

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 633.854.54

doi: 10.31774/2712-9357-2025-15-2-334-352

Влияние приемов возделывания на урожайность и водопотребление льна масличного в условиях Ростовской области

Николай Николаевич Вошедский¹, Владимир Анатольевич Кулыгин²,
Оксана Анатольевна Целуйко³, Марина Ивановна Рычкова⁴

^{1, 2, 3, 4}Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация

¹nik.voshedskiy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0800-1572>

²kulygin-vladimir@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6351-8569>

³o.tseluyko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9161-0346>

⁴ruchkova-1980@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3236-6368>

Аннотация. Цель: выявление эффективного сочетания способов основной обработки почвы, нормы высева семян и фона удобрений на урожайность и водопотребление сортов льна масличного ВНИИМК-620 и Небесный в условиях Ростовской области. Работа выполнена в 2023–2024 гг. на опытном стационаре научного центра. **Материалы и методы.** Изучались способы основной обработки почвы (вспашка, комбинированная обработка, чизелевание) – фактор А; нормы высева (7,0; 7,25 и 7,5 млн шт./га) – фактор В; фоны удобрений (1 – без удобрений; 2 – N₄₀P₄₀K₄₀; 3 – N₈₀P₈₀K₈₀) – фактор С. Почвы – обыкновенные черноземы. **Результаты.** В условиях более благоприятного по тепло- и влагообеспеченности 2023 г. с ГТК = 1,28–1,50 урожайность льна масличного изучаемых сортов была выше на 0,56–0,63 т/га, или 56,0–58,9 % по сравнению с засушливым 2024 г. с ГТК = 0,14–0,16. Увеличение нормы высева (фактор В) до 7,5 млн шт./га обеспечивало наибольшие прибавки урожайности по вариантам ВНИИМК-620 на 25,0–25,7 и 17,9–20,7 %, Небесный – на 24,4–25,3 и 19,0–19,6 % в сравнении с контролем. Норма удобрений (фактор С) высокого фона питания (N₈₀P₈₀K₈₀) повышала урожайность льна ВНИИМК-620 на 26,3–26,5 и 18,2–19,1 %, Небесный – на 26,2–27,0 и 19,8–20,2 % по сравнению с вариантом без удобрений. Лучшая отдача от удобрений получена в 2023 г. на вариантах со вспашкой и чизелеванием при норме высева 7,5 млн шт./га, составив по сортам: ВНИИМК-620 – 2,17 кг/кг, Небесный – 2,42 кг/кг. **Выводы.** Максимальная урожайность льна – 1,20–1,95 т/га – обеспечивается по сорту ВНИИМК-620 при вспашке с нормой высева 7,5 млн шт./га, выращиваемого на фоне удобрений N₈₀P₈₀K₈₀. При тех же условиях сорт Небесный превосходит его по урожайности на 0,09–0,19 т/га.

Ключевые слова: лен масличный, способ основной обработки, норма высева, удобрение, урожайность, водопотребление

Для цитирования: Влияние приемов возделывания на урожайность и водопотребление льна масличного в условиях Ростовской области / Н. Н. Вошедский, В. А. Кулыгин, О. А. Целуйко, М. И. Рычкова // Мелиорация и гидротехника. 2025. Т. 15, № 2. С. 334–352. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-2-334-352>.

GENERAL AGRICULTURE, CROP SCIENCE

Original article

The influence of cultivation methods on the yield and water consumption of oilseed flax in the Rostov region



**Nikolay N. Voshedsky¹, Vladimir A. Kulygin², Oksana A. Tseluiko³,
Marina I. Rychkova⁴**

^{1, 2, 3, 4}Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation

¹nik.voshedskiy@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0800-1572>

²kulygin-vladimir@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6351-8569>

³o.tseluyko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9161-0346>

⁴ruchkova-1980@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3236-6368>

Abstract. Purpose: to identify an effective combination of primary soil cultivation methods, seeding rates and fertilizer background on the yield and water consumption of oilseed flax varieties VNIIMK-620 and Nebesny in the Rostov region. The work was carried out in 2023–2024 at the experimental stationary of the scientific center. **Materials and methods.** The studied methods of primary soil cultivation (plowing, combined cultivation, chiselization) – factor A; seeding rates (7.0; 7.25 and 7.5 million pcs/ha) – factor B; fertilizer backgrounds (1 – no fertilizers; 2 – N₄₀P₄₀K₄₀; 3 – N₈₀P₈₀K₈₀) – factor C. Soils are ordinary chernozems. **Results.** In the more favorable conditions of heat and moisture supply in 2023 with HTI = 1.28–1.50, the yield of oilseed flax of the studied varieties was higher by 0.56–0.63 t/ha, or 56.0–58.9 % compared to the dry 2024 with HTI = 0.14–0.16. An increase in the seeding rate (factor B) to 7.5 million pcs/ha provided the greatest yield increases for the VNIIMK-620 variants by 25.0–25.7 and 17.9–20.7 %, and for Nebesny – by 24.4–25.3 and 19.0–19.6 % compared to the control. The fertilizer rate (factor C) of a high nutrition background (N₈₀P₈₀K₈₀) increased the yield of flax VNIIMK-620 by 26.3–26.5 and 18.2–19.1 %, Nebesny – by 26.2–27.0 and 19.8–20.2 % compared to the variant without fertilizers. The best return on fertilizers was obtained in 2023 in variants with plowing and chisel cultivation at a seeding rate of 7.5 million pcs/ha, amounting to the following varieties: VNIIMK-620 – 2.17 kg/kg, Nebesny – 2.42 kg/kg. **Conclusions.** The maximum flax yield of 1.20–1.95 t/ha is provided by the VNIIMK-620 variety when plowing with a seeding rate of 7.5 million pcs/ha, grown against the background of N₈₀P₈₀K₈₀ fertilizers. Under the same conditions, the Nebesny variety surpasses it in yield by 0.09–0.19 t/ha.

Keywords: oilseed flax, primary cultivation method, seeding rate, fertilizer, crop yield, water consumption

For citation: Voshedsky N. N., Kulygin V. A., Tseluiko O. A., Rychkova M. I. The influence of cultivation methods on the yield and water consumption of oilseed flax in the Rostov region. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2025;15(2):334–352. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-2-334-352>.

Введение. Лен масличный (кудряш) является важной многопрофильной сельскохозяйственной культурой, которая находит широкое применение в разных областях народного хозяйства. Высокое содержание в семенах льна масла (до 50 %) делает их ценным техническим сырьем для лакокрасочной, кожевенно-обувной, мыловаренной промышленности. Обладая лечебно-профилактическими свойствами, льняное масло используется в медицине при атеросклерозе, нарушении жирового обмена, онкологических заболеваниях, оказывает ранозаживляющее действие при ожогах, об-

морожениях, лучевых поражениях кожи [1]. Культура пользуется спросом в животноводстве, в частности, способствуя решению белковой и кормовой проблемы. Льняной жмых является ценным энергонасыщенным кормом, добавки которого в рацион питания животных позволяют сбалансировать его по протеину, жиру, незаменимым аминокислотам. Питательные вещества льняного жмыха хорошо усваиваются при потреблении, не только повышают удойность коров, содержание молочного жира, но и оказывают благоприятное воздействие на здоровье животных [1, 2]. При этом лен масличный хорошо адаптируется к засушливым условиям произрастания, отличается стабильной и высокой продуктивностью получения маслосемян, не требует использования специальных средств механизации при проведении технологических операций возделывания. В условиях усиления засушливости климата лен масличный становится перспективной культурой при выращивании в зоне недостаточного увлажнения, что отражают стабильно увеличивающиеся площади под посевами культуры [3, 4]. В Ростовской области к 2023 г. они достигли 37,6 тыс. га. Однако урожайность культуры отличается нестабильностью по годам и районам области: в 2022 г. средний показатель не превышал 0,95 т/га, а в благоприятном по климатическим условиям 2023 г. достиг 1,62 т/га [5]¹. Но, как следует из анализа специальных источников, потенциал районированных в регионе сортов достигает 2,5–2,6 т/га [6]², что отражает значительную разницу продуктивности льна масличного между проектными и фактическими показателями. Среди причин недостаточно высокой урожайности маслосемян в Ростовской области следует отметить, что лен-кудряш является относительно новой для региона культурой. В связи с этим отмечается недоста-

¹Лен масличный (кудряш). Посевные площади, валовые сборы и урожайность в 2023 году [Электронный ресурс]. URL: <https://ab-centre.ru/news/len-maslichnyy-kudryash-posevnye-ploschadi-valovye-sbory-i-urozhaynost-v-2023-godu?ysclid=mc03n5l06321130253> (дата обращения: 03.02.2025).

²Сорта полевых культур (каталог) / ФРАНЦ. Ростов н/Д., 2023. 204 с. DOI: 10.34924/FRARC.2023.26.57.001.

точная разработанность элементов технологии возделывания льна с привязкой сортовых особенностей к конкретным почвенно-климатическим условиям, дефицит урожайных адаптивных сортов, их слабое практическое использование [2, 4]. Анализ специальной литературы отражает различные точки зрения исследователей на оптимальные характеристики ключевых элементов технологии возделывания льна масличного. Среди них наиболее энергозатратная технологическая операция – способ основной обработки почвы [5–7]. Другими важными элементами технологии являются 1) установление оптимальной густоты стеблестоя растений [8–9], 2) эффективные нормы и сроки применения минеральных удобрений [10–12, 13], 3) особенности водопотребления растений [4, 14], а также взаимовлияние разных факторов [9, 11, 14] и перспективных агротехнических приемов [7, 15]. На основании приведенных данных, объектом наших исследований были адаптивные к условиям недостаточного увлажнения сорта льна масличного ВНИИМК-620 и Небесный. Цель исследований – выявление эффективного сочетания способов основной обработки почвы, нормы высева семян и фона удобрений на урожайность и водопотребление сортов льна масличного ВНИИМК-620 и Небесный в условиях Ростовской области.

Материалы и методы. Опыты проводились в Аксайском районе Ростовской области в 2023–2024 гг. 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 определяет сухость воздуха и почвы, частую повторяемость засух [16]. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным карбонатным среднемощным легкосуглини-

стым на лессовидном суглинке. Содержание гумуса в пахотном (0–30 см) слое составляло 4,0–4,2 % (по И. В. Тюрину), общего азота – 0,22–0,25 % (метод ЦИНАО), подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) соответственно 39 и 545 мг/кг (по А. Т. Кирсанову). Реакция почвенного раствора (рН) – 7,1–7,3 ед. Плотность почвы в ненарушенном состоянии для слоя 0–30 см составляет 1,26 г/см³ [16]. Полевые опыты проводились на основании базовых положений общепринятых методик^{3, 4}.

При проведении исследований использовались сорта льна масличного ВНИИМК-620 и Небесный. Исследовалось влияние разных способов основной обработки почвы, норм высева семян и фонов минерального питания на урожайность и водопотребление изучаемых сортов в почвенно-климатических условиях Приазовской зоны. Расположение опытных делянок в трехкратной повторности. Изучаемые факторы А, В и С накладывались друг на друга. При проведении исследований использовалась типичная схема опытов, применяемая в ФГБНУ ФРАНЦ [16]. Приемы основной обработки почвы (фактор А): вспашка на 25–27 см скоростным плугом ПС-3+1 в агрегате с трактором МТЗ-1025.3 (контроль); комбинированная обработка, включающая дискование на 14–16 см бороной БДМ-3 × 4 в агрегате с трактором МТЗ-1025.3 и щелевание на 40–45 см щелерезом Щ-2 в агрегате с Т-150; чизелевание на 25–27 см плугом ПС-3+1, оборудованным чизельными стойками, в агрегате с МТЗ-1025.3 [16].

Норма высева семян (фактор В): 1) 7,0 млн шт./га (контроль); 2) 7,25 млн шт./га; 3) 7,5 млн шт./га. Уровень применения удобрений (фактор С): 1) без удобрений (контроль); 2) $N_{40}P_{40}K_{40}$; 3) $N_{80}P_{80}K_{80}$. Фосфорно-калийные удобрения дозами $P_{40}K_{40}$ и $P_{80}K_{80}$ вносились под основную обработку почвы, азотные подкормки дозами N_{40} и N_{80} – в период полных всходов.

³Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, стер. М.: Альянс, 2011. 351 с.

⁴Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

Посев изучаемых сортов льна проводился в идентичные сроки: 25 марта в 2023 г. и 26 марта в 2024 г. Агротехника при проведении опытов осуществлялась согласно зональным системам земледелия [17].

Результаты и обсуждение. Условия тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода характеризуются гидротермическим коэффициентом (ГТК): отношением суммы осадков (x) к сумме температур воздуха (ΣT , °C), средней температурой воздуха. Вегетационные периоды изучаемых сортов льна масличного в годы исследований имели определенные отличия как по продолжительности, так и по обеспеченности теплом и влагой, что отражают данные, полученные на варианте со вспашкой, нормой высева семян 7,5 млн шт./га и фоном удобрений $N_{80}P_{80}K_{80}$ (таблица 1).

Таблица 1 – Тепло- и влагообеспеченность вегетационных периодов сортов льна масличного, 2023–2024 гг.

Table 1 – Heat and moisture supply during the growing seasons of oilseed flax varieties, 2023–2024

Период	Дни		ΣT , °C		Средняя T , °C		x , мм		ГТК	
	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сорт ВНИИМК-620										
Посев – всходы	14	14	124,3	177,4	8,9	12,7	25,0	5,0	2,01	0,28
Всходы – елочка	22	18	247,2	303,3	11,2	16,9	80,0	3,6	3,23	0,12
Елочка – бутонизация	25	22	359,1	305,9	14,4	13,9	35,0	2,2	0,97	0,07
Бутонизация – цветение	15	12	279,7	251,6	18,6	21,0	53,6	0,8	1,92	0,03
Цветение – спелость	43	41	938,7	1037,1	21,8	25,3	56,4	18,4	0,60	0,18
Вегетационный период	119	107	1949,0	2075,3	16,4	20,5	250,0	30,0	1,28	0,14
Активная вегетация	105	93	1824,7	1897,9	17,4	21,8	225,0	25,0	1,23	0,13
Сорт Небесный										
Посев – всходы	13	13	112,2	161,8	8,6	12,4	22,8	5,0	2,03	0,31
Всходы – елочка	20	16	211,2	263,9	10,6	16,5	67,8	3,6	3,21	0,14
Елочка – бутонизация	24	22	337,0	323,1	14,0	14,9	37,2	2,2	1,10	0,07
Бутонизация – цветение	14	12	240,5	202,2	17,2	16,9	65,8	0,6	2,74	0,03
Цветение – спелость	41	40	871,3	975,1	21,3	24,4	55,0	18,6	0,63	0,19

Продолжение таблицы 1

Table 1 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вегетационный период	112	103	1662,2	1926,1	14,8	18,7	248,6	30,0	1,50	0,16
Активная вегетация	99	90	1550,0	1764,3	15,7	19,6	225,8	25,0	1,46	0,14

Хотя оба сорта являются среднеспелыми, продолжительность вегетационного периода на варианте с ВНИИМК-620 в 2023 г. составила 119 сут, в 2024 г. – 107 сут, на варианте с Небесным соответственно 112 и 103 сут. Обеспеченность растений льна теплом и влагой в годы проведения опытов имела значительные отличия, что нашло отражение в показателях гидротермического коэффициента, который у сортов ВНИИМК-620 и Небесный составил в 2023 г. – 1,28 (обеспеченное увлажнение) и 1,50 (избыточное увлажнение), в 2024 г. – 0,14 и 0,16 (очень сухо). Периоды «посев – всходы» и «всходы – елочка» в 2023 г. характеризовались обильным количеством осадков и соответствующих высоких ГТК в пределах 2,01–3,23 и 2,03–3,21. Однако в 2024 г. в эти периоды отмечены стрессовые климатические условия для растений, что отражают гидротермические коэффициенты 0,28–0,12 и 0,31–0,14. Периоды вегетации «елочка – бутонизация» и «бутонизация – цветение» являются для льна масличного критическими по потребности культуры во влаге. Именно условия тепло- и влагообеспеченности растений в эти фазы роста и развития оказывают решающее влияние на формирование урожайности. В 2023 г. ГТК этих периодов был высоким: у сорта ВНИИМК-620 в пределах 0,97–1,92, у сорта Небесный – 1,10–2,74. Это в целом создавало благоприятные условия для формирования урожайности семян, однако в отдельные дни наблюдалось переувлажнение почвы. Диаметрально противоположные климатические характеристики отмечены в 2024 г., когда гидротермические коэффициенты критических периодов водопотребления у изучаемых сортов были крайне низкими, не превышая 0,03–0,07, что отражает стрессовое состояние растений. Аналогичная тен-

денция в показателях ГТК по годам наблюдалась в период «цветение-спелость», составив в 2023 г. у сорта ВНИИМК-620 – 0,60, у сорта Небесный – 0,63, в 2024 г. – 0,18 и 0,19.

Таким образом, в 2023 г. отмечались благоприятные условия по обеспеченности сортов льна теплом и влагой, что отражают ГТК активной вегетации, которые составили у сорта ВНИИМК-620 – 1,23 (обеспеченное увлажнение), сорта Небесный – 1,46 (избыточное увлажнение). В 2024 г. соответствующие условия были крайне неблагоприятными, что наглядно подтверждается ГТК активного периода вегетации, не превысившие 0,13 и 0,14 (очень сухо).

Разные способы основной обработки почвы, густота стеблестоя растений, нормы внесения удобрений и обеспеченность льна масличного теплом и влагой отразились на показателях урожайности маслосемян по вариантам опыта (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность сортов льна масличного в зависимости от разных факторов

Table 2 – Yield of oilseed flax varieties depending on various factors

Фон питания, (фактор С)	Норма высева, (фактор В), млн шт./га	Урожайность, т/га					
		Вспашка (контроль), А1		Комбинированная обработка, А2		Чизелевание, А3	
		2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
Сорт ВНИИМК-620							
Без удобрений (контроль)	7,0 (контроль)	1,23	0,87	1,17	0,79	1,19	0,81
	7,25	1,45	0,94	1,38	0,89	1,41	0,90
	7,5	1,53	1,01	1,45	0,95	1,48	0,96
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	7,0 (контроль)	1,43	0,96	1,35	0,88	1,39	0,92
	7,25	1,70	1,03	1,62	1,01	1,65	1,00
	7,5	1,79	1,14	1,70	1,08	1,74	1,11
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	7,0 (контроль)	1,54	1,02	1,46	0,94	1,49	0,97
	7,25	1,82	1,11	1,73	1,05	1,77	1,07
	7,5	1,95	1,20	1,85	1,13	1,89	1,14
Среднее (фактор А)		1,60	1,03	1,52	0,97	1,56	0,99
Среднее (фактор В)	7,0 (контроль)	1,40	0,95	1,33	0,87	1,36	0,90
	7,25	1,66	1,03	1,58	0,98	1,61	0,99
	7,5	1,76	1,12	1,67	1,05	1,70	1,07

Продолжение таблицы 2

Table 2 continued

1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее (фактор С)	б/у (контроль)	1,40	0,94	1,33	0,88	1,36	0,89
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	1,64	1,04	1,56	0,99	1,59	1,01
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	1,77	1,11	1,68	1,04	1,72	1,06
2023 г.: общее НСР ₀₅ = 0,19 т/га; факторы А: 0,05 т/га; В: 0,06 т/га; С: 0,07 т/га. 2024 г.: общее НСР ₀₅ = 0,072 т/га; факторы А: 0,023 т/га; В: 0,024 т/га; С: 0,025 т/га							
Сорт Небесный							
Без удобрений (контроль)	7,0 (контроль)	1,36	0,91	1,29	0,86	1,32	0,88
	7,25	1,54	0,99	1,46	0,94	1,49	0,97
	7,5	1,68	1,07	1,60	1,01	1,63	1,04
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	7,0 (контроль)	1,56	1,02	1,49	0,96	1,52	0,98
	7,25	1,78	1,10	1,70	1,06	1,74	1,09
	7,5	1,97	1,20	1,88	1,15	1,92	1,18
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	7,0 (контроль)	1,72	1,08	1,62	1,02	1,66	1,04
	7,25	1,95	1,19	1,85	1,13	1,89	1,16
	7,5	2,14	1,29	2,03	1,23	2,08	1,25
Среднее (фактор А)		1,74	1,09	1,66	1,04	1,69	1,07
Среднее (фактор В)	7,0 (контроль)	1,55	1,00	1,47	0,95	1,50	0,97
	7,25	1,76	1,09	1,67	1,04	1,71	1,07
	7,5	1,93	1,19	1,84	1,13	1,88	1,16
Среднее (фактор С)	б/у (контроль)	1,53	0,99	1,45	0,94	1,48	0,96
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	1,77	1,11	1,69	1,06	1,73	1,08
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	1,94	1,19	1,83	1,13	1,88	1,15
2023 г.: общее НСР ₀₅ = 0,20 т/га; факторы А: 0,07 т/га; В: 0,08 т/га; С: 0,09 т/га. 2024 г.: общее НСР ₀₅ = 0,166 т/га; факторы А: 0,023 т/га; В: 0,024 т/га; С: 0,025 т/га.							

Анализ приведенных данных отражает тенденцию увеличения урожайности по мере интенсификации способа основной обработки почвы, густоты посева и норм удобрений. Значительно лучшие показатели урожайности маслосемян получены в благоприятном по тепло- и влагообеспеченности 2023 г. В абсолютном значении самая высокая урожайность изучаемых сортов льна наблюдалась на варианте со вспашкой, нормами высева 7,5 млн шт./га и удобрений N₈₀P₈₀K₈₀, составив в 2023 г. по сорту ВНИИМК-620 1,95 т/га, что на 0,75 т/га, или на 62,5 % выше аналогичных данных 2024 г. Еще более высокая урожайность на этом варианте в 2023 г. отмечена у сорта Небесный – 2,14 т/га, что на 0,85 т/га, или на 65,9 % больше, чем в 2024 г.

Способы основной обработки почвы (фактор А) оказывали определенное влияние на изменение урожайности льна. Лучшая урожайность, не-

зависимо от нормы высева и фона удобрений, отмечена на вариантах вспашки, составив по годам у сорта ВНИИМК 1,60 и 1,03 т/га, Небесный – 1,74 и 1,07 т/га. При комбинированной обработке отмечалось снижение урожайности семян по сорту ВНИИМК-620 на 0,06–0,08 т/га (5,0–5,8 %), по сорту Небесный на 0,05–0,08 т/га (4,6 %) по сравнению с вспашкой, принятой за контроль. Аналогичное уменьшение на вариантах с чизелеванием почвы было минимальным, не превысив у названных сортов 0,04 т/га (2,5–3,9 %) и 0,02–0,05 т/га (1,8–2,9 %).

Норма высева семян (фактор В) 7,5 млн шт./га обеспечивала наибольшую урожайность льна, независимо от способа основной обработки почвы и норм удобрений, составив у сортов ВНИИМК-620 в 2023–2024 гг. 1,76 и 1,12 т/га, Небесный – 1,93 и 1,19 т/га. При этом увеличение нормы высева до 7,25 и 7,5 млн шт./га давало прибавки по сорту ВНИИМК-620 в 2023 г. 0,25–0,26 т/га (18,4–18,8 %) и 0,34–0,36 т/га (25,0–25,7 %), в 2024 г. – 0,08–0,11 т/га (8,4–12,6 %) и 0,17–0,18 т/га (17,9–20,7 %) по сравнению с контролем (7,0 млн шт./га). Такие же прибавки у сорта Небесный при нормах высева 60 и 70 кг/га в 2023 г. составили 0,20–0,21 т/га (13,6–14,0 %) и 0,37–0,38 т/га (24,4–25,3 %), в 2024 г. – 0,09–0,10 т/га (9,0–10,3 %) и 0,18–0,19 т/га (19,0–19,6 %). Таким образом, в благоприятный по тепло- и влагообеспеченности 2023 г. прибавки урожайности семян льна при увеличении нормы высева до 60 кг/га у изучаемых сортов были в 2,3–3,1 раза, а при норме 70 кг/га – в 2,8–3,3 раза выше, чем в засушливом 2024 г.

Норма удобрений (фактор С) $N_{80}P_{80}K_{80}$, независимо от способов обработки почвы и плотности посева обеспечивала самую высокую урожайность маслосемян, которая в 2023–2024 гг. была у сорта ВНИИМК-620 в пределах 1,68–1,77 и 1,04–1,11 т/га, у сорта Небесный – 1,83–1,94 и 1,13–1,19 т/га. Фон питания ($N_{40}P_{40}K_{40}$) способствовал получению прибавки урожайности в 2023 г. на вариантах сортов ВНИИМК-620 и Небесный 0,23–0,24 т/га (18,9–17,3 %) и 0,24–0,25 т/га (15,7–16,9 %) по сравнению

с контролем без удобрений. В 2024 г. эти показатели не превысили, соответственно, 0,10–0,12 т/га (10,6–13,5 %) и 0,12 т/га (12,1–12,8 %). Вариант с уровнем питания $N_{80}P_{80}K_{80}$ обеспечивал наибольшее увеличение урожайности, достигнув у изучаемых сортов в 2023 г. 0,35–0,37 т/га (26,3–26,5 %) и 0,38–0,41 т/га (26,2–27,0 %), в 2024 г. – 0,16–0,17 т/га (18,2–19,1 %) и 0,19–0,2 т/га (19,8–20,2 %). Таким образом, самая высокая урожайность маслосемян льна получена на варианте со вспашкой, нормами высева 7,5 млн шт./га и удобрений $N_{80}P_{80}K_{80}$, составив по сортам ВНИИМК-620 – 1,20–1,95 т/га, Небесный – 1,29–2,14 т/га. При этом следует отметить, что в вегетационный период 2023 г. обильные осадки в начальный период вегетации и во время созревания (таблица 1) не способствовали оптимальным условиям роста и развития культуры. Острый дефицит влаги в 2024 г. также создавал стрессовые условия для вегетации растений, что отразилось на показателях урожайности. Однако отдельные значения урожайности на вариантах опыта в пределах 1,20–1,29 т/га подтверждают характеристику льна масличного как засухоустойчивой культуры.

Изменение показателей эффективности использования удобрений льном на вариантах опыта имело свои закономерности (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность использования удобрений сортами льна масличного, 2023–2024 гг.

Table 3 – Fertilizer application efficiency for oilseed flax varieties, 2023–2024

Способ основной обработки	Норма высева, млн шт./га	Прибавки урожайности от удобрений, т/га				Отдача от применения удобрений, кг/кг			
		$N_{40}P_{40}K_{40}$		$N_{80}P_{80}K_{80}$		$N_{40}P_{40}K_{40}$		$N_{80}P_{80}K_{80}$	
		2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сорт ВНИИМК-620									
Вспашка	7,0	0,20	0,09	0,31	0,15	1,67	0,75	1,29	0,63
	7,25	0,25	0,09	0,37	0,17	2,08	0,75	1,54	0,71
	7,5	0,26	0,13	0,42	0,19	2,17	1,08	1,75	0,79
Комбинированная обработка	7,0	0,18	0,09	0,29	0,15	1,50	0,75	1,21	0,63
	7,25	0,24	0,12	0,35	0,16	2,00	1,00	1,46	0,67
	7,5	0,25	0,13	0,40	0,18	2,08	1,08	1,67	0,75

Продолжение таблицы 3

Table 3 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чизелевание	7,0	0,20	0,11	0,30	0,16	1,67	0,92	1,25	0,67
	7,25	0,24	0,10	0,36	0,17	2,00	0,83	1,50	0,71
	7,5	0,26	0,15	0,41	0,18	2,17	1,25	1,71	0,75
Сорт Небесный									
Вспашка	7,0	0,20	0,11	0,36	0,17	1,67	0,92	1,50	0,71
	7,25	0,24	0,11	0,41	0,20	2,00	0,92	1,71	0,83
	7,5	0,29	0,13	0,46	0,22	2,42	1,08	1,92	0,92
Комбинированная обработка	7,0	0,20	0,10	0,33	0,16	1,67	0,83	1,38	0,67
	7,25	0,24	0,12	0,39	0,19	2,00	1,00	1,63	0,79
	7,5	0,28	0,14	0,43	0,22	2,33	1,17	1,79	0,92
Чизелевание	7,0	0,20	0,10	0,34	0,16	1,67	0,83	1,42	0,67
	7,25	0,25	0,12	0,40	0,19	2,08	1,00	1,67	0,79
	7,5	0,29	0,14	0,45	0,21	2,42	1,17	1,88	0,88

Более эффективное использование удобрений при выращивании льна масличного изучаемых сортов в годы проведения исследований на всех вариантах отмечено в условиях фона питания $N_{40}P_{40}K_{40}$. В 2023 г. лучшая отдача от удобрений получена на вариантах со вспашкой и чизелеванием при норме высева 7,5 млн шт./га, составив по сорту ВНИИМК-620 2,17, сорту Небесный 2,42 кг дополнительной продукции на 1 кг внесенных удобрений. При этом соответствующие показатели на вариантах с нормой удобрений $N_{80}P_{80}K_{80}$ оказались значительно меньше, не превысив у сортов ВНИИМК-620 1,75 и 1,71 кг/кг, Небесный – 1,92 и 1,88 кг/кг. В 2024 г. более высокая отдача от удобрений по сорту ВНИИМК-620 получена в условиях с чизельной обработкой и нормой высева 7,5 млн шт./га – 1,25 кг/кг. У сорта Небесный лучший показатель отмечен на вариантах с комбинированной и чизельной обработками при норме высева 7,5 млн шт./га – 1,17 кг/кг.

Следует отметить, что прибавки урожайности льна от применения удобрений в рассматриваемые годы имели значительные отличия. В более благоприятном по тепло- и влагообеспеченности 2023 г. они были выше, чем в засушливом 2024 г. при фоне питания $N_{40}P_{40}K_{40}$ у сорта ВНИИМК-620 в 1,7–2,8, у сорта Небесный – в 1,8–2,2 раза. Аналогичная разница при фо-

не питания $N_{80}P_{80}K_{80}$ у изучаемых сортов была, соответственно в 1,9–2,3 и 2,0–2,1 раза. Такие же соотношения отмечены и в показателях отдачи от применения удобрений и приоритетом данных благоприятного по тепло- и влагообеспеченности 2023 г.

Элементы водного баланса льна масличного (осадки X , расход влаги из почвы ΔW в слое 1 м, суммарное водопотребление E) в годы наблюдений имели значительные отличия, что характерно при возделывании сельскохозяйственных культур в богарных условиях зоны недостаточного увлажнения [16]. Эти отличия оказали влияние на показатели урожайности (Y) и эффективности использования влаги (коэффициент водопотребления K_v) льном масличным. Грунтовые воды как элемент водного баланса культуры не учитывались, так как залегали на глубине более 4 м [16].

Наиболее наглядны особенности водопотребления сортов льна масличного на варианте с фоном минерального питания $N_{80}P_{80}K_{80}$, нормой высева 70 кг/га при разных способах основной обработки почвы (таблица 4).

Таблица 4 – Водный баланс сортов льна масличного, 2023–2024 гг.

Table 4 – Water balance of oilseed flax varieties, 2023–2024

Способ основной обработки	Год	ΔW , м ³ /га	X , м ³ /га	E , м ³ /га	Y , т	K_v , м ³ /т
Сорт ВНИИМК-620						
Вспашка	2023	665	2500	3165	1,95	1623
	2024	1310	300	1610	1,20	1342
Комбинированная обработка	2023	770	2500	3270	1,85	1767
	2024	1420	300	1720	1,13	1522
Чизелевание	2023	710	2500	3210	1,89	1698
	2024	1350	300	1650	1,14	1447
Сорт Небесный						
Вспашка	2023	660	2486	3146	2,14	1470
	2024	1305	300	1605	1,29	1244
Комбинированная обработка	2023	775	2486	3261	2,03	1606
	2024	1430	300	1730	1,23	1407
Чизелевание	2023	730	2486	3216	2,08	1546
	2024	1340	300	1640	1,25	1312

Разная тепло- и влагообеспеченность льна масличного в годы проведения опытов отразилась на соотношении элементов водного баланса.

В 2023 г. значительную долю суммарного водопотребления составляли атмосферные осадки, составив у сорта ВНИИМК-620 2500 м³/га, или 76,5–79,0 %, а у сорта Небесный – 2486 м³/га, или 76,2–79,0 %. При этом доля расхода воды из почвы на вариантах сорта ВНИИМК-620 не превышала 665–770 м³/га (21,0–23,5 %), сорта Небесный – 660–775 м³/га (21,0–23,8 %). В 2024 г. наблюдались обратные данные с минимальным значением в доле водного баланса атмосферных осадков, которые не превысили у изучаемых сортов 300 м³/га, или 17,3–17,7 %, а расход влаги из почвы достигал у сорта ВНИИМК-620 от 1310 до 1420 м³/га, сорта Небесный – 1305–1430 м³/га, или 82,3–82,7 % от суммарного водопотребления. Значительно меньшее суммарное водопотребление сортов льна в 2024 г. предопределило более низкие коэффициенты водопотребления. Наиболее рациональное использование почвенной влаги на получение единицы продукции отмечено в 2024 г. на варианте со вспашкой, составив по сорту ВНИИМК-620 – 1342 м³/т, сорту Небесный – 1244 м³/т.

Выводы. В условиях более благоприятного по тепло- и влагообеспеченности 2023 г. (ГТК = 1,28–1,50) урожайность льна масличного изучаемых сортов была выше на 0,56–0,63 т/га, или 56,0–58,9 % по сравнению с засушливым 2024 г. (ГТК = 0,14–0,16). Самый высокий выход семян льна получен на варианте со вспашкой, нормами высева 70 кг/га и удобрений N₈₀P₈₀K₈₀, составив по сортам ВНИИМК-620 – 1,20–1,95 т/га, Небесный – 1,29–2,14 т/га.

По фактору А лучшая урожайность, независимо от нормы высева и фона удобрений получена на вариантах со вспашкой. При комбинированной обработке отмечалось снижение урожайности по сортам ВНИИМК-620 на 5,0–5,8 %, Небесный – на 4,6 % по сравнению с контролем. На вариантах с чизелеванием аналогичное уменьшение было минимальным – 2,5–3,9 % и 1,8–2,9 %.

Увеличение нормы высева (фактор В) с 7,0 до 7,25 млн шт./га давало

прибавки при разных способах обработки почвы и фонах удобрений в годы исследований у сорта ВНИИМК-620 на 18,4–18,8 и 8,4–12,6 %, Небесный – на 13,6–14,0 и 9,0–10,3 %. Повышение посевной нормы до 7,5 млн шт./га обеспечивало аналогичные прибавки по вариантам ВНИИМК-620 на 25,0–25,7 и 17,9–20,7 %, Небесный – на 24,4–25,3 % и 19,0–19,6 % в сравнении с контролем (7,0 млн шт./га).

Норма удобрений (фактор С) среднего фона питания ($N_{40}P_{40}K_{40}$), независимо от разных способов обработки почвы и плотности посева, способствовала увеличению урожайности льна в 2023–2024 гг. у сортов ВНИИМК-620 на 18,9–17,3 и 10,6–13,5 %, Небесный на 15,7–16,9 и 12,1–12,8 % по сравнению с контролем. Высокий уровень внесения удобрений ($N_{80}P_{80}K_{80}$) давал соответствующие прибавки по вариантам сорта ВНИИМК-620 на 26,3–26,5 и 18,2–19,1 %, сорта Небесный – на 26,2–27,0 и 19,8–20,2 %.

Более эффективное использование удобрений при выращивании льна масличного сортов ВНИИМК-620 и Небесный на всех вариантах в годы исследований отмечено в условиях среднего фона питания ($N_{40}P_{40}K_{40}$). Лучшая отдача от удобрений получена в 2023 г. на вариантах со вспашкой и чизелеванием при норме высева 7,5 млн шт./га, составив по сортам ВНИИМК-620 – 2,17 кг/кг, Небесный – 2,42 кг/кг.

Наиболее рациональное использование почвенной влаги на получение единицы продукции отмечено в 2024 г. на варианте со вспашкой, составив по сорту ВНИИМК-620 1342 м³/т, по сорту Небесный – 1244 м³/т.

Список источников

1. Дридигер В. К., Есаулко А. Н., Дорожко Г. Р. Лен масличный на Ставрополье: монография. Ставрополь: Параграф, 2013. 148 с. EDN: RAIEEV.
2. Лукомец В. М., Зеленцов С. В., Кривошлыков К. М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. Вып. 4(164). С. 81–102. EDN: VHTFHF.
3. Продуктивность и рентабельность льна масличного в зависимости от погодных условий и технологии выращивания в условиях засушливого земледелия / К. А. Ашкалов, М. Б. Кужинов, О. Н. Баймуканова, С. С. Байшоланов, Б. Жумабек, О. Муратулы //

Вестник науки Казахстанского агротехнологического университета им. С. Сейфуллина. 2023. № 1-1(116). С. 196–211. DOI: 10.51452/kazatu.2023.1(116).1341. EDN: AQGHKM.

4. Авдеенко А. П., Парасоцкий А. В. Продуктивность льна масличного в южной зоне Ростовской области // Научно-методический электронный журнал «Концепт» [Электронный ресурс]. 2017. Т. 39. С. 1601–1605. URL: <http://e-koncept.ru/2017/970647.htm> (дата обращения: 19.01.2025). EDN: ZBGMQT.

5. Авдеенко А. П. Продуктивность сортов *Linum usitatissimum* в зависимости от способа обработки почвы в условиях южной зоны Ростовской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 9-3(40). С. 95–97. EDN: UMAMKP.

6. Авдеенко А. П., Парасоцкий А. В. Продуктивность льна масличного при различных способах обработки почвы // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства: материалы междунар. науч.-практ. конф., п. Персиановский, 7 февр. 2019 г. Персиановский: ДонГАУ. С. 64–67. EDN: YCODPX.

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

8. Авдеенко А. П., Костина Т. В. Влияние нормы высева на показатели структуры и урожайность льна масличного, выращиваемого по технологии прямого сева // Аграрная наука и производство в условиях становления цифровой экономики Российской Федерации: материалы междунар. науч.-практ. конф., п. Персиановский, 6–8 февр. 2024 г. В 2 т. Т. I. п. Персиановский: ДонГАУ, 2024. С. 167–171. EDN: BBMLER.

9. Гореева В. Н., Кошкина К. В., Корепманова Е. В. Продуктивность льна масличного ВНИИМК 620 в зависимости от способов посева и нормы высева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3(36). С. 10–13. EDN: RSAYDR.

10. Влияние удобрений на продуктивность льна масличного сорта Исток / В. Н. Бражников, О. Ф. Бражникова, Д. В. Бражников, М. В. Данилов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2019. Т. 21, № 2(88). С. 68–72. EDN: FXXVAV.

11. 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. EDN: VQYYFX.

12. Аветисян Д. Р., Каменев Р. А. Эффективность применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов на лен масличный на черноземе обыкновенном в условиях Ростовской области // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2023. № 2(48). С. 43–49. EDN: XFARES.

13. Perspective on oil flax yield and dry biomass with reduced nitrogen supply / Q. Zhang, Yu. Gao, B. Yan, Zh. Cui, B. Wu, K. Yang, Ju. Ma // Oil Crop Science. 2020. Vol. 5, no. 2. P. 42–46. DOI: 10.1016/j.ocsci.2020.04.004. EDN: DQTDTV.

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

15. Гонгало А. А., Изотов А. М. Засоренность посевов льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) в зависимости от технологий возделывания и инокуляции семян в условиях Степного Крыма // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5(77). С. 69–74. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-69-74. EDN: XWGNCW.

16. Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние приемов возделывания на урожай-

ность и водопотребление гороха в условиях Ростовской области // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2024. Т. 14, № 3. С. 211–227. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1465> (дата обращения: 19.01.2025). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-211-227>. EDN: NCDGLO.

17. Зональные системы земледелия Ростовской области 2022–2026 гг. / А. И. Клименко, А. В. Гринько, А. И. Грабовец [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Рост. обл. Ростов н/Д., 736 с.

References

1. Dridiger V.K., Esauko A.N., Dorozhko G.R., 2013. *Len maslichnyy na Stavropol'ye: monografiya* [Oil Flax in Stavropol: monograph]. Stavropol, Paragraph Publ., 148 p., EDN: RAIEEV. (In Russian).

2. Lukomets V.M., Zelentsov S.V., Krivoshlykov K.M., 2015. *Perspektivy i rezervy rasshireniya proizvodstva maslichnykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii* [Outlook and reserves of the expansion of oil crops production in the Russian Federation]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskiy byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* [Oilseed Crops. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseed Crops], iss. 4(164), pp. 81–102, EDN: VHTFHF. (In Russian).

3. Ashkalov K.A., Kuzhinov M.B., Baimukanova O.N., Baisholanov S.S., Zhumabek B., Muratuly O., 2023. *Produktivnost' i rentabel'nost' l'na maslichnogo v zavisimosti ot pogodnykh usloviy i tekhnologii vyrashchivaniya v usloviyakh zasushlivogo zemledeliya* [Productivity and profitability of oilseed flax depending on weather conditions and cultivation technology in arid agriculture]. *Vestnik nauki Kazakhstanskogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. S. Seyfullina* [Bulletin of Science of Kazakhstan Agrotechnological University named after S. Seifullin], no. 1-1(116), pp. 196–211, DOI: 10.51452/kazatu.2023.1(116).1341, EDN: AQGHKM. (In Russian).

4. Avdeenko A.P., Parasotsky A.V., 2017. *Produktivnost' l'na maslichnogo v yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti* [Productivity of oil flax in the Rostov region southern zone]. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept»* [Scientific and Methodological Electronic Journal “Concept”], vol. 39, pp. 1601–1605, URL: <http://e-koncept.ru/2017/970647.htm> [accessed 19.01.2025], EDN: ZBGMQT. (In Russian).

5. Avdeenko A.P., 2015. *Produktivnost' sortov Linum usitatissimum v zavisimosti ot sposoba obrabotki pochvy v usloviyakh yuzhnoy zony Rostovskoy oblasti* [Productivity of *Linum usitatissimum* varieties depending on the method of soil treatment in the conditions of the southern zone of the Rostov region]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International research journal], no. 9-3(40), pp. 95–97, EDN: UMAMKP. (In Russian).

6. Avdeenko A.P., Parasotsky A.V., 2019. *Produktivnost' l'na maslichnogo pri razlichnykh sposobakh obrabotki pochvy* [Productivity of oil flax under various methods of soil cultivation]. *Resursosberezhenie i adaptivnost' v tekhnologiyakh vozdel'yvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i pererabotki produktsii rastenievodstva: materialy mezhdunar. nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Resource-Saving and Adaptability in Technologies of Agricultural Crop Cultivation and Processing of Plant Products: Proceed. of the International Scientific-Practical Conference]. Persianovsky, DonSAU, pp. 64–67, EDN: YCODPX. (In Russian).

7. Maslinskaya M.E., Savelyev N.S., Chereukhina E.V., 2022. *Izuchenie effektivnosti novykh priemov pri vozdel'yvanii l'na maslichnogo* [Study of the efficiency of new techniques in the oil flax cultivation]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Belarusian State Agricultural Academy], no. 2, pp. 131–136, EDN: CDMJHQ. (In Russian).

8. Avdeenko A.P., Kostina T.V., 2024. *Vliyanie normy vyseva na pokazateli struktury i urozhaynost' l'na maslichnogo, vyrashchivaemogo po tekhnologii pryamogo seva* [Influence of seeding rate on the structure indicators and yield of oil flax grown using direct seeding

technology]. *Agrarnaya nauka i proizvodstvo v usloviyakh stanovleniya tsifrovoy ekonomiki Rossiyskoy Federatsii: materialy mezhdunar. nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Agricultural Science and Production in the Context of the Formation of the Digital Economy of the Russian Federation: Proceed. of the International Scientific and Practical Conference]. In 2 vols., vol. I. Persianovsky, DonSAU, pp. 167-171, EDN: BBMLER. (In Russian).

9. Goreeva V.N., Koshkina K.V., Korepmanova E.V., 2013. *Produktivnost' l'na maslichnogo VNIIMK 620 v zavisimosti ot sposobov poseva i normy vyseva* [Efficiency of oil flax VNIIMK 620 depending on sowing methods and seeding rates]. *Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulet. of Izhevsk State Agricultural Academy], no. 3(36), pp. 10-13, EDN: RSAYDR. (In Russian).

10. Brazhnikov V.N., Brazhnikova O.F., Brazhnikov D.V., Danilov M.V., 2019. *Vliyanie udobreniy na produktivnost' l'na maslichnogo sorta Istok* [Influence of fertilizers on productivity of oil flax varieties Istok]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Bulet. of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], vol. 21, no. 2(88), pp. 68-72, EDN: FXXVAV. (In Russian).

11. Komeykova Yu.S., Vildflush I.R., 2021. *Vliyanie kompleksnogo primeneniya mineral'nykh udobreniy, regulyatorov rosta i biopreparatov na urozhaynost' i kachestvo l'na maslichnogo na dernovo-podzolistoy legkosuglinistoy pochve* [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]. *Pochvovedenie i agrokhimiya* [Soil Science and Agrochemistry], no. 2(67), pp. 143-154, EDN: VQYYFX. (In Russian).

12. Avetisyan D.R., Kamenev R.A., 2023. *Effektivnost' primeneniya mineral'nykh udobreniy i bakterial'nykh preparatov na len maslichnyy na chernozeme obyknovennom v usloviyakh Rostovskoy oblasti* [Efficiency of application of mineral fertilizers and bacterial preparations on oil flax on ordinary chernozem in the Rostov region]. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Don State Agrarian University], no. 2(48), pp. 43-49, EDN: XFARES. (In Russian).

13. Zhang Q., Gao Yu., Yan B., Cui Zh., Wu B., Yang K., Ma Ju., 2020. Perspective on oil flax yield and dry biomass with reduced nitrogen supply. *Oil Crop Science*, vol. 5, no. 2, pp. 42-46, DOI: 10.1016/j.ocsci.2020.04.004, EDN: DQTDTV.

14. Aitkhozhin S.K., Gordeeva E.A., Shestakova N.A., Shvidchenko V.K., Tezekbaeva A.E., 2023. *Produktivnost' l'na maslichnogo (linum usitatissimum) kustanayskiy yantar' v usloviyakh sukhoy stepi Severnogo Kazakhstana v zavisimosti ot elementov agrotekhniki* [Productivity of oil flax (linum usitatissimum) Kustanai yantar in the dry steppe of Northern Kazakhstan depending on agricultural practices]. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seyfullina* [Science Bulet. of Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin], no. 3(118), pp. 348-363, DOI: 10.51452/kazatu.2023.3(118).1527, EDN: VZLZKI. (In Russian).

15. Gongalo A.A., Izotov A.M., 2021. *Zasorennost' posevov l'na maslichnogo (Linum usitatissimum L.) v zavisimosti ot tekhnologiy vzdelyvaniya i inokulyatsii semyan v usloviyakh Stepnogo Kryma* [Weediness of oil flax (linum usitatissimum L.) crops depending on the cultivation technologies and seed inoculation in the Steppe Crimea]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain Economy of Russia], no. 5(77), pp. 69-74, DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-69-74, EDN: XWGNCW. (In Russian).

16. Voshedskiy N.N., Kulygin V.A., 2024. *Vliyanie priemov vzdelyvaniya na urozhaynost' i vodopotreblenie gorokha v usloviyakh Rostovskoy oblasti* [Influence of cultivation methods on the yield and water consumption of peas in the Rostov region]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 14, no. 3, pp. 211-227, URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1465> [accessed 19.01.2025], <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-211-227>, EDN: NCDGLO. (In Russian).

17. Klimenko A.I., Grin'ko A.V., Grabovets A.I., [et al.], 2021. *Zonal'nye sistemy*

zemledeliya Rostovskoy oblasti [Zonal farming systems of the Rostov region for 2022–2026].
Ministry of Agriculture and Food in Rostov Region. Rostov n/D., 736 p. (In Russian).

Информация об авторах

Н. Н. Вошедский – заведующий отделом земледелия и растениеводства, заведующий лабораторией биологии растений, агрохимии и сортовой агротехники, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация, nik.voshedskiy@mail.ru, SPIN-код: 5179-4276, AutorID: 857099, ORCID: 0000-0002-0800-1572;

В. А. Кулыгин – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация, kulygin-vladimir@rambler.ru, SPIN-код: 9578-6026, AutorID: 516506, ORCID: 0000-0001-6351-8569;

О. А. Целуйко – ученый секретарь, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация, o.tseluyko@yandex.ru, SPIN-код: 3565-1385, AutorID: 469446, ORCID: 0000-0001-6351-8569;

М. И. Рычкова – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация, ruchkova-1980@list.ru, SPIN-код: 1917-7408, AutorID: 946183, ORCID: 0000-0003-3236-6368.

Information about the authors

N. N. Voshedsky – Head of Department of Agriculture and Crop Production, Head of Laboratory of Plant Biology, Agrochemistry and Varietal Agrotechnics, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation, nik.voshedskiy@mail.ru, SPIN-код: 5179-4276, AutorID: 857099, ORCID: 0000-0002-0800-1572;

V. A. Kulygin – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation, kulygin-vladimir@rambler.ru, SPIN-код: 9578-6026, AutorID: 516506, ORCID: 0000-0001-6351-8569;

O. A. Tseluyko – Academic Secretary, Leading Researcher, Associate Professor, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation, o.tseluyko@yandex.ru, SPIN-код: 3565-1385, AutorID: 469446, ORCID: 0000-0001-6351-8569;

M. I. Rychkova – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation, ruchkova-1980@list.ru, SPIN-код: 1917-7408, AutorID: 946183, ORCID: 0000-0003-3236-6368.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.02.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 26.06.2025.

The article was submitted 10.02.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 26.06.2025.