

Влияние приемов возделывания на урожайность и водопотребление льна масличного в условиях Нижнего Дона

Н. Н. Вошедский[✉], И. Н. Ильинская, В. А. Кулыгин, С. В. Пасько

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет, Ростовская область, Россия

[✉]E-mail: nik.voshedskiy@mail.ru

Аннотация. Цель настоящей работы – выявление оптимального сочетания элементов технологии возделывания, способствующих повышению урожайности льна масличного в условиях недостаточного увлажнения Нижнего Дона. Работа выполнена в 2024–2025 гг. на опытном стационаре ФГБНУ ФРАНЦ. **Материалы и методы.** Опыт включал на посевах льна после сидерата фацелия три варианта фонов питания ($N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, без удобрений) с трехкратной обработкой стимуляторами роста и без обработок стимуляторами, а также контрольный вариант с предшественником озимая пшеница, без применения стимуляторов и удобрений. Удобрения вносились под предпосевную культивацию. Способ основной обработки почвы – вспашка. Почвы – черноземы обыкновенные. **Научная новизна.** В приазовской почвенно-климатической зоне Ростовской области на черноземе обыкновенном впервые выявлены агротехнологические особенности возделывания перспективного сорта льна масличного ВНИИМК-620 с учетом инновационных технологических приемов (фон минерального питания, стимуляторы роста растений, сидеральные предшественники, комплексное воздействие разных факторов и т. д.) в севооборотах. **Результаты.** ГТК вегетационных периодов 2024 и 2025 гг. значительно отличались, составив 0,16 и 0,34. Обработка льна стимуляторами на фоне сидерата обеспечивала прибавки урожая по сравнению с вариантами, где стимуляторы не применялись: на варианте без удобрений – 12,1 %, на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 14,9 %, $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 16,3 %. Фон питания $N_{30}P_{30}K_{30}$ обеспечил прибавку урожайности льна на варианте без стимуляторов – 15,5 %, с применением стимуляторов – 18,5 % по сравнению с вариантами без удобрений. Норма удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечила прибавки 21,6 % и 26,2 %. Самый низкий коэффициент водопотребления льна отмечен на варианте с $N_{60}P_{60}K_{60}$ с тремя обработками стимуляторами по сидерату фацелия – 101,4 мм/т. **Выводы.** Наивысшие экономические показатели получены на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д. в. при трех обработках стимуляторами роста по сидерату фацелия, где рентабельность составила 197 %. Наивысшая урожайность льна на фоне сидерата получена при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ и трех обработках стимуляторами роста – 1,64 т/га, что подтверждает научную новизну исследований при сочетании нескольких агротехнических приемов.

Ключевые слова: лен масличный, удобрения, сидерат, стимуляторы роста, урожайность, прибавка урожая, водопотребление

Благодарности. Работа выполнена в соответствии с Госзаданием Министерства науки и высшего образования по теме FNFZ-2024-0014.

Для цитирования: Вошедский Н. Н., Ильинская И. Н., Кулыгин В. А., Пасько С. В. Влияние приемов возделывания на урожайность и водопотребление льна масличного в условиях Нижнего Дона // Аграрный вестник Урала. 2026. Т. 26, № 09. С. 1611–1620. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-09-1611-1620>.

Дата поступления статьи: 07.05.2026, **дата рецензирования:** 09.07.2026, **дата принятия:** 06.08.2026.

Influence of cultivation methods on the yield and water consumption of oilseed flax in the Lower Don region

N. N. Voshedskiy✉, I. N. Ilyinskaya, V. A. Kulygin, S. V. Pasko

Federal Rostov Agrarian Research Center, Rassvet settlement, Rostov region, Russia

✉E-mail: nik.voshedskiy@mail.ru

Abstract. The purpose of this study is to identify the optimal combination of cultivation technology elements that contribute to increasing the yield of oilseed flax under conditions of insufficient moisture in the Lower Don region. The study was carried out in 2024–2025 at the experimental station of the FSBSI FRARC. **Materials and methods.** The experiment included three variants of nutrient backgrounds for flax crops grown after the green manure crop phacelia ($N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, no fertilizers) with three treatments using growth stimulants and no treatments with stimulants, as well as a control variant with winter wheat as the predecessor, without the use of stimulants and fertilizers. Fertilizers were applied during pre-sowing cultivation. The main method of soil tillage was plowing. The soils were ordinary chernozems. **Scientific novelty.** In the Azov soil-climatic zone of the Rostov Region, on ordinary chernozem, the agrotechnological features of cultivating the promising oilseed flax variety VNIIMK-620 have been identified for the first time, taking into account innovative technological methods (mineral nutrition background, plant growth stimulants, green manure predecessors, the combined effect of various factors, etc.) in crop rotations. **Results.** The GTC for the growing seasons of 2024 and 2025 differed significantly, amounting to 0.16 and 0.34, respectively. Treating flax with stimulants against the background of green manure resulted in yield increases compared to the variants where no stimulants were applied: 12.1 % on the unfertilized variant, 14.9 % on the $N_{30}P_{30}K_{30}$ background, and 16.3 % on the $N_{60}P_{60}K_{60}$ background. The $N_{30}P_{30}K_{30}$ fertilizer regimen provided an increase in flax yield of 15.5 % in the variant without stimulants and 18.5% with the use of stimulants compared to the variants without fertilizers. The $N_{60}P_{60}K_{60}$ fertilizer regimen provided increases of 21.6 % and 26.2 %, respectively. The lowest flax water consumption coefficient was observed in the variant with $N_{60}P_{60}K_{60}$ and three treatments with stimulants on the phacelia green manure crop – 101.4 mm/t. **Conclusions.** The highest economic indicators were obtained with $N_{30}P_{30}K_{30}$ kg/ha of active substance, with three treatments using growth stimulants on the phacelia green manure crop, where the profitability amounted to 197%. The highest flax yield on the green manure crop was obtained with the application of $N_{60}P_{60}K_{60}$ and three treatments with growth stimulants – 1.64 t/ha, which confirms the scientific novelty of the research when combining several agrotechnical practices.

Keywords: oilseed flax, fertilizers, siderate, stimulants, yield, increase, water consumption

Acknowledgements. The study was carried out in accordance with the State Task of the Ministry of Science and Higher Education on the topic FNFZ-2024-0014.

For citation: Voshedskiy N. N., Ilyinskaya I. N., Kulygin V. A., Pasko S. V. Influence of cultivation methods on the yield and water consumption of oilseed flax in the Lower Don region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2026; 26 (09): 1611–1620. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-09-1611-1620>. (In Russ.)

Date of paper submission: 07.05.2026, **date of review:** 09.07.2026, **date of acceptance:** 06.08.2026.

Постановка проблемы (Introduction)

Лен масличный является перспективной культурой для возделывания в южных регионах РФ, в том числе в Ростовской области, благодаря ценным качествам маслосемян и своей отличительной особенностью – пластичности и неприхотливости к условиям возделывания [1–3]. Эти особенности льна масличного на фоне наблюдаемого изменения климатических факторов, отражающих усиление аридности, характеризуют его адаптивность к засушливым условиям произрастания [4–6].

В России за 5 лет, по расчетам АБ-Центр, посевные площади льна выросли в 2023 году на 89,2 %, а за 10 лет – в 2,9 раза, до 931,8 тыс. га [7].

Посевные площади льна масличного в Ростовской области также динамично растут: в 2023 году они составляли 98,5 тыс. га., а в 2024 году расширились до 134,3 тыс. га, что отражает увеличение ареала выращивания культуры на 36,3 %. Однако, по данным Минсельхозпрода области, средняя урожайность маслосемян не превышает 0,9–1,2 т/га, что составляет менее 50 % от потенциальной урожайности районированных в регионе сортов [8].

Одной из основных причин низкой продуктивности данной культуры в Ростовской области является дефицит научно обоснованных рекомендаций по технологии ее возделывания с привязкой к конкретным почвенно-климатическим условиям [1; 9; 10].

Широкая востребованность льна масличного современным рынком и динамичное расширение посевных площадей диктуют необходимость изучения комплекса перспективных агроприемов возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях с целью полного раскрытия потенциала возделываемых в регионе сортов [11–13]. Одним из перспективных направлений при решении данной проблемы является научно обоснованное применение минеральных удобрений под культуру с учетом неравномерности поглощения льном масличным элементов питания за весь период развития растений от всходов до созревания и особенностей почвенно-климатических условий [9; 14; 15].

Одним из приемов экологизации технологии возделывания льна масличного и поддержания почвенного плодородия является использование зеленого удобрения, сидератов [16; 17]. Существенным фактором дальнейшего повышения урожайности культуры остается применение стимуляторов роста, позволяющих наиболее эффективно использовать потенциал растений, свести к минимуму негативное воздействие стрессов, повысить качественные показатели маслосемян. Важный резерв повышения урожайности и качества льна – разработка комплексных ресурсосберегающих и экологически обоснованных агрохимических приемов за счет научно обоснованного внесения удобрений, применения сидератов и биологически активных стимуляторов роста растений, создающих оптимальные условия для роста и развития культуры на протяжении всего вегетационного периода [9; 18; 19].

В условиях засушливого климата, характерного для Нижнего Дона, важную роль играет также изучение особенностей водопотребления растений льна масличного [20].

Основываясь на проведенном анализе, цель исследований можно сформулировать как выявление оптимального сочетания элементов технологии возделывания, способствующих повышению урожайности льна масличного в условиях недостаточного увлажнения Ростовской области. Объектом исследований являлся сорт льна масличного ВНИ-ИМК-620, предмет исследований – урожайность, качество урожая и водопотребление льна в зависимости от агротехнических приемов возделывания с использованием сидератов, комплекса минерального питания и стимуляторов роста.

Методология и методы исследования (Methods)

Опыты проводились в Аксайском районе Ростовской области в 2024–2025 годах. Климат зоны проведения исследований засушливый, умеренно

жаркий, континентальный. Средняя многолетняя годовая температура воздуха составляет 10,0 °С. Сумма температур воздуха – 3200–3400 °С. Продолжительность теплого периода – 230–260, безморозного – 175–180 дней. Среднегодовое количество осадков – 514 мм. За теплый период их выпадает до 300 мм. Относительно небольшое количество осадков в сочетании с высокими температурами в критические фазы интенсивного роста растений определяет низкую влажность воздуха и почвы, частую повторяемость засух [21]. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным карбонатным среднесильным легкосуглинистым на лесовидном суглинке. Содержание гумуса в пахотном слое (0–30 см) составляло 4,0–4,2 % (по И. В. Тюнину), общего азота – 0,22–0,25 % (метод ЦИНАО), подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) – соответственно 39 и 545 мг/кг (по методу Мачигина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26205-91). Реакция почвенного раствора (рН) – 7,1–7,3 ед. Плотность почвы в ненарушенном состоянии для слоя 0–30 см составляет 1,26 г/см³ [21].

В полевых условиях изучались три основных фактора, оказывающих существенное влияние на урожайность льна масличного: сидерат (фацелия) / предшественник (фактор А), стимулятор роста растений (фактор В), фон минерального питания (фактор С), их взаимодействие.

Опыт включал 7 вариантов:

- 1) сидерат, три обработки стимуляторами роста, без удобрений;
- 2) сидерат, три обработки стимуляторами роста, фон $N_{30}P_{30}K_{30}$;
- 3) сидерат, три обработки стимуляторами роста, фон $N_{60}P_{60}K_{60}$;
- 4) сидерат, без удобрений;
- 5) сидерат, фон $N_{30}P_{30}K_{30}$;
- 6) сидерат, фон $N_{60}P_{60}K_{60}$;
- 7) предшественник – озимая пшеница, без стимуляторов, без удобрений (контроль).

В исследованиях проводили трехкратное комплексное применение стимуляторов роста по фазам развития растений. Первая обработка семян льна масличного проводилась перед посевом препаратом GO DRIP MICRO (0,10–0,15 кг/т) с целью стимулирования дружных всходов, создания условий для интенсивного развития и укрепления корневой системы растений. Второе опрыскивание вегетирующих растений в фазе «ёлочки» – стимулятором «Филлотон» (0,4–0,5 л/га) и GO DRIP MICRO (0,2–0,3 кг/т), было направлено на стимулирование роста и развития вегетативной массы, максимальной закладки генеративных органов и развития корневой системы льна масличного, снижения влияния пестицидного стресса на растения. Третья обработка посевов препаратами «Филлотон» (0,4–0,5 л/га); GO DRIP MAX (0,7 кг/т); Ikar NB Mo (0,7 л/га)

в фазу бутонизации – цветения, проводилась для интенсификации ростовых процессов, формирования продуктивных семян в коробочке и повышения устойчивости растений к внешним неблагоприятным факторам.

Использовался сорт льна масличного ВНИИМК-620. Способ основной обработки почвы – вспашка на глубину 25–27 см агрегатом ПЛН-3-35 с осенним выравниванием зяби культиватором КПС-4 в агрегате с трактором МТЗ-1025,3. Норма высева семян – 7,5 млн/га всхожих семян. Сидеральная культура-предшественник – фацелия. Опыт был заложен в трёхкратной повторности в пространстве. Площадь делянки составила 225 м² (15 × 15 м). Под лен масличный применяли средний (N₃₀P₃₀K₃₀) и повышенный (N₆₀P₆₀K₆₀) фон минерального питания под предпосевную культивацию. При проведении опытов использовались общепринятые методики.

Результаты (Results)

Общая продолжительность периодов вегетации льна масличного сорта ВНИИМК-620 в 2024 году составила 107 суток, в 2025 году – 105 суток. Разные агротехнические приемы влияли на сроки наступления и продолжительность характерных фаз развития, а соответствующие отличия по вариантам не превышали 1–3 суток. Тепло-влагообеспеченность вегетационных периодов льна масличного в годы наблюдений имела определённые отличия. Ги-

дротермический коэффициент периода в 2024 году опускался до 0,14 (очень сухой), в 2025 году не превышал 0,34 (сухой).

Обработки семян и посевов специальными препаратами способствовали более интенсивному росту и развитию растений льна масличного. Так, в среднем за годы наблюдений показатели полевой всхожести семян на вариантах с обработкой и без обработки стимуляторами роста составили соответственно: в условиях естественного плодородия – 577 и 534 шт./м², при внесении N₃₀P₃₀K₃₀ – 615 и 576 шт./м², на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ – 627,0 и 584 шт./м². Таким образом, опрыскивание семян специальным препаратом способствовало увеличению всхожести льна масличного по вариантам: без удобрений – на 8,1 %, при норме удобрений N₃₀P₃₀K₃₀ кг/га д. в. – на 6,8 %, норме N₆₀P₆₀K₆₀ – на 7,3 % по сравнению с посевом необработанными семенами. Разница с контролем в варьировала в пределах 20,5–30,8 % сторону увеличения.

Применение стимуляторов роста, разных норм минерального питания на фоне сидерата фацелия и традиционного предшественника озимой пшеницы оказали влияние на условия роста и развития льна масличного в течение вегетационного периода по вариантам опыта, что нашло отражение в значениях урожайности (таблица 1).

Таблица 1

Урожайность льна масличного сорта ВНИИМК-620 в зависимости от элементов технологии, п. Рассвет, среднее за 2024–2025 гг.

Сидерат (предшественник)	Стимулятор	Фон удобрений, кг/га д. в.	Урожайность	
			т/га	%
Фацелия	3 обработки стимуляторами	Без удобрений	1,30	119,3
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,54	141,3
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,64	150,5
Фацелия	Без стимуляторов	Без удобрений	1,16	106,4
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,34	122,9
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,41	129,4
Озимая пшеница (контроль)	Без стимуляторов	Без удобрений	1,09	100,0
НСР _{0,5}			0,13	

Table 1

Yield of oilseed flax of the VNIIMK-620 variety, depending on the elements of technology, Rassvet settlement, average for 2024–2025

Siderate (predecessor)	The stimulator	Fertilizer background, kg/ha, a. d.	Productivity	
			t/ha	%
Phacelia	3 treatments with stimulants	Without fertilizers	1.30	119.3
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1.54	141.3
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1.64	150.5
Phacelia	Without stimulants	Without fertilizers	1.16	106.4
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1.34	122.9
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1.41	129.4
Winter wheat (control)	Without stimulants	Without fertilizers	1.09	100.0
LSD _{0,5}			0.13	

Таблица 2

Анализ эффективности использования удобрений при выращивании льна масличного,
п. Рассвет, 2024–2025 гг.

Вариант обработки стимуляторами роста	Фон NPK, кг/га д. в.	Прибавка урожая		Отдача от удобрений кг/кг
		т/га	%	
3 обработки стимуляторами	Без удобрений	–	–	–
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0,24	18,5	2,67
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,34	26,2	1,89
Без стимуляторов	Без удобрений	–	–	–
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0,18	15,5	2,00
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0,25	21,6	1,39

Agrotechnologies

Table 2

Analysis of the effectiveness of using fertilizers in the cultivation of flax oilseed,
Rassvet settlement, 2024–2025

Treatment option with growth stimulants	NPK background, kg/ha a. d.	Increased yield		Yield from fertilizers kg/kg
		t/ha	%	
3 treatments with stimulants	Without fertilizers	–	–	–
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0.24	18.5	2.67
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0.34	26.2	1.89
Without stimulants	Without fertilizers	–	–	–
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0.18	15.5	2.00
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0.25	21.6	1.39

Таблица 3

Масличность сорта ВНИИМК-620 в зависимости от агротехнических приемов возделывания,
п. Рассвет, 2024–2025 гг.

Варианты	Масличность, %	Выход масла, кг/га
Без NPK; 3 обработки стимуляторами; фацелия	43,17	561,2
$N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 обработки стимуляторами; фацелия	43,50	669,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$; 3 обработки стимуляторами; фацелия	42,98	704,9
Без NPK; без обработки; фацелия	43,43	503,8
$N_{30}P_{30}K_{30}$; без обработки; фацелия	42,95	575,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$; без обработки; фацелия	43,26	610,0
Без NPK; без обработки; озимая пшеница	41,77	455,3
HCP _{0,5}	1,02	

Table 3

Oil content of the VNIIMK-620 variety, depending on the cultivation methods,
Rassvet settlement, 2024–2025

Variants	Oil content, %	Oil output, kg/ha
Without NPK; 3 treatments with stimulants; phacelia	43.17	561.2
$N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 treatments with stimulants; phacelia	43.50	669.9
$N_{60}P_{60}K_{60}$; 3 treatments with stimulants; phacelia	42.98	704.9
Without NPK; without processing; phacelia	43.43	503.8
$N_{30}P_{30}K_{30}$; untreated; phacelia	42.95	575.5
$N_{60}P_{60}K_{60}$; untreated; phacelia	43.26	610.0
Without NPK; without treatment; winter wheat	41.77	455.3
LSD _{0,5}	1.02	

Комплекс агротехнических приемов возделывания льна масличного на фоне сидерата фацелия, включающий внесение удобрений в сочетании с обработкой семян и посевов стимуляторами роста, а также применение удобрений без стимуляторов, способствовали повышению урожайности маслосемян.

Соответствующие прибавки на указанных вариантах были в пределах 0,21–0,55 т/га (или 19,3–50,5 %) и 0,07–0,32 т/га (или 6,4–29,4 %) по сравнению с условиями выращивания при естественном плодородии почвы и традиционном предшественнике.

Лучшие показатели урожайности льна на фоне сидерата отмечены при внесении нормы удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$, достигнув 1,41 т/га, а на участках с аналогичной нормой после обработок стимуляторами – 1,64 т/га.

Обработка льна стимуляторами роста (фактор А) дала возможность увеличить урожайность на вариантах с сидератом фацелия при соответствующих прибавках по вариантам: без удобрений – 0,14 т/га (12,1 %), на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 0,20 т/га (14,9 %), $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,23 т/га (16,3 %) по сравнению с условиями, где стимуляторы не применялись. Влияние фона минерального питания растений отразилось как на показателях урожайности маслосемян, так и на эффективности использования удобрений на вариантах опыта (таблица 2).

Фон питания $N_{30}P_{30}K_{30}$ (фактор В) способствовал повышению урожайности льна на участках без применения стимуляторов на 0,18 т/га (15,5 %), а с их применением – на 0,24 т/га (18,5 %) по сравнению с вариантом без удобрений.

В аналогичных условиях норма внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечивала прибавки на 0,25 т/га (21,6 %) и 0,34 т/га (26,2 %) соответственно. Лучшая отдача урожаем от применения удобрений по сидерату фацелия получена на варианте со средним фоном питания $N_{30}P_{30}K_{30}$, составив при обработке стимулятором роста 2,67 кг дополнительной продукции на 1 кг внесенных удобрений, без стимуляторов – 2,00 кг/кг. На участках с высокой нормой внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ аналогичные показатели оказались меньше, соответственно 1,89 кг/кг и 1,39 кг/кг.

Одним из главных качественных показателей льна является масличность его семян, показатели которой на вариантах опыта имело определенные закономерности (таблица 3).

Средние показатели относительного содержания жира в семенах льна на вариантах после сидерата фацелия изменялись в пределах 42,95–43,50 %, при этом влияние изучаемых агротехнических приемов на данный показатель было минимальным. Разница данных между наибольшим и наименьшим показателем на вариантах в условиях посева после сидерата фацелия не превышала 0,55 %. На контрольном варианте, где предшественником была озимая пшеница, отсутствовали обработка стимуляторами роста и внесение удобрений, относительный показатель масличности оказался самым низким – 41,77 %. Выход льняного масла в первую очередь зависел от величины урожайности. Наибольший объем масла получен на вариантах с сидератом фацелия при трех обработках стимуляторами роста, составив на фоне удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 704,9 кг/га, на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 669,9 кг/га, что значительно выше аналогичного показателя на контрольном ва-

рианте, составившего 455,3 кг/га, что отражают соответствующие прибавки в пределах 54,8 и 47,1 %.

Метеорологические условия и показатели тепловлагообеспеченности вегетационного периода льна масличного отразились на величине элементов водного баланса, включавших осадки P и расход влаги из почвы W в метровом слое, составившие суммарное водопотребление E и, в зависимости от урожайности (Y) коэффициент водопотребления культуры (K_v), характеризующий эффективность использования влаги растениями. Грунтовые воды, глубина залегания которых на опытных полях была ниже 5 м, в водном балансе культуры не участвовали (таблица 4).

Из приведенных данных видно, что доля атмосферных осадков (43,3 мм) в суммарном водопотреблении культуры на вариантах опыта не превышала 25,7–26,5 %, что отражает недостаточно благоприятные для растений условия вегетации в годы исследований. Соответственно, расход влаги из почвы был в пределах 120–125 мм, а доля этого элемента достигала 73,5–74,3 %.

Таким образом, при одинаковом количестве атмосферных осадков на всех вариантах и незначительных отклонениях в показателях расхода влаги из почвы суммарное водопотребление льна масличного на вариантах опыта имело минимальные отличия. Поэтому при расчете коэффициента водопотребления приоритетное значение имел показатель урожайности. Наиболее рациональный расход влаги на получение единицы продукции отмечен на варианте с фоном удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$, тремя обработками стимуляторами роста по предшественнику фацелия – 101,4 мм/т.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Агротехнические приемы возделывания льна масличного с использованием сидерата фацелия при внесении удобрений в сочетании с обработками стимуляторами роста, а также применение удобрений без стимуляторов способствовали повышению урожайности маслосемян с соответствующими прибавками в пределах 0,21–0,55 т/га (19,3–50,5 %) и 0,07–0,32 т/га (6,4–29,4 %) по сравнению с условиями при естественном плодородии после традиционного предшественника.

Лучшие показатели урожайности льна на фоне сидерата фацелия получены при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 1,41 т/га, а на варианте с аналогичной нормой после трех обработок стимуляторами – 1,64 т/га.

Обработка льна стимуляторами роста на фоне сидерата фацелия обеспечивала прибавки по вариантам: без удобрений – 0,14 т/га (12,1 %), на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 0,20 т/га (14,9 %), $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,23 т/га (16,3 %) по сравнению с вариантами, где стимуляторы не применялись.

Таблица 4

Водный баланс и коэффициент водопотребления льна масличного
в зависимости от элементов технологии, п. Рассвет, 2024–2025 гг.

Варианты	W, мм	P, мм	E, мм	У, т	K _в , мм/т
Без NPK; 3 обработки; фацелия	124	43,3	167,3	1,30	128,7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ; 3 обработки; фацелия	121	43,3	164,3	1,54	106,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ; 3 обработки; фацелия	123	43,3	166,3	1,64	101,4
Без NPK; без обработки; фацелия	125	43,3	168,3	1,16	145,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ; без обработки; фацелия	124	43,3	167,3	1,34	124,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ; без обработки; фацелия	122	43,3	165,3	1,41	117,2
Без NPK; без обработки; озимая пшеница	120	43,3	163,3	1,09	149,8

Agrotechnologies

Table 4

Water balance and water consumption coefficient of oilseed flax,
depending on the elements of technology, Rassvet settlement, 2024–2025

Variants	W, mm	P, mm	E, mm	P, t	K _v , mm/t
Without NPK; 3 treatments; phacelia	124	43.3	167.3	1.30	128.7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ; 3 treatments; phacelia	121	43.3	164.3	1.54	106.7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ; 3 treatments; phacelia	123	43.3	166.3	1.64	101.4
Without NPK; no processing; phacelia	125	43.3	168.3	1.16	145.1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ; untreated; phacelia	124	43.3	167.3	1.34	124.9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ; untreated; phacelia	122	43.3	165.3	1.41	117.2
Without NPK; no treatment; winter wheat	120	43.3	163.3	1.09	149.8

Фон питания N₃₀P₃₀K₃₀ давал прибавку урожайности льна на варианте без стимуляторов – 0,18 т/га (15,5 %), с применением стимуляторов – 0,24 т/га (18,5 %) по сравнению с вариантами без удобрений. Норма удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ обеспечивала прибавки на 0,25 т/га (21,6 %) и 0,34 т/га (26,2 %).

Наивысшая отдача урожаем от применения удобрений по сидерату фацелия получена на варианте

с N₃₀P₃₀K₃₀, составив при обработке стимуляторами роста 2,67 кг дополнительной продукции на 1 кг удобрений, без стимуляторов – 2,00 кг/кг.

Наиболее экономное использование влаги урожаем отмечено на варианте с внесением N₆₀P₆₀K₆₀ и тремя обработками стимуляторами роста по предшественнику фацелия – 101,4 мм/т.

Библиографический список

1. Лукомец В. М., Зеленцов С. В., Кривошлыков К. М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. 2015. Вып. 4 (164). С. 81–102.
2. Першаков А. Ю., Белкина Р. И., Пороховинова Е. А. Урожайность и качество семян коллекционных образцов льна масличного // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 03. С. 338–347. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-03-338-347.
3. Parikh M., Maddaford T. G., Austria J. A., et al. Dietary flaxseed as a strategy for improving human health // Nutrients. 2019. Vol. 11, No. 5. Article number 1171. DOI: 10.3390/nu1105 1171.
4. Ашкалов К. А., Кужинов М. Б., Баймуканова О. Н., Байшоланов С. С., Жумабек Б., Муратулы О. Продуктивность и рентабельность льна масличного в зависимости от погодных условий и технологии выращивания в условиях засушливого земледелия // Вестник науки Казахстанского агротехнологического университета им. С. Сейфуллина. 2023. № 1 (116). С. 196–211. DOI: 10.51452/kazatu.2023.1(116).1341.
5. 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. № 07 (236). С. 57–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-57-70.
6. Ергазина Д. С., Жамалова Д. Б., Тыныспаева Б. И., Зинченко А. В., Агибаева З. К. Изучение генофонда льна масличного в Костанайской области: опыт ТОО «СХОС Заречное» // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 08. С. 1177–1187. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-08-1177-1187.
7. Лен масличный (кудряш). Посевные площади, валовые сборы и урожайность в 2023 году [Электронный ресурс]. URL: <https://ab-centre.ru/news/len-maslichnyy-kudryash-posevnyie-ploschadi-valovye-sbory-i-urozhaynost-v-2023-godu> (дата обращения: 19.02.2026).
8. Специализация – лен-кудряш [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/investments/article/44344-spetsializatsiya-len-kudryash-aston-sovmestno-s-zarubezhnym-partnerom-vlozhili-bolee-2-8-mlrd-rub-v-19.02.2026> (дата обращения 06.05.26).

9. Аветисян Д. Р., Каменев Р. А., Каменева В. К. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов при выращивании льна масличного на черноземе обыкновенном в условиях Нижнего Дона // Аграрный научный журнал. 2023. № 8. С. 4–9. DOI: 10.28983/asj.y2023i8pp4-9.

10. Авдеев А. П., Парасоский А. В. Продуктивность льна масличного в южной зоне Ростовской области // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 39. С. 1601–1605. URL: <http://e-koncept.ru/2017/970647.htm> (дата обращения: 19.02.2026).

11. Айтхожин С. К., Гордеева Е. А., Шестакова Н. А., Швидченко В. К., Тезекбаева А. Е. Продуктивность льна масличного (*Linum usitatissimum*) Кустанайский янтарь в условиях сухой степи Северного Казахстана в зависимости от элементов агротехники // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2023. № 3 (118). С. 348–363. DOI: 10.51452/kazatu.2023.3(118).1527.

12. Маслинская М. Е. Оценка уровня продуктивности и адаптивного потенциала сортов льна масличного в условиях Беларуси // Аграрный вестник Урала. 2021. № 09 (212). С. 25–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-212-09-25-33.

13. Кудрявцева Л. П. Значимость «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна» в селекционной работе на устойчивость к фузариозному увяданию и ржавчине // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-01-2-9.

14. Подлипная А. В., Виноградов Д. В., Березнов А. В. Продуктивность льна масличного на фоне расчетных доз минерального питания и применения агрохимиката в условиях Московской области // Плодородие. 2024. № 1. С. 20–22. DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.05.

15. Колотов А. П., Бородулина Ф. А. Реакция льна масличного на минеральные удобрения при бессменном посеве // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5. С. 35–42. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-35-42.

16. Еговцева А. Ю., Каменева И. А., Якубовская А. И., Абдурашитов С. Ф., Гритчин М. В., Смирнова И. И. Таксономическое разнообразие микробиома чернозема южного под влиянием сидерата фацелии и целлюлозолитической ассоциации // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 09. С. 1316–1328. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-09-1316-1328.

17. Приходько А. В., Черкашина А. В. Продуктивность сидеральных культур в различных гидротермических условиях // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 3 (27). С. 144–154. DOI: 10.339522542-0720-2021-3-27-144-154.

18. Маслинская М. Е., Савельев Н. С., Череухина Е. В. Изучение эффективности новых приемов при возделывании льна масличного // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2022. № 2. С. 131–136.

19. Корнейкова Ю. С., Вильдфлуш И. Р. Влияние комплексного применения минеральных удобрений, регуляторов роста и биопрепаратов на урожайность и качество льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. 2021. № 2 (67). С. 143–154.

20. Мамырко Ю. В., Бушнев А. С. Изменение элементов структуры урожая льна масличного в зависимости от гидротермических условий, применения удобрений и нормы высева семян // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1. С. 11–16. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-11-16.

21. Полуэктов Е. В., Цвылев Е. М. Почвенно-земельные ресурсы Ростовской области: монография. Новочеркасск: УПЦ «НАБЛА» ЮРГТУ (НПИ), 2008. 355 с.

Об авторах:

Николай Николаевич Вошедский, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет, Ростовская область, Россия; ORCID 0000-0002-0800-1572, AuthorID 857099. E-mail: nik.voshedskiy@mail.ru

Изида Николаевна Ильинская, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет, Ростовская область, Россия; ORCID 0000-0002-7876-1622, AuthorID 516506. E-mail: izidaar@mail.ru

Владимир Анатольевич Кулыгин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет, Ростовская область, Россия; ORCID 0000-0001-6351-8569, AuthorID 516506. E-mail: kulygin-vladimir@rambler.ru

Сергей Валентинович Пасько, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией биологии растений, агрохимии и сортовой агротехники, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет, Ростовская область, Россия; ORCID 0000-0003-2504-3448, AuthorID 735230.

E-mail: pasko_s@mail.ru

References

1. Lukomets V. M., Zelenetsov S. V., Krivoshlykov K. M. Prospects and reserves for expanding the production of oilseed crops in the Russian Federation. *Oil Crops*. 2015; 4 (164): 81–102. (In Russ.)

2. Pershakov A. Yu., Belkina R. I., Porokhovina E. A. Productivity and quality of seeds of collection samples of oil flax. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023; 24 (03): 338–347. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-03-338-347. (In Russ.)
3. Parikh M., Maddaford T. G., Austria J. A., et al. Dietary flaxseed as a strategy for improving human health. *Nutrients*. 2019; 5 (11): 1171. DOI: 10.3390/nu11051171.
4. Ashkalov K. A., Kuzhinov M. B., Baimukanova O. N., Baisholanov S. S., Zhumabek B., Muratuly O. Productivity and profitability of oilseed flax depending on weather conditions and cultivation technology in arid agriculture. *Bulletin of Science of the C. Seifullin Kazakh Agrotechnological University*. 2023; 1 (116): 196–211. DOI: 10.51452/kazatu.2023.1(116).1341. (In Russ.)
5. 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. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023; 07 (236): 57–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-57-70. (In Russ.)
6. Ergazina D. S., Zhamalova D. B., Tynyspaeva B. I., Zinchenko A. V., Agibayeva Z. K. Study of the oilseed flax gene pool in the Kostanay region: the experience of LLP “AES Zarechnoye”. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 8 (25): Pp. 1177–1187. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-08-1177-1187. (In Russ.)
7. *Oil flax (curly flax). Sown areas, gross yields and yields in 2023* [Internet] [cited 2026 Feb 19]. Available from: <https://ab-centre.ru/news/len-maslichnyy-kudryash-posevnye-ploschadi-valovye-sbory-i-urozhaynost-v-2023-godu>. (In Russ.)
8. *Specialization – curly flax* [Internet] [cited 2026 Jun 05]. Available from: <https://www.agroinvestor.ru/investments/article/44344-spetsializatsiya-len-kudryash-aston-sovmestno-s-zarubezhnym-partnerom-vlozhili-bol-ee-2-8-mlrd-rub-v-19.02.2026>. (In Russ.)
9. Avetisyan D. R., Kamenev R. A., Kameneva V. K. The application of mineral fertilizers and bacterial preparations in the cultivation of oil flax on ordinary chernozem in the conditions of the Lower Don. *Agrarian Scientific Journal*. 2023; 8: 4–9. DOI: 10.28983/asj.y2023i8pp4-9. (In Russ.)
10. Avdeenko A. P., Parasotskiy A. V. Productivity of oilseed flax in the southern zone of the Rostov Region. *Scientific and Methodological Electronic Journal “Concept”* [Internet]. 2017 [cited 2026 Feb 19]; 39: 1601–1605. Available from: <http://e-koncept.ru/2017/970647.htm>. (In Russ.)
11. Aitkhozhin S. K., Gordeeva E. A., Shestakova N. A., Shvidchenko V. K., Tezekbaeva A. E. Productivity of oil flax (*Linum usitatissimum*) ‘Kustanay amber’ in the conditions of the dry steppe of Northern Kazakhstan, depending on the elements of agricultural technology. *Bulletin of Science of the S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University*. 2023; 3 (118): 348–363. DOI: 10.51452/kazatu.2023.3(118).1527. (In Russ.)
12. Maslinskaya M. E. Assessment of the level of productivity and adaptive potential of linseed varieties in Belarus. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; 9 (212): 25–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-212-09-25-33. (In Russ.)
13. Kudryavtseva L. P. The importance of the “Collection of microorganisms – pathogens of flax diseases” in breeding work for resistance to fusarium wilt and rust. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 01 (25): 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-01-2-9. (In Russ.)
14. Podlipnaya A. V., Vinogradov D. V., Bereznev A. V. Productivity of oilseed flax against the background of calculated doses of mineral nutrition and the use of agrochemicals in the conditions of the Moscow region. *Plodородie*. 2024; 1: 20–22. DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.05. (In Russ.)
15. Kolotov A. P., Borodulina F. A. The oil flax reaction to mineral fertilizers with permanent sowing. *Bulletin of KSAU*. 2022; 5: 35–42. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-35-42. (In Russ.)
16. Egovtseva A. Yu., Kameneva I. A., Yakubovskaya A. I., Abdurashitov S. F., Gritchin M. V., Smirnova I. I. Taxonomic diversity of the microbiome of southern chernozem under the influence of phacelia green manure and cellulolytic association. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 09 (25): 1316–1328. DOI: 10.32417/1997-4868-2025-25-09-1316-1328. (In Russ.)
17. Prikhodko A. V., Cherkashina A. V. Productivity of green manure crops depending on hydrothermal conditions. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2021; 3 (27): 144–154. DOI: 10.339522542-0720-2021-3-27-144-154. (In Russ.)
18. Maslinskaya M. E., Savelyev N. S., Cheryukhina E. V. Studying the effectiveness of new techniques in the cultivation of oilseed flax. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2022; 2: 131–136. (In Russ.)
19. Korneikova Yu. S., Wildflush I. R. Influence of complex application of mineral fertilizers, regulators of height and biologics on the productivity and quality of flax oily on sod-podzolic light loamy soil. *Soil Science and Agrochemistry*. 2021; 2 (67): 143–154. (In Russ.)
20. Mamyрко Yu. V., Bushnev A. S. The change in the yield structure elements of oilseed flax depending on hydrothermal conditions, the use of fertilizers, the seeding rates. *Grain Economy of Russia*. 2020; 1: 11–16. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-11-16. (In Russ.)

21. Poluektov E. V., Tsilyev E. M. *Soil and Land Resources of the Rostov Region: a monograph*. Novocherkassk: UPC "NABLA" of the South Russian State Technical University (NPI), 2008: 355. (In Russ.)

Authors' information:

Nikolay N. Voshedskiy, candidate of agricultural sciences, leading researcher, Federal Rostov Agrarian Research Center, Rassvet settlement, Rostov region, Russia; ORCID 0000-0002-0800-1572, AuthorID 857099.

E-mail: nik.voshedskiy@mail.ru

Izida N. Ilyinskaya, doctor of agricultural sciences, chief researcher, Federal Rostov Agrarian Research Center, Rassvet settlement, Rostov region, Russia; ORCID 0000-0002-7876-1622, AuthorID 516506.

E-mail: izidaar@mail.ru

Vladimir A. Kulygin, candidate of agricultural sciences, leading researcher, Federal Rostov Agrarian Research Center, Rassvet settlement, Rostov region, Russia; ORCID 0000-0001-6351-8569, AuthorID 516506.

E-mail: kulygin-vladimir@rambler.ru

Sergey V. Pasko, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of plant biology, agrochemistry, and varietal agrotechnology, Federal Rostov Agrarian Research Center, Rassvet settlement, Rostov region, Russia; ORCID 0000-0003-2504-3448, AuthorID 735230. *E-mail: pasko_s@mail.ru*