024. – Vol.14 – P. 1–8.

2. Advances in flax (*Linum usitatissimum* L.) breeding and biotechnology strategies // Plant Breeding Reviews. – 2024. – Vol. 30. – P. 233–276.

3. Использование белковых маркеров семян в селекции и семеноводстве льна масличного: рекомендации / Н.А. Дуктова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2014. – 58 с.

4. Zhao Q. et al. Transcriptome analysis and physiological response to heat and cold stress in flax (*Linum usitatissimum* L.) at the seedling stage // Environmental and Experimental Botany. – 2025. – Vol. – P. 1–10.

5. Tafforeau M. et al. Two-dimensional electrophoresis investigation of short-term cold response in flax (*Linum usitatissimum* L.) // Plant Physiology and Biochemistry. – 2002. – Vol. 40. – P. 1–5.

6. The study progress on breeding of flax and industrial hemp in China // Journal of Natural Fibers. – 2024. – Vol. – P. 1–10.

7. Методические указания по селекции льна / под ред. В. Ф. Козловской. – Москва, 2004. – 43 с.

8. Селекция льна масличного: методические указания / авт.-сост.: В.А. Лях, И.А. Полякова. – Запорожье, 2008. – 37 с.

9. Методические рекомендации по селекции льна масличного / Е. Л. Андроник, Е. В. Иванова, Л.В. Снопова. – Устье: Институт льна, 2025. – 25 с.

10. Метод оценки селекционного материала льна масличного с использованием многомерного анализа / Е.Л. Андроник [и др.]. – аг. Устье: РУП «Институт льна», 2018 г. –28 с.

11. Использование морфофизиологических критериев отбора исходного материала льна масличного в селекции: монография. / Е. Л. Андроник, Е. В. Иванова, Н. А. Дуктова // Нац. акад наук Беларуси, Ин-т льна. – Минск: Беларуская навука, 2023. – 181 с.

***ORGANIZATIONAL AND METHODOLOGICAL TECHNIQUES IN OIL FLAX BREEDING***

***E. L. Andronik, E. V. Ivanova***

*The article presents the results of the many year experience in oil flax breeding in the Republic of Belarus. Modern approaches to breeding are described, including the combination of classical methods (hybridization, selection, mutagenesis) with molecular genetic and biochemical methods, including protein electrophoresis. The research conditions, the structure of the source material and the main directions of breeding are described. Priority economically important traits determining the productivity and quality of products are identified. It is shown that a systematic approach to the formation of the source material and its comprehensive assessment allows increasing the efficiency of breeding and creating the varieties adapted to the conditions of the republic.*

УДК 633.31:631.559

# КОРМОВАЯ И СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ ЧЕКРИТА

***Л. В. Володькина, И. А. Черепок, А. А. Боровик, Е. И. Чекель,***
*кандидаты с.-х. наук*
***В. В. Крицкая****, научный сотрудник*
*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»*
*(Дата поступления статьи в редакцию 09.04.2026)*

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

***Аннотация.*** *В статье приведены результаты изучения люцерны по хозяйственно ценным признакам в конкурсном сортоиспытании. Выделен перспективный сортообразец люцерны изменчивой, который сформировал за три укоса урожайность зеленой массы 885 ц/га, сухого вещества – 141,2 ц/га и превосходил контрольный сорт Будучыня по этим показателям на 207 ц/га (31 %) и 28,7 ц/га (26 %) соответственно. Новый сортообразец люцерны изменчивой, несмотря на неблагоприятные погодные условия, способен формировать урожайность семян 1,23 ц/га, что на 0,45 ц/га или 57,6 % выше контроля. Сортообразец прошел государственное сортоиспытание и районирован на территории Республики Беларусь с 2025 года под названием Чекрита.*

**Введение.** Люцерна (*Medicago*) – это не просто кормовая культура, это стратегический ресурс для устойчивого земледелия. Ее способность фиксировать атмосферный азот, улучшать структуру почвы, повышать плодородие и служить ценным источником белка для животноводства делает ее незаменимой [1, 2].

Несмотря на проводимые исследования, формирование семян люцерны по-прежнему представляет собой одну из самых сложных и острых проблем в люцерносеянии.