

## Влияние препаратов биологического происхождения на урожайность семян льна масличного в условиях Кировской области

Лыбенко Е.С., (✉) Емелев С.А.

*Вятский государственный агротехнологический университет*

Киров, Россия

(✉) e-mail: emeleffsergej@yandex.ru

Представлены результаты изучения производства экологически чистых масел из семян и плодов сельскохозяйственных культур по технологиям, рационально сочетающим химические и биологические направления защиты растений. Лен масличный является ценным источником полиненасыщенных жиров, содержит значительное количество белка, пищевых волокон, относится к продуктам функциональной направленности. В условиях Кировской области проведены исследования влияния препаратов биологического происхождения на урожайность семян льна масличного. В полевом опыте изучено применение препаратов гумат +7 «Здоровый урожай» и псевдобактерин-2Ж. Исследования проводили на льне масличном сорта Северный, обрабатывая его семена, вегетирующие растения в фазу «елочка», а также сочетая эти два способа обработки. Применяли препараты в чистом виде и использовали их комплексное сочетание. Установлено, что препараты биологического происхождения достоверно повышают полевую всхожесть на 2,4% в среднем по вариантам опытов. Максимальное превышение контроля отмечено в вариантах с обработкой семян гуматом +7 «Здоровый урожай» (85,6%), а также с комплексом препаратов биологического происхождения (гумат +7 «Здоровый урожай» + псевдобактерин-2Ж) (86,3%), двукратное использование комплекса приводит к увеличению сохранности на 7,4%. Наибольший эффект применения на урожайность семян отмечен при проведении изучаемыми препаратами предпосевной обработки и использовании их двукратно. Максимальный уровень урожайности отмечен при двукратном использовании комплекса препаратов биологического происхождения (1,43 т/га). Установлено достоверное положительное влияние двукратного применения комплекса препаратов биологического происхождения на число коробочек на одном растении (12,3 шт.). Число полноценных семян в коробочке увеличивает обработка семян гуматом +7 «Здоровый урожай», а также двукратное применение изучаемых препаратов и их комплекса (в среднем на 16%). Не установлено достоверного влияния препаратов биологического происхождения на массу 1000 семян. Для выращивания масличного льна по технологии, предусматривающей увеличение степени биологизации, можно рекомендовать использование комплекса гумат +7 «Здоровый урожай» + псевдобактерин-2Ж для предпосевной обработки семян и последующей обработки растений в фазу «елочка».

**Ключевые слова:** лен масличный, биологизация, продуктивность, растительные жиры, пестицидная нагрузка

## The effect of preparations of biological origin on the yield of oil flax seeds in the conditions of the Kirov region

Lybenko E.S., (✉) Emelev S.A.

*Vyatka State Agrotechnological University*

Kirov, Russia

(✉) e-mail: emeleffsergej@yandex.ru

The results of studying the production of ecologically pure oils from seeds and fruits of agricultural crops using the technologies rationally combining chemical and biological directions of plant protection are presented. Oil flax is a valuable source of polyunsaturated fats, contains a significant amount of protein, dietary fiber, belongs to the products of functional orientation. The research on the effect of preparations of biological origin on the yield of oil flax seeds was carried out in the Kirov region. The application of the preparations humate +7 "Healthy Harvest" and pseudobacterin-2L was studied in the field experiment. The studies were conducted on oil flax of the Severny variety, treating its seeds, vegetative plants in the "herringbone" phase, as well as combining these two methods of treatment.

The preparations were applied in pure form and their complex combination was used. It was found that preparations of biological origin significantly increase field germination by 2.4% on average in the variants of the experiment. Maximum excess of control was observed in the variants with seed treatment with humate +7 "Healthy Harvest" (85.6%), as well as with a complex of preparations of biological origin (humate +7 "Healthy Harvest" + pseudobacterin-2L) (86.3%), double use of the complex leads to an increase in viability by 7.4%. The greatest effect of application on seed yield was observed when the studied preparations were used for pre-sowing treatment and applied twice. The maximum level of yield was observed with twofold use of a complex of preparations of biological origin (1.43 t/ha). A reliable positive effect of double application of the complex of preparations of biological origin on the number of bolls on one plant (12.3 pcs.) was established. Treatment of seeds with humate +7 "Healthy Harvest" as well as double application of the studied preparations and their complex (on average by 16%) increases the number of full-grown seeds in a boll. No reliable effect of biological origin preparations on 1000 seed weight was found. The use of complex humate +7 "Healthy Harvest" + pseudobacterin-2L for pre-sowing seed treatment and subsequent treatment of plants in the "herringbone" phase can be recommended to grow oil flax according to the technology that provides for an increase in the degree of biologization,

**Keywords:** oil flax, biologization, productivity, vegetable fats, pesticide load

**Для цитирования:** Лыбенко Е.С., Емелев С.А. Влияние препаратов биологического происхождения на урожайность семян льна масличного в условиях Кировской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55. № 2. С. 14–24. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-2-2>

**For citation:** Lybenko E.S., Emelev S.A. The effect of preparations of biological origin on the yield of oil flax seeds in the conditions of the Kirov region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2025, vol. 55, no. 2, pp. 14–24. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-2-2>

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с ростом числа людей, проживающих на планете, увеличиваются потребности населения и перерабатывающей промышленности в интенсификации и расширении спектра работы отрасли, занимающейся производством масел и жиров [1]. Растительные жиры имеют большое значение как непосредственно в питании людей, так и для производства различных продуктов (пищевых или технических).

Наша страна отличается весьма разнообразными почвенными и климатическими условиями. В связи с этим по регионам Российской Федерации различается перечень масличных культур, способных давать устойчивые урожаи семян заданного качества [2]. Согласно данным федеральной службы государственной статистики, в нашей стране в 2022 г. было высеяно 18 728,0 тыс. га культур,

являющихся источником растительного масла, из них значительная доля (6133,8 тыс. га) приходится на Приволжский федеральный округ<sup>1</sup>.

Из масличных культур в нашей стране наибольшее распространение получили соя, подсолнечник, рапс (яровой и озимый) [3], а также лен масличный. В Кировской области значительные площади отведены под яровой рапс. Однако наметилась тенденция увеличения площадей льна масличного. В 2022 г. его высевали на площади 2,9 тыс. га, что на 73% больше, чем в 2021 г.

Основную часть посевов на 2023 г. в Кировской области занимают сорта ВНИИМК 620, Северный (по 9,1–9,6% каждого) и Лира (13,0%), а также высокая доля несортového льна (более 60%). В 2024 г. посевы увеличились почти до 7,0 тыс. га, а доля несортového льна снизилась до 37%, при этом

<sup>1</sup>URL: <https://rosstat.gov.ru/>

увеличились посевы сортов Северный до 14,4% и Лирина – 37,4% (при среднем уровне урожайности в зависимости от условий года 10–16 ц/га).

Семена масличного льна являются источником жира и белка. Масло льна относится к категории высыхающих. Благодаря способности образовывать на воздухе тонкую прочную пленку оно получило широкое распространение в различных отраслях промышленности: фармацевтической, авиационной, полиграфической и др. [4]. Жирно-кислотный состав льняного масла позволяет относить его к продуктам питания функциональной направленности. Недостаток эссенциальных жирных кислот влияет на работу сердечно-сосудистой системы, функционирование биологических мембран, процессы жирового обмена и др.<sup>2</sup>

Большое содержание в масле ненасыщенных жирных кислот при использовании его для пищевых целей способствует снижению риска возникновения алиментарно-зависимых заболеваний.

Белок семян льна отличается значительным перечнем незаменимых аминокислот, по составу приближен к белку сои. Введение его в рацион питания позволит добиться сбалансированности рациона путем восполнения нехватки аминокислот [5–8].

Документом «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации»<sup>3</sup> обозначена приоритетной потребность «... в обеспечении продовольственной безопасности...», которая может реализовываться путем получения экологически чистой продукции.

В настоящее время в сельском хозяйстве уровень нагрузки, вызываемой пестицидами, остается достаточно высоким [9, 10]. Тем не менее сохраняется значимым тренд, предусматривающий увеличение степени биологизации отрасли [11, 12]. Актуальным направлением исследований является поиск равно-

весия между использованием химических средств защиты растений и применением биопестицидов [13, 14].

Поиск аналогов химических препаратов, оказывающих на растения защитное действие от абиотических и биотических стрессоров, соответствует приоритетным направлениям сельскохозяйственных исследований. Изучение эффективности компонентов интегрированной защиты растений, увеличивающих степень ее биологизации, является важным аспектом внедрения элементов земледелия нового формата в практику сельскохозяйственного производства.

Цель исследований – изучение эффективности воздействия препаратов биологического происхождения на урожайность семян льна масличного и их качество.

Задачи исследований: анализ влияния применения препаратов биологического происхождения на формирование густоты посевов масличного льна; изучение уровня урожайности, формирующейся под влиянием препаратов биологического происхождения; определение влияния их на элементы структуры продуктивности.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом для исследований стали растения и семена льна масличного сорта Северный, репродукция высеянных семян элита. Он выведен в Федеральном научном центре «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта». Родословная: создан методом многократного индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания линии из коллекционного образца ВИР (Марокко К-1994) на селекционную линию № 157. Сорт включен в Госреестр в 1994 г. и допущен к возделыванию в Волго-Вятском регионе. Растения этого сорта отличаются равномерным цветением и созреванием, а вегетационный период в Кировской области характеризует-

<sup>2</sup>Запорожская Л.И., Гаммель И.В. Характеристика и биологическая роль эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот // Медицинский совет. 2012. № 12. С. 134–137.

<sup>3</sup>Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации : утв. Указом Президента РФ от 28 февр. 2024 г. № 145 // URL : <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402280003?index=2> (дата обращения 29.02.2024).

ся продолжительностью в среднем 91–95 сут. В зависимости от складывающихся метеорологических условий высота льна Северный может колебаться в пределах 50–70 см. Его выравненный стеблестой пригоден для механизированной уборки.

На льне масличном изучали эффективность двух препаратов биологического происхождения: гумат +7 «Здоровый урожай» и псевдобактерин-2Ж (оба препарата произведены в Кировском филиале Россельхозцентра). В условиях Кировской области (северо-восток Нечерноземной зоны), входящей в четвертый агроэкологический (Волго-Вятский) регион, данные продукты были изучены на зерновых культурах, зернобобовых и многолетних травах. На масличном льне исследований ранее не проводили. Оба препарата допущены к применению на территории нашей страны.

Основой для производства гумата +7 «Здоровый урожай» является природное сырье органического происхождения (торф или уголь), из которого проведено выделение гуминовых веществ. Продукт дополнительно обогащен микроэлементами в хелатной форме и может быть использован как для предпосевной обработки семенного материала, так и для применения по вегетирующим растениям. Псевдобактерин-2Ж является продуктом биологического синтеза на основе бактерии *Pseudomonas aureofaciens* BS 1393, которая оказывает положительное воздействие на фитосанитарное состояние растений путем подавления развития патогенных микроорганизмов. Кроме этого, препарат стимулирует рост корневой системы растений.

Полевые опыты по изучению влияния препаратов биологического происхождения закладывали в 2022–2023 гг. на внесевооборотном участке Агротехнопарка Вятского государственного агротехнологического универ-

ситета, дерново-подзолистые почвы которого характеризовались как легко- и среднесуглинистые по гранулометрическому составу. Содержание подвижных форм фосфора ( $P_2O_5$ ) очень высокое (по Кирсанову – 288 мг/кг), обменного калия ( $K_2O$ ) – высокое (178 мг/кг). Содержание органического вещества низкое – 1,34%, почвы очень кислые – pH 4,1<sup>4</sup>.

Кислые почвы занимают в Кировской области по результатам агрохимического обследования 3/4 пашни. В целом почвенные условия отвечают требованиям льна масличного, ограничивающим фактом получения высоких урожаев является кислотность почвы (оптимально требуется pH 5–6).

Предшественником в оба года был ячмень яровой. Обработка почвы в весенний период направлена на борьбу с сорняками и создание зернистого и мелкокомковатого слоя. Она состояла в проведении боронования при физической спелости почвы (цепка борон СГ-15), двукратной сплошной культивации (культиватор КБМ-4,2) и финальной комбинированной обработке (культиватор КОМБИ 3). Норма внесенного удобрения составила  $N_{30}P_{30}K_{30}$  кг д.в. /га разбрасывателем РМУ 950 «Фермер». Посев проведен рядовым способом (междурядья 15 см) сеялкой ССФК-7М в середине II декады мая с нормой высева 8 млн всхожих семян/га на глубину 3–4 см. Размещение рендомизированное, повторность четырехкратная, учетная площадь делянок составляла 4,5 м<sup>2</sup>. Уборка делянок опыта осуществлялась комбайном Terrior SR 2010. Закладка опыта, проведение наблюдений, исследований и оценка результатов проведены согласно стандартным и общепринятым методикам (см. табл. 1)<sup>5, 6</sup>.

При обработке семян использовали дозу препаратов 1 л/т, при обработке вегетирующих растений – 1 л/га (псевдобактерин-2Ж) и 0,5 л/га (гумат +7 «Здоровый урожай»).

<sup>4</sup>Данные представлены согласно результатам анализов аккредитованной лаборатории анализов почв и агрохимикатов ФГБУ ГЦАС "Кировский".

<sup>5</sup>Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

<sup>6</sup>Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В.М. Лукомца. Краснодар, 2010. 327 с.

**Табл. 1.** Схема опыта  
**Table 1.** Experiment scheme

| Полное название                                                                                                | Краткое название                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Контроль – без обработки                                                                                    | 1. К                            |
| 2. Обработка семян гуматом +7 «Здоровый урожай»                                                                | 2. Гум (С)                      |
| 3. Обработка семян псевдобактерином-2Ж                                                                         | 3. Пс-2Ж (С)                    |
| 4. Обработка семян гуматом +7 «Здоровый урожай» + псевдобактерином-2Ж                                          | 4. Гум (С) + Пс-2Ж (С)          |
| 5. Обработка растений в фазу «елочка» гуматом +7 «Здоровый урожай»                                             | 5. Гум (Р)                      |
| 6. Обработка растений в фазу «елочка» псевдобактерином-2Ж                                                      | 6. Пс-2Ж (Р)                    |
| 7. Обработка растений в фазу «елочка» гуматом +7 «Здоровый урожай» + псевдобактерином-2Ж                       | 7. Гум (Р) + Пс-2Ж (Р)          |
| 8. Двукратная обработка (семян и растений в фазу «елочка») гуматом +7 «Здоровый урожай»                        | 8. Гум (С) + Гум (Р)            |
| 9. Двукратная обработка (семян и растений в фазу «елочка») псевдобактерином-2Ж                                 | 9. Пс-2Ж (С) + Пс-2Ж (Р)        |
| 10. Двукратная обработка (семян и растений в фазу «елочка») гуматом +7 «Здоровый урожай» + псевдобактерином-2Ж | 10. Гум + Пс-2Ж (С) + Пс-2Ж (Р) |

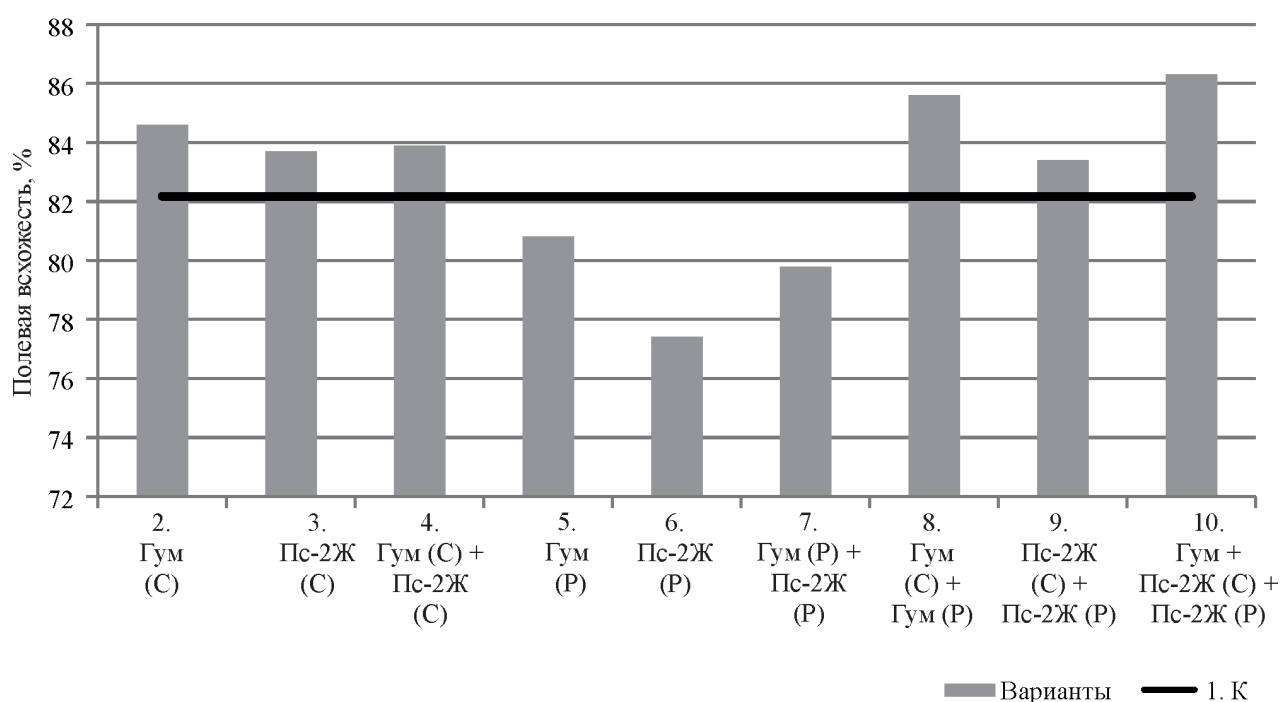
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Неблагоприятные условия в период всходов могут оказать существенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. В условиях Кировской области оптимальные (для посева и появления всходов) температуры почвы и воздуха отмечаются в конце I и начале II декады мая. В 2022 г. начало II декады характеризовалось средней температурой воздуха 14,5 °С. В 2023 г. в это же время стояла более прохладная погода (11,5 °С), однако это в полной мере соответствовало потребностям льна масличного к температурному фактору на начальном этапе развития. Обычно в это время наблюдается достаточная степень увлажнения почвы. Количество выпавших осадков практически не отличалось от обычно наблюдаемых нормативов, и оно также не стало лимитирующим фактором для прорастания семян. Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК) за вегетационный период 2022 г. составил 2,3 (из-за высокого количества осадков июня – июля – 117–130 мм), что его характеризует как переувлажненный, в 2023 г. было достаточно

влажно – ГТК 1,9 (высокое количество осадков наблюдалось в июле – 177 мм). Полевая всхожесть семян льна масличного сорта Северный во всех вариантах была, как правило, более 80% (см. рис. 1).

У контроля полевая всхожесть семян в среднем за годы исследований составила 82,2%. Пониженное по сравнению с контролем значение отмечено в вариантах с отсутствием предпосевной обработки семян (варианты 4–6) и находится в промежутке от 77,4 до 80,8%. Коэффициент вариации по годам показателя, характеризующего наличие благоприятных условий для развития растений из семени и для появления проростков в полевых условиях, колеблется от 11,2 до 14,3 в зависимости от вариантов опыта. Достоверных отклонений по коэффициенту вариации между сортами не отмечено.

Складывающиеся метеорологические условия вегетационного периода оказывают влияние не только на величину урожая, но и на сохранность растений к уборке (выживаемость растений). В период от появления всходов до наступления фазы «елочка» мете-



**Рис. 1.** Полевая всхожесть семян масличного льна (в среднем за 2022–2023 гг.)

**Fig. 1.** Field germination of oil flax seeds (average for 2022–2023)

орологические условия 2023 г. незначительно отличались от среднемноголетних показателей. Отмечаемые температуры воздуха в этот период колебались от 16 до 20 °С в среднем за 1 сут, а количество выпавших осадков было небольшим, но не влияющим на протекание периода всходы – «елочка». В 2022 г. в аналогичный период развития молодых растений льна температуры воздуха оказались ниже среднемноголетних данных на 30–70%. Ночные температуры в этот период колебались от 0 до 7 °С, а дневные – от 5 до 13 °С. Невысокие температуры сопровождалось выпадением осадков в виде дождя. Развитие растений льна в 2022 г. шло медленнее по сравнению с последующим годом.

Период быстрого роста, наблюдающийся у льна с конца фазы «елочка» до бутонизации, занимал в изучаемый период 30–33 сут. Температурные характеристики июня 2022 и 2023 гг. были близки к среднемноголетним. Отличительным признаком этого периода стало количество осадков, которое в 2022 г. превысило норму на 48%, а июль 2023 г. можно было охарактеризовать как засушливый.

Развитие растений в это время шло медленнее, однако выпавшие дожди в конце периода быстрого роста благоприятно повлияли на рост растений.

Переход от бутонизации до цветения в среднем составил 8 сут в 2022 г. и 7 сут в 2023 г. В большую часть периода осадки отсутствовали, температура воздуха была на уровне среднемноголетних данных (18–20 °С) в 2023 г. или немного ниже их (14–16 °С) в 2022 г.

В период от цветения до созревания стояла в оба года достаточно теплая погода для северо-востока Нечерноземной зоны. Во второй половине июля и большей части августа 2022 г. средняя температура за сутки составила около 19–20 °С, что выше обычно наблюдаемых значений на 2–3 °С. Этот период 2023 г. характеризовался повышением средних температур на 2,5–4,5 °С по сравнению со среднемноголетними данными. Количество осадков в августе было значительно ниже нормы и в 2022, и в 2023 гг. Образование семян и их созревание шло в благоприятных условиях применительно к Кировской области. Продолжительность периода созре-

вания у льна значительно не отличалась по годам и составила 52–54 дня.

В целом в вегетационные периоды изучаемых лет условия были достаточно благоприятными для развития льна и итоговая сохранность растений оказалась достаточно высокой и колебалась у вариантов от 84,0 до 88,7% (см. рис. 2).

У контроля, не подвергавшегося какой-либо обработке препаратами биологического происхождения, сохранность растений к уборке составила 81,3% в среднем по повторениям. У вариантов превышение доли выживших растений составило от 3,3 до 9,1 п.п., что свидетельствует о наличии влияния применения препаратов на этот параметр в сложившихся метеорологических условиях. Выше сохранность оказалась у вариантов, предусматривающих двукратное применение. Обработка семян и вегетирующих растений гуматом +7 «Здоровый урожай» и псевдобактерином-2Ж увеличивает выживаемость на 6,3 и 6,8% соответственно. Совместная обработка комплексом препаратов по этой же схеме увеличивает долю сохранившихся растений их на 7,4%.

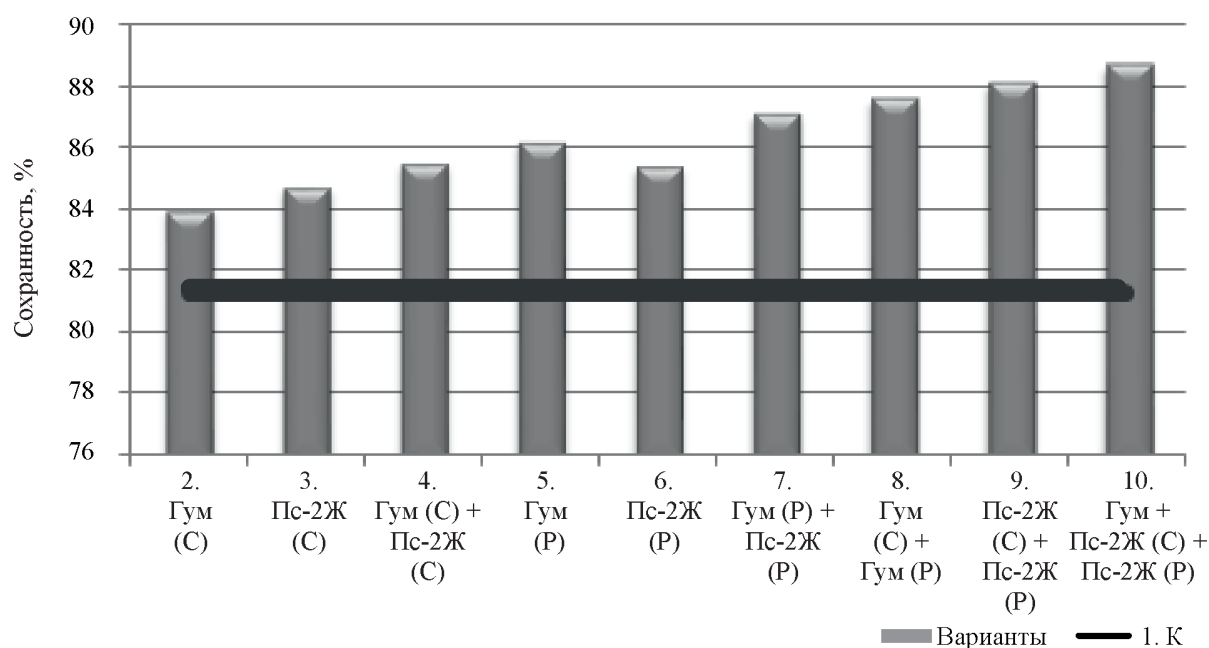
Использование препаратов биологического происхождения способствовало росту уро-

жайности семян у большинства изучаемых вариантов (1,37 т/га в среднем по вариантам) (см. табл. 2).

За рассматриваемый период не было достоверного ее снижения ни в одном случае. Как правило, большее влияние на урожайность оказала обработка семян или применение препаратов двукратно. В среднем за 2022–2023 гг. урожайность значимо выше контроля отмечена именно в таких вариантах и достигала 1,37–1,43 т/га. Более значимый пророст зафиксирован в варианте с двойной обработкой комплексом препаратов и составляет 0,14 т/га при урожайности контроля 1,29 т/га.

Густота посевов в описываемом опыте оказалась достаточной по причине хорошей полевой всхожести и благоприятных метеорологических условий во время роста и развития. В этом случае ветвление в нижней части стебля у большинства растений отсутствовало и происходило формирование в один стебель. Число продуктивных стеблей составляло 1,12 шт. на растение.

На каждом растении льна сформировалось в среднем 11,62 шт. коробочки (см. табл. 3).



**Рис. 2.** Сохранность растений масличного льна, %  
**Fig. 2.** Preservation of oil flax plants, %

**Табл. 2.** Урожайность семян масличного льна, т/га

**Table 2.** Yield of oil flax seeds, t/ha

| Вариант                         | 2022 г. |          | 2023 г. |          | Среднее |          |
|---------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
|                                 | т/га    | ± к 1. К | т/га    | ± к 1. К | т/га    | ± к 1. К |
| 1. К                            | 1,27    | —        | 1,31    | —        | 1,29    | —        |
| 2. Гум (С)                      | 1,34    | 0,07     | 1,41    | 0,10     | 1,38    | 0,09     |
| 3. Пс-2Ж (С)                    | 1,37    | 0,10     | 1,44    | 0,13     | 1,41    | 0,12     |
| 4. Гум (С) + Пс-2Ж (С)          | 1,31    | 0,04     | 1,43    | 0,12     | 1,37    | 0,08     |
| 5. Гум (Р)                      | 1,31    | 0,04     | 1,34    | 0,03     | 1,33    | 0,04     |
| 6. Пс-2Ж (Р)                    | 1,33    | 0,06     | 1,31    | 0,00     | 1,32    | 0,03     |
| 7. Гум (Р) + Пс-2Ж (Р)          | 1,28    | 0,01     | 1,34    | 0,03     | 1,31    | 0,02     |
| 8. Гум (С) + Гум (Р)            | 1,35    | 0,08     | 1,47    | 0,16     | 1,41    | 0,12     |
| 9. Пс-2Ж (С) + Пс-2Ж (Р)        | 1,37    | 0,10     | 1,39    | 0,08     | 1,38    | 0,09     |
| 10. Гум + Пс-2Ж (С) + Пс-2Ж (Р) | 1,39    | 0,12     | 1,46    | 0,15     | 1,43    | 0,14     |
| НСР <sub>05</sub>               |         | 0,06     |         | 0,08     |         | 0,07     |

Больше коробочек, чем у контроля, оказалось в вариантах с двукратной обработкой гуматом +7 «Здоровый урожай» (12,1 шт.) и двукратной обработкой комплексом препаратов биологического происхождения (12,3 шт.).

У контрольного варианта сформировалось в среднем 6,2 шт. полноценных семени в коробочке. В ряде вариантов рост количества семян составил более 11%. Более семи семян сформировалось в вариантах 2 и 7 (по

7,1 шт.), а также в вариантах 8 (7,4 шт.) и 9 (7,3 шт.).

Масса 1000 семян варьировала от 7,4 до 7,5 г. Этот показатель у изучаемых вариантов находился на уровне контроля или превышал его. Доля вариантов с массой 1000 семян ниже уровня контроля составила 30%. При этом не отмечено достоверного влияния применения препаратов биологического происхождения на этот параметр.

**Табл. 3.** Элементы структуры продуктивности льна масличного (в среднем за 2022–2023 гг.)

**Table 3.** Elements of the structure of oil flax productivity (on average for 2022–2023)

| Вариант                         | Коробочек на одном растении, шт. | Семян в одной коробочке, шт. | Масса 1000 семян, г |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| 1. К                            | 11,6 ± 0,2                       | 6,2 ± 0,3                    | 7,5 ± 0,1           |
| 2. Гум (С)                      | 11,8 ± 0,3                       | 7,1 ± 0,2*                   | 7,4 ± 0,1           |
| 3. Пс-2Ж (С)                    | 11,2 ± 0,3                       | 6,1 ± 0,3                    | 7,6 ± 0,2           |
| 4. Гум (С) + Пс-2Ж (С)          | 10,8 ± 0,4                       | 6,8 ± 0,2                    | 7,6 ± 0,2           |
| 5. Гум (Р)                      | 11,2 ± 0,3                       | 6,5 ± 0,2                    | 7,4 ± 0,2           |
| 6. Пс-2Ж (Р)                    | 11,4 ± 0,3                       | 6,2 ± 0,3                    | 7,5 ± 0,2           |
| 7. Гум (Р) + Пс-2Ж (Р)          | 11,9 ± 0,3                       | 6,8 ± 0,2                    | 7,4 ± 0,1           |
| 8. Гум (С) + Гум (Р)            | 12,1 ± 0,2                       | 7,1 ± 0,3*                   | 7,5 ± 0,1           |
| 9. Пс-2Ж (С) + Пс-2Ж (Р)        | 11,9 ± 0,3                       | 7,4 ± 0,2**                  | 7,5 ± 0,1           |
| 10. Гум + Пс-2Ж (С) + Пс-2Ж (Р) | 12,3 ± 0,3*                      | 7,3 ± 0,2**                  | 7,5 ± 0,2           |

Примечание. Различия достоверны при уровне вероятности: \* $P > 0,95$ ; \*\* $P > 0,99$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При анализе влияния метеорологических факторов на густоту посевов масличного льна не отмечено их значительного негативного и достоверного влияния на этот параметр. Предпосевная обработка семян льна масличного оказала влияние на его полевую всхожесть. В среднем она была выше на 2,4% по сравнению с контролем. Лучшая полевая всхожесть отмечена в вариантах, предусматривающих обработку семян гуматом +7 «Здоровый урожай» (85,6%), а также комплексом препаратов биологического происхождения (гумат +7 «Здоровый урожай» + псевдобактерин-2Ж) (86,3%). Сохранность растений к уборке в агрометеорологических условиях проведения опыта оказалась выше при воздействии на лен препаратами биологического происхождения. Процент сохранности был больше при проведении двукратных обработок (предпосевная обработка семян и вегетирующих растений). Применение одноименных препаратов дает увеличение сохранности на 6,3–6,8%. Двукратное использование комплекса гумат +7 «Здоровый урожай» + псевдобактерин-2Ж увеличивает густоту растений на 7,4%.

Использование препаратов биологического происхождения способствовало росту урожайности семян у большинства изучаемых вариантов. Наибольший эффект применения отмечен при воздействии на семена путем проведения предпосевной обработки и использования препаратов дважды. В среднем за два года максимальный уровень урожайности, характеризующийся достоверным превышением, отмечен при двукратном использовании комплекса препаратов биологического происхождения (1,43 т/га).

Установлено достоверное положительное влияние двукратного применения комплекса препаратов биологического происхождения на количество коробочек на одном растении (на 6% больше, чем у контроля). На формирование полноценных семян в одной коробочке отмечено достоверное влияние обработки семян гуматом +7 «Здоровый урожай», а также двукратного применения изучаемых препа-

ратов и их комплекса (в среднем на 16%). Не зафиксировано достоверного влияния гумата +7 «Здоровый урожай», псевдобактерина-2Ж и их комплекса на массу 1000 семян.

Таким образом, для льна масличного с целью повышения урожайности семян при выращивании его в системе биологизированного земледелия в агрометеорологических условиях северо-востока Нечерноземной зоны можно рекомендовать двукратное применение (обработка семян и вегетирующих растений) комплекса препаратов биологического происхождения гумат +7 «Здоровый урожай» + псевдобактерин-2Ж.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винничек Л.Б., Погорелова Е.В., Суханова О.Н. К вопросу об эффективном размещении и производстве маслосемян // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 12. С. 98–101.
2. Степных Н.В., Нестерова Е.В., Заргарян А.М. Значение масличных культур в повышении устойчивости растениеводства в природно-климатических условиях Южного Урала и Зауралья // Аграрный вестник Урала. 2023. № 7 (236). С. 57–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-57-70.
3. Лукомец А.В. Место семеноводства масличных культур в системе продовольственного обеспечения России // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 10. С. 54–61. DOI: 10.32651/2010-54.
4. Колотов А.П., Сергеева Л.Б. Урожайность и биохимический состав семян новых сортов льна масличного в условиях Свердловской области // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10 (199). С. 114–120. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-114-120.
5. Косых Л.А. Лен масличный – культура пищевого использования (обзор) // Аграрная наука. 2021. № 10. С. 56–59. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-353-10-56-59.
6. Поморова Ю.Ю., Овсепян С.К., Серова Ю.М. Химико-биологические свойства и потенциальная ценность семян масличного льна (обзор) // Масличные культуры. 2023. Вып. 1 (193). С. 73–84.
7. Marambe H.K., Wanasundara J.P.D. Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) for Protein Based Products // Sustainable Protein Sources. Academic Press. 2024. P. 339–356.

8. Noreen S., Tufail T., Ul Ain H.B., Awuchi Ch.G. Pharmacological, nutraceutical, and nutritional properties of flaxseed (*Linum usitatissimum*): An insight into its functionality and disease mitigation // *Food Science & Nutrition*. 2023. Vol. 11. N 11. P. 6820–6829.
9. Догадина М.А., Таракин А.В., Игнатова Г.А., Степанова Е.И., Велкова Е.И., Касаточкина М.Ю., Правдюк А.И., Криворотова Е.И. Аспекты снижения пестицидной нагрузки на экосистемы // *Вестник аграрной науки*. 2022. № 5 (98). С. 107–113. DOI: 10.17238/ISSN2587-666X.2022.5.107.
10. Сластя И.В. Оценка эколого-токсикологической опасности применения пестицидов // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 16. № 1 (76). С. 53–60. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_53.
11. Маслинская М.Е. Влияние биопрепаратов на развитие первичной корневой системы льна масличного // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2023. Т. 53. № 1. С. 121–131. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-1-15.
12. Першаков А.Ю., Демин Е.А., Волкова Н.А., Медяник Н.П. Влияние биологических препаратов на урожайность и качество семян льна масличного в условиях лесостепной зоны Зауралья // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2023. № 4 (75). С. 70–75.
13. Юрина Т.А., Белик М.А., Негреба О.Н., Ермаков А.А. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур при частичной биологизации производства // *Техника и оборудование для села*. 2023. № 4 (310). С. 22–24. DOI: 10.33267/2072-9642-2023-4-22-24.
14. Соколов М.С. Оздоровление почвы и биологизация земледелия – важнейшие факторы оптимизации экологического статуса агрорегиона (Белгородский опыт) // *Агрохимия*. 2019. № 11. С. 3–16. DOI: 10.1134/S0002188119110127.
2. Stepnykh N.V., Nesterova E.V., Zargaryan A.M. The importance of oilseeds in increasing the sustainability of crop production in the natural and climatic conditions of the Southern Urals and Trans-Urals. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2023, no. 7 (236), pp. 57–70. (In Russian). DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-57-70.
3. Lukomets A.V. The place of seed farming of oil-bearing crops in the system of food supply in Russia. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*, 2020, no. 10, pp. 54–61. (In Russian). DOI: 10.32651/2010-54.
4. Kolotov A.P., Sergeeva L.B. Yield and biochemical composition of oilflax new varieties seeds under the Sverdlovsk Region conditions. *Vestnik KrasGAU = Bulletin KrasSAU*, 2023, no. 10 (199), pp. 114–120. (In Russian). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-114-120.
5. Kosykh L.A. Oil flax – food culture (review). *Agrarnaya nauka = Agrarian science*, 2021, no. 10, pp. 56–59. (In Russian). DOI: 10.32634/0869-8155-2021-353-10-56-59.
6. Pomorova Yu.Yu., Ovsepyan S.K., Serova Yu.M. Chemical and biological properties and potential value of oil flax seeds. *Maslichnye kul'tury = Oil Crops*, 2023, is. 1 (193), pp. 73–84. (In Russian).
7. Marambe H.K., Wanasundara J.P.D. Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) for Protein Based Products. *Sustainable Protein Sources*. Academic Press, 2024, pp. 339–356.
8. Noreen S., Tufail T., Ul Ain H.B., Awuchi Ch.G. Pharmacological, nutraceutical, and nutritional properties of flaxseed (*Linum usitatissimum*): An insight into its functionality and disease mitigation. *Food Science & Nutrition*, 2023, vol. 11, no. 11, pp. 6820–6829.
9. Dogadina M.A., Tarakin A.V., Ignatova G.A., Stepanova E.I., Velkova E.I., Kasatochkina M.Yu., Pravdyuk A.I., Krivorotova E.I. Aspects of reducing pesticide load on ecosystems. *Vestnik agrarnoi nauki = Bulletin of Agrarian Science*, 2022, no. 5 (98), pp. 107–113. (In Russian). DOI: 10.17238/ISSN2587-666X.2022.5.107.
10. Slastya I.V. Assessment of environmental health and toxicological hazard of pesticides.

## REFERENCES

1. Vinnichuk L.B., Pogorelova E.V., Sukhanova O.N. To a question of effective placement and production of oil seeds. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*, 2018, no. 12, pp. 98–101. (In Russian).

- Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, 2023, vol. 16, no. 1 (76), pp. 53–60. (In Russian). DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_53.
11. Maslinskaya M.E. Influence of biological preparations on the development of oil flax primary root system. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 1, pp. 121–131. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2023-1-15.
12. Pershakov A.Yu., Demin E.A., Volkova N.A., Medyanik N.P. The influence of biological preparations on the yield and quality of oil flax seeds in the forest-steppe zone of the Trans-Urals. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 2023, no. 4 (75), pp. 70–75. (In Russian).
13. Yurina T.A., Belik M.A., Negreba O.N., Ermakov A.A. Increasing crop yields with partial biologization of production. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela* = *Machinery and Equipment for Rural Area*, 2023, no. 4 (310), pp. 22–24. (In Russian). DOI: 10.33267/2072-9642-2023-4-22-24.
14. Sokolov M.S. Soil rehabilitation and biologization of agriculture – important factors optimizing the ecological status of the region (Belgorod experience). *Agrokhiimiya* = *Agricultural Chemistry*, 2019, no. 11, pp. 3–16. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188119110127.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Лыбенко Е.С.**, доцент кафедры, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; ORCID 0000-0001-8853-1903, SPIN-код 3688-0476

✉ **Емелев С.А.**, доцент кафедры, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; ORCID 0000-0003-4178-051X, SPIN-код 4903-7819; **адрес для переписки:** Россия, 610017, Кировская область, г. Киров, Октябрьский проспект, 133; e-mail: emeleff-sergej@yandex.ru

#### AUTHOR INFORMATION

**Elena S. Lybenko**, Assistant Professor, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor; ORCID 0000-0001-8853-1903, SPIN-code 3688-0476

✉ **Sergey A. Emelev**, Assistant Professor, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor; ORCID 0000-0003-4178-051X, SPIN-code 4903-7819; **address:** 133, Oktyabrsky Prospekt, Kirov, Kirov Region, 610017, Russia; e-mail: emeleffsergej@yandex.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 16.10.2024  
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 02.12.2024  
Дата публикации / Published 14.03.2025