

resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.rswtesting.ru/upload/medialibrary/9fb/metodika_fr_1_39_2007_03221.pdf (data obrashcheniya: 20.04.2026).

7. GOST 33041-2014. Ispytaniya khimicheskoy produktsii, predstavlyayushchey opasnost dlya okruzhayushchey sredy. Opredelenie toksichnosti v otnoshenii pochvennykh organizmov. Rost rasteniy [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://docs.cntd.ru/document/1200121520> (data obrashcheniya: 20.04.2026).

8. Zaplatin B. P. Biotestirovanie atmosferynykh zagryazneniy po sodержaniyu khlorofilla i aktivnosti polifenoloksidazy // Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo. – 2008. – No. 10 (14). – S. 82–87.

9. Litvinov, A.M. Metody izucheniya pochvennykh mikroskopicheskikh gribov: uchebnoe posobie / A.M. Litvinov. – Leningrad: Nauka, 1969. – 123 s.

10. Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A., et al. (2008). *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. CAB International, 771 p.

11. Samson, R. A., Houbraken, J., & Thrane, U. Food and Indoor Fungi // Westerdijk Fungal Biodiversity Institute. 2019. 480 p. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://vbn.aau.dk/en/publications/food-and-indoor-fungi> (data obrashcheniya: 20.04.2026).

12. Erofeeva E. A. Zavisimost “doza-effekt” pri deystvii zagryaznyayushchikh veshchestv na vysshie rasteniya: ispolzovanie podsolnechnika v fitotestirovanii // Ekologiya. 2021. No. 4. S. 265–272. DOI: 10.31857/S036705972104004X.

13. Antropova A. B., Bilanenko E. N. Mikro-mitsety v sostave atmosfernogo aerolya krupnykh promyshlennykh tsentrov // Mikologiya i fitopatologiya. 2022. T. 56, No. 3. S. 175–184. DOI: 10.31857/S002636482203002X.



УДК 633.854.54

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-260-6-30-35

**И.А. Коломеец, С.В. Жаркова,
Л.В. Соколова, А.А. Казакова
I.A. Kolomeets, S.V. Zharkova,
L.V. Sokolova, A.A. Kazakova**

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНОЛОГИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

INFLUENCE OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY ELEMENTS ON LINSEED YIELD FORMATION

Ключевые слова: лён масличный, сорт, удобрения, стартовая доза, условия, урожайность, фосфор, калий, отзывчивость.

Лён масличный – это один из важнейших сырьевых продуктов для масложировой промышленности, фармацевтической и других отраслей народнохозяйственного комплекса России. По посевным площадям льна масличного Алтайский край занимает лидирующее положение в РФ, обеспечивая 13-14% продукции данной культуры в стране от всего объёма производства. Важнейшими факторами, детерминирующими уровень продуктивности культуры, являются правильный подбор адаптированных сортов, установление оптимальных сроков посева и разработка эффективных стартовых доз удобрений. Цель исследования – комплексная оценка влияния различных доз стартовых удобрений на развитие

растений, формирование генеративных органов и итоговую урожайность сортов льна масличного. Опыты по изучению влияния стартовой дозы удобрений на продуктивность сортов льна масличного были заложены в полевых условиях лесостепи Алтайского Приобья в 2024-2025 гг. В качестве объектов исследований были взяты 4 сорта льна масличного: Бирюза, Северный, Даник и Август. Предмет исследований – аммиачная селитра (N 34,4%), аммофос (N 12%, P 52%), диаммофоска (N 10%, P 26%, K 26%). Анализ полученных данных выявил значительную вариабельность семенной продуктивности как в зависимости от генотипа, так и от фона минерального питания. Наивысший потенциал продуктивности в рамках исследования продемонстрировал сорт Август. Средняя урожайность по всем вариантам опыта для данного сорта составила 16,56 ц/га, что превосходит показатели остальных сортов. Мак-

симальная урожайность в опыте (17,53 ц/га) была зафиксирована именно у сорта Август на фоне внесения аммофоса (40 кг/га).

Keywords: *oil flax, variety, fertilizers, starting dose, conditions, yield, phosphorus, potassium, response.*

Flax (*Linum usitatissimum*) is a key raw material for the fat-and-oil, pharmaceutical, and other industries of the Russian national economy. The Altai Region ranks first in Russia in terms of the areas under flax accounting for 13-14% of the country's total production. The key factors determining crop productivity include the correct selection of adapted varieties, optimal sowing dates, and the development of efficient starter fertilizer rates. The research goal was comprehensive assessment of the impact of different starter fertilizer rates on plant development, the formation of reproductive organs, and the

final yield of flax varieties. The field experiments to study the impact of starter fertilizer rates on the productivity of flax varieties were conducted in the forest-steppe of the Altai Region's Ob River area in 2024 and 2025. Four linseed varieties were the research targets: Biryuza, Severnyy, Danik, and Avgust. The subjects of the study were ammonium nitrate (N 34.4%), ammonium phosphate (N 12%, P 52%), and compound NPK fertilizer (diammophoska) (N 10%, P 26%, K 26%). The analysis of the obtained data revealed significant variability of seed productivity depending on both the genotype and the background of mineral nutrition. The Avgust variety demonstrated the highest productivity potential. The average yield in all experimental variants for this variety amounted to 1.656 t ha which exceeds the performance of other varieties. The maximum yield in the experiment (1.753 t ha) was recorded for the Avgust variety with the application of ammonium phosphate (40 kg ha).

Коломеец Илья Андреевич, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: i.kolomeec.99@mail.ru.

Жаркова Сталина Владимировна, д.с.-х.н., доцент, профессор кафедры, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: stalina_zharkova@mail.ru.

Соколова Людмила Валерьевна, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: l.v.sokol@mail.ru.

Казакова Алина Андреевна, студент, Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: kazakova.alina2006@yandex.ru.

Kolomeets Ilya Andreevich, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: i.kolomeec.99@mail.ru.

Zharkova Stalina Vladimirovna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: stalina_zharkova@mail.ru.

Sokolova Lyudmila Valerevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: l.v.sokol@mail.ru.

Kazakova Alina Andreevna, student, Altai State University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: kazakova.alina2006@yandex.ru.

Введение

В современных условиях сельскохозяйственного производства лён масличных входит в группу стратегических технических культур в решении задач, связанных с усилением продовольственной безопасности страны [1]. Лён масличный – это один из важнейших сырьевых продуктов для масложировой промышленности, фармацевтической и других отраслей народнохозяйственного комплекса России. В современных экономических условиях лён масличный (*Linum usitatissimum* L.) выступает одной из наиболее рентабельных и востребованных сельскохозяйственных культур, стабильно пользующейся высоким спросом как на внутреннем, так и на мировом рынках. Производство льна масличного в мире (по данным ФАО) в 2024-2025 гг. увеличился более чем на 2,3 млн т [2], в России в период 2022-2025 гг. колебалось (табл. 1). В 2023 г. наблюдался спад производства относительно 2022 г., однако уже в следу-

ющем году площади посевов культуры увеличились на 18,4% и составили 1668,5 тыс. га. В 2025 г. показатель 2024 г. был увеличен ещё на 16,8%.

Валовой сбор в 2025 г., по данным Аналитического центра селекционно-семеноводческой компании Ruseed, получен на уровне 2022 г. и составил 1700 тыс. т [5].

Алтайский край традиционно занимает лидирующие позиции по площадям посева и валовому сбору данной культуры в России [1, 6]. Алтайский край – один из крупнейших аграрных регионов России, почвенно-климатические условия которого обладают большим потенциалом, позволяющим аграриям края выращивать многие сельскохозяйственные культуры, производство продукции которых усиливает безопасность нашей страны. М.В. Петрова в своей статье отмечает, что в регионе «...для производства сельскохозяйственной продукции используется более 70% земельных площадей, а доля сель-

скохозяйственного производства без учета перерабатывающей промышленности в валовом региональном продукте составляет более 15%» [7]. По посевным площадям льна масличного Алтайский край занимает лидирующее положение в РФ, обеспечивая 13-14% продукции данной культуры в стране от всего объема производства. Однако реализация высокого биологического потенциала современных сортов льна масличного в специфических агроклиматических условиях Алтайского края, характеризующихся периодическим дефицитом влаги, значительно

варьирует, требует научного обоснования и оптимизации ключевых элементов агротехнологии. Важнейшими факторами, детерминирующими уровень продуктивности культуры, являются правильный подбор адаптированных сортов, установление оптимальных сроков посева и разработка эффективных стартовых доз удобрений [5]. В связи с этим изучение комплексного влияния данных факторов на формирование урожая льна масличного является весьма актуальным.

Таблица 1

*Посевные площади и валовой сбор масличного льна в РФ (2022-2025 гг.)**

Год	Посевная площадь, тыс. га	Валовой сбор, тыс. т	Урожайность, т/га
2022	2093,0	1734	0,83
2023	1400,0	1200	0,86
2024	1668,5	1346	0,81
2025 (прогноз)	1949,5	1600-1700	0,82-0,87

Примечание. *Источник [2-4].

Цель исследования – комплексная оценка влияния различных доз стартовых удобрений на развитие растений и урожайность льна масличного. **Задачи:** выявить эффективность влияния стартовой дозы удобрений на продуктивность сортов льна масличного; определить отзывчивость сортов на используемые удобрения.

Условия проведения исследований

Опыты по изучению влияния стартовой дозы удобрений на продуктивность сортов льна масличного были заложены в полевых условиях лесостепи Алтайского Приобья в 2024-2025 гг. Почва хозяйства, на базе которого были проведены исследования, – чернозём обыкновенный среднесуглинистый.

Анализируя гидротермический режим лет проведения исследований (2024-2025 гг.) применительно к биологии льна масличного, следует отметить стрессовый характер распределения осадков. В оба года наблюдался острый дефицит влаги в июне (14-20% от нормы), что совпало с критическим периодом водопотребления культуры, – фазами интенсивного роста стебля и начала бутонизации. Это могло спровоцировать частичную редукцию генеративных органов. Обильные осадки во второй половине лета (август-сентябрь 2025 г.) привели к пролонгации вегетационного периода, вторичному цветению растений («подгону») и осложнили процесс проведения уборочных работ, потребовав

применения десикации для выравнивания влажности стеблестоя.

Материал и методика исследований

В качестве объектов исследований были взяты четыре сорта льна масличного: Бирюза, Северный, Даник и Август. Все сорта отечественной селекции. Различные по продолжительности вегетационного периода сорта отличаются отзывчивостью к условиям возделывания при формировании продукции (по данным Государственной сортовой инспекции) [8].

Для выполнения цели исследований был заложен опыт.

Посев проводился во второй декаде мая. Опыт закладывали по двухфакторной схеме методом расщепленных делянок:

- Фактор А (сорт):
 - 1) Август;
 - 2) Даник;
 - 3) Северный;
 - 4) Бирюза.
- Фактор В (удобрение):
 - 1) Контроль (без удобрений);
 - 2) Аммиачная селитра (N 34,4%) в дозе 50 кг/га в физическом весе (фон N17);
 - 3) Аммофос (N 12%, P 52%) в дозе 40 кг/га в физическом весе (фон N5 P21);
 - 4) Диаммофоска (N 10%, P 26%, K 26%) в дозе 70 кг/га в физическом весе (фон N7P18K18).

Удобрения вносили рядковым способом при посеве.

Учетная площадь делянок составляла 50 м², повторность в опытах – четырехкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Наблюдения и учёты проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989) [9].

Результаты исследования

Реализация потенциала продуктивности льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) в специфических почвенно-климатических условиях лесостепи Алтайского Приобья находится в прямой зависимости от адаптивных свойств генотипа и обеспеченности растений доступными элемен-

тами минерального питания в критические фазы онтогенеза. Целью данного этапа исследований являлась комплексная оценка влияния различных стартовых удобрений на развитие растений, формирование генеративных органов и итоговую урожайность сортов льна масличного (Август, Даник, Северный, Бирюза).

Анализ полученных данных выявил значительную вариабельность семенной продуктивности как в зависимости от генотипа, так и от фона минерального питания.

Количественные показатели структуры агрофитоценоза и семенной продуктивности, полученные в ходе полевого эксперимента, систематизированы в таблице 2.

Таблица 2

Структура урожая и урожайность льна масличного в зависимости от сорта и стартового удобрения

Сорт	Стартовое удобрение	Урожайность, ц/га	Плотность стеблестоя, шт/м ²	Кол-во коробочек на растении, шт.	Кол-во семян в коробочке, шт.	Масса 1000 семян, г
Август	N ₅ P ₂₁	17,53±0,13	250	12,1	8,4	6,9
Август	N ₇ P ₁₈ K ₁₈	17,03±0,27	245	11,7	9	6,6
Август	N ₁₇	16,71±0,20	245	11,7	8,7	6,7
Август	Контроль	14,95±0,20	243	11,2	8,2	6,7
Среднее	-	16,56	-	-	-	-
НСР ₀₅	-	0,42	-	-	-	-
Даник	N ₅ P ₂₁	16,52±0,32	244	11,7	8,9	6,5
Даник	N ₇ P ₁₈ K ₁₈	15,82±0,20	242	11,3	8,9	6,5
Даник	N ₁₇	15,45±0,15	247	11,5	8,5	6,4
Даник	Контроль	15,20±0,20	253	11,1	8,2	6,6
Среднее	-	15,75	-	-	-	-
НСР ₀₅	-	0,45	-	-	-	-
Северный	N ₁₇	15,78±0,19	255	11,2	8,5	6,5
Бирюза	N ₁₇	14,70±0,23	242	11,3	8,4	6,4
Среднее	-	15,24	-	-	-	-
НСР ₀₅	-	0,47	-	-	-	-
Среднее	-	15,97	-	-	-	-
НСР ₀₅	-	0,40	-	-	-	-

Сортовая реакция и отзывчивость на удобрения. Наивысший потенциал продуктивности в рамках исследования продемонстрировал сорт Август. Средняя урожайность по всем вариантам опыта для данного сорта составила 16,56 ц/га, что превосходит показатели остальных сортов. Максимальная урожайность в опыте (17,53 ц/га) была зафиксирована именно у сорта Август на фоне внесения аммофоса (40 кг/га). Прибавка урожая по отношению к контрольному варианту (14,95 ц/га) составила 2,58 ц/га

(17,3%), что свидетельствует о высокой отзывчивости данного сорта на фосфорное питание.

Сорт Даник также показал положительную реакцию на удобрения, однако в меньшей степени. Его максимальная урожайность (16,52 ц/га) была достигнута при внесении аммофоса, но прибавка к контролю (15,20 ц/га) составила 1,32 ц/га (8,7%). Оценка изолированного влияния внесения аммиачной селитры (фон N₁₇) на продуктивность различных генотипов продемонстрировала высокую отзывчивость ранне-спелого сорта Северный. На данном фоне сорт

сформировал урожайность 15,78 ц/га, превзойдя показатели среднеспелых сортов Даник (15,45 ц/га) и Бирюза (14,70 ц/га) при аналогичном уровне питания. Это свидетельствует о высокой эффективности усвоения стартового азота сортом Северный для быстрого наращивания ассимиляционного аппарата в условиях короткого вегетационного периода. Сорт Бирюза в условиях года исследований показал наименьшую урожайность среди всех изучаемых вариантов, что может быть связано с его более высокой потребностью во влаге в критические фазы развития, которая не была удовлетворена на фоне майско-июньской засухи.

Эффективность стартовых удобрений. Внесение минеральных удобрений оказало статистически значимое влияние на продуктивность льна. Наиболее эффективным оказалось применение аммофоса в дозе 40 кг/га, обеспечившее максимальный сбор семян у обоих изученных сортов (Август и Даник). Внесение диаммофоски (70 кг/га) также превосходило контроль, но уступало чисто азотно-фосфорному варианту. Данная закономерность находит полное научное подтверждение в результатах агрохимического обследования почв опытного участка. Содержание подвижного калия в пахотном горизонте черноземов хозяйства характеризуется как очень высокое (220-282 мг/кг). Внесение дополнительных доз калия (в составе диаммофоски) не только оказалось экономически нецелесообразным, но и, возможно, создало слабый ионный антагонизм в почвенном растворе, несколько снизив эффективность усвоения других элементов по сравнению с чисто азотно-фосфорным вариантом. Таким образом, лимитирующим фактором урожайности на данных почвах выступает доступный фосфор, дефицит которого в весенний период (из-за слабой микробиологической активности в холодной почве) успешно компенсируется припосевным внесением аммофоса.

Анализ элементов структуры урожая. Детальный анализ компонентов продуктивности позволяет объяснить причины зафиксированных различий. Максимальная урожайность сорта Август на фоне N_5P_{21} была достигнута за счет нескольких факторов: увеличение числа генеративных органов: количество коробочек на одном растении возросло с 11,2 (контроль) до 12,1 шт. (+8,0%) и повышение крупности семян: масса

1000 семян увеличилась до 6,9 г, что является максимальным показателем в опыте.

Следовательно, сорт Август реализует свой потенциал через формирование большего количества коробочек и более выполненных крупных семян. Плотность стеблестоя (количество растений на 1 м²) не являлась определяющим фактором и варьировала в незначительных пределах между вариантами. Интересно отметить специфическое влияние калийного компонента на репродуктивную сферу. Вариант с внесением диаммофоски обеспечил максимальное количество выполненных семян в одной коробочке – 9,0 шт. у сорта Август и 8,9 шт. у сорта Даник. Калий способствовал улучшению процессов оплодотворения и оттока пластических веществ в репродуктивные органы. Однако колоссальное увеличение общего числа коробочек (до 12,1 шт.) и крупности семян (до 6,9 г), достигнутое за счет мощного фосфорного старта в варианте N_5P_{21} , оказало значительно большее влияние на итоговый валовой сбор, перекрыв эффект от повышенной озерненности.

Заключение

Формирование стабильно высокой урожайности льна масличного в условиях лесостепи Алтайского края требует индивидуального подхода к выбору наиболее эффективных комплексов (сорт-удобрение). Оптимальной моделью агрофитоценоза, обеспечившей биологический максимум продуктивности (17,53 ц/га), является возделывание пластичного среднеспелого сорта Август на фоне стартового внесения азотно-фосфорных удобрений, нивелирующих весенний дефицит доступного фосфора в обыкновенных черноземах.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20. – URL: <https://oleoscope.com/analytics/proizvodstvo-maslichnogo-lna-v-rossii> (дата обращения: 10.02.2026). – Текст: электронный.
2. Производство масличного льна в России. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425> (дата обращения: 10.02.2026). – Текст: электронный.
3. Посевные площади льна масличного в основных регионах его производства в 2025 году. – URL: <https://agro-bursa.ru/gazeta/agristatistics/2025/09/28/posevnye-ploshhadi-lna-maslichnogo-v->

osnovnykh-regionakh-ego-proizvodstva-v-2025-godu.html (дата обращения: 10.02.2026). – Текст: электронный.

4. Русский лен: тренды, лидеры и региональная динамика 2021-2025. – URL: <https://svoefarmerstvo.ru/svoemedia/articles/russkij-len-trendy-lidery-i-regional-naja-dinamika-2021-2025> (дата обращения: 10.02.2026). – Текст: электронный.

5. Валовой сбор масличных культур в России по регионам и культурам. – URL: <https://sdexpert.ru/archive/project/valovoy-sbor-maslichnykh-kultur-v-rossii-po-regionam-i-kulturam> (дата обращения: 10.02.2026). – Текст: электронный.

6. Обзор рынка масличных культур в России – 2024. – URL: <http://fsrld.ru/2024/01/04/1957> (дата обращения: 20.10.2025). – Текст: электронный.

7. Петрова, М. В. Роль и значение агропромышленного комплекса Алтайского края в обеспечении продовольственной безопасности России / М. В. Петрова // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2021. – № 3 (67). Режим доступа: <https://eee-region.ru/article/6712/>.

8. Реестр селекционных достижений. – URL: <https://gossortrf.ru/registry/> (дата обращения: 10.02.2026). – Текст: электронный.

9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. второй. – Москва, 1989. – С. 194. – Текст: непосредственный.

References

1. Ukaz Prezidenta RF ot 21 yanvarya 2020 g. No. 20 [Elektronnyy resurs]. – Режим доступа: <https://oleoscope.com/analytics/proizvodstvo-maslichnogo-lina-v-rossii> // (дата обращения: 10.02.2026).

2. Proizvodstvo maslichnogo lina v Rossii [Elektronnyy resurs]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425> // (дата обращения: 10.02.2026).

3. Posevnye ploshchadi lina maslichnogo v osnovnykh regionakh ego proizvodstva v 2025 godu [Elektronnyy resurs]. – Режим доступа: <https://agrobursa.ru/gazeta/agristatistics/2025/09/28/posevnye-ploshchadi-lina-maslichnogo-v-osnovnykh-regionakh-ego-proizvodstva-v-2025-godu.html> // (дата обращения: 10.02.2026).

4. Russkiy len: trendy, lidery i regionalnaya dinamika 2021–2025 [Elektronnyy resurs]. – Режим доступа: <https://svoefarmerstvo.ru/svoemedia/articles/russkij-len-trendy-lidery-i-regional-naja-dinamika-2021-2025> // (дата обращения: 10.02.2026).

5. Valovoy sbor maslichnykh kultur v Rossii po regionam i kulturam [Elektronnyy resurs]. – Режим доступа: <https://sdexpert.ru/archive/project/valovoy-sbor-maslichnykh-kultur-v-rossii-po-regionam-i-kulturam> // (дата обращения: 10.02.2026).

6. Obzor rynka maslichnykh kultur v Rossii – 2024. – URL: <http://fsrld.ru/2024/01/04/1957> / (дата обращения: 20.10.2025).

7. Petrova, M. V. Rol i znachenie agropromyshlennogo kompleksa Altayskogo kraja v obespechenii prodovolstvennoy bezopasnosti Rossii / M. V. Petrova // Regionalnaya ekonomika i upravlenie: elektronnyy nauchnyy zhurnal. – 2021. – No. 3 (67). Режим доступа: <https://eee-region.ru/article/6712/>.

8. Reestr selektsionnykh dostizheniy [Elektronnyy resurs]. – Режим доступа: <https://gossortrf.ru/registry> (дата обращения: 10.02.2026).

9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur / Vyp. vtoroy. – Moskva, 1989. – S. 194.

