

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 633.854.78:628.17

doi: 10.31774/2712-9357-2023-13-4-295-313

Влияние приемов возделывания на урожайность и водопотребление подсолнечника в условиях Ростовской области

Николай Николаевич Вошедский, Владимир Анатольевич Кулыгин

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Николай Николаевич Вошедский, dzni-szr@mail.ru

Аннотация. Цель: выявление оптимального сочетания способов основной обработки почвы, фона удобрений, нормы высева семян, а также оптимальных сроков посева, способствующих повышению урожайности подсолнечника в почвенно-климатических условиях Приазовской зоны Ростовской области. Работа выполнена в 2021–2022 гг. на опытном стационаре научного центра. **Материалы и методы.** Изучались следующие варианты: способы основной обработки почвы (вспашка, комбинированная, чизелевание) (фактор А); нормы высева (0,055; 0,060; 0,065 млн шт./га) (фактор В); фоны удобрений (высокий – по 80 кг действующего вещества NPK на 1 га; средний – по 40 кг действующего вещества NPK на 1 га; без удобрений) (фактор С). Эти факторы изучались на фоне двух сроков посева. Почвы – обыкновенные черноземы. **Результаты.** Наиболее благоприятные условия для вегетации культуры создавались в условиях 2-го срока сева. Норма высева семян 0,065 млн шт./га обеспечивала прибавку урожайности семян до 36,0–37,1 %. Средний фон удобрений увеличивал урожайность маслосемян до 20,7–21,8 %, высокий фон обеспечивал аналогичную прибавку до 38,4–40,1 %. Самая высокая отдача от применения удобрений отмечена при 2-м сроке сева и норме по 80 кг действующего вещества NPK на 1 га с лучшим средним показателем 2,92 кг/кг. Самые низкие коэффициенты водопотребления подсолнечника получены на вариантах 2-го срока сева, составив в разные годы: по вспашке 872 и 963 куб. м/т, комбинированной обработке – 896 и 993 куб. м/т, чизелеванию – 906 и 982 куб. м/т. Эти показатели оказались ниже по сравнению с аналогичными данными 1-го срока сева в условиях 2021 г. на 22,7; 21,5 и 24,5 %, 2022 г. – на 14,2; 12,8 и 13,8 %. **Выводы.** Наибольшая урожайность подсолнечника получена при 2-м сроке сева на варианте со вспашкой, густотой стеблестоя 0,065 млн шт./га и высоким фоном удобрений – 2,59 т/га. На этом варианте отмечено лучшее использование влаги для получения единицы урожайности подсолнечника в 2022 г. – 872 куб. м/т.

Ключевые слова: подсолнечник, сроки сева, способ обработки почвы, норма высева, фон удобрений, урожайность, тепло-, влагообеспеченность

Для цитирования: Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние приемов возделывания на урожайность и водопотребление подсолнечника в условиях Ростовской области // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 4. С. 295–313. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-4-295-313>.

GENERAL AGRICULTURE, CROP SCIENCE

Original article

The impact of tillage methods on yield and water consumption of sunflower in Rostov region

Nikolay N. Voshedskiy, Vladimir A. Kulygin

Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation

Corresponding author: Nikolay N. Voshedskiy, dzni-szr@mail.ru

Abstract. Purpose: to identify the optimal combination of methods for primary tillage, fertilizer background, seeding rates, as well as optimal seeding time that contribute to increasing sunflower yields under edaphoclimatic conditions of the Azov zone Rostov region. The study was completed in 2021–2022 at the experimental station of the scientific center. **Materials and methods.** The following options were studied: methods of basic tillage (plowing, combined cultivation, chiseling) (factor A); seeding rates (0.055; 0.060; 0.065 million pcs/ha) (factor B); fertilizer backgrounds (high – 80 kg of active substance NPK per 1 ha; medium – 40 kg of active substance NPK per 1 ha; without fertilizers) (factor C). These factors were studied against the background of two seeding dates. The soils are ordinary chernozems. **Results.** The most favorable conditions for crop vegetation were created under the conditions of the 2nd seeding time. The seed application rate of 0.065 million pcs/ha ensured an oilseed increase in seed yield of up to 36.0–37.1 %. An average fertilizer background increased the yield to 20.7–21.8 %, a high background provided a similar increase to 38.4–40.1 %. The highest return from the fertilizer application was noted with the 2nd seeding time and a rate of 80 kg of active substance NPK per 1 ha with the best average of 2.92 kg/kg. The lowest coefficients of sunflower water consumption were obtained in the variants of the 2nd seeding time, amounting in different years: for plowing 872 and 963 cubic meters/t, combined tillage – 896 and 993 cubic meters/t, chiseling – 906 and 982 cubic meters/t. These indicators turned out to be lower compared to similar data from the 1st seeding time in 2021 by 22.7; 21.5 and 24.5 %, 2022 – by 14.2; 12.8 and 13.8 %. **Conclusions.** The highest sunflower yield was obtained during the 2nd seeding time in the variant with plowing, stem density of 0.065 million pcs/ha and a high fertilizer background – 2.59 t/ha. This option shows the best use of moisture to obtain a unit of sunflower yield in 2022 – 872 cubic meters/t.

Keywords: sunflower, seeding time, soil tillage method, seed application rate, fertilizer background, crop yield, heat and moisture availability

For citation: Voshedskiy N. N., Kulygin V. A. The impact of tillage methods on yield and water consumption of sunflower in Rostov region. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2023;13(4):295–313. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-4-295-313>.

Введение. Подсолнечник – основная масличная культура РФ, выращиваемая, по данным Минсельхоза за 2022 г., на площади более 10,1 млн га, валовой сбор ее составил 15,6 млн т. В Ростовской области подсолнечник выращивается на площади более 946,3 тыс. га, что составляет 10,7 % от его посевной площади в РФ¹.

Данная культура является одной из самых ценных и высокодоходных, в условиях современного рынка пользуется стабильно высоким спро-

¹Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2022 году (предварительные данные) [Электронный ресурс] / Росстат. М. URL: [Rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29_cx_predv_2022.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29_cx_predv_2022.xlsx) (дата обращения: 26.05.2023).

сом. Подсолнечное масло имеет хорошие вкусовые качества, легко очищается от вредных примесей. При потреблении 100 г очищенных семечек подсолнечника человек получает почти 80 % рекомендуемой суточной потребности (РПС) в жирах, 39 % калорий, 25 % пищевых волокон, 23 % белков и т. д. [1–3].

Маслосемена имеют широкое, многопрофильное использование, находят применение в кондитерской, маргариновой, консервной промышленности, мыловарении, медицине, в производстве олифы, олеиновой кислоты и стеарина. Подсолнечный шрот является ценной кормовой добавкой в животноводстве [1, 4, 5].

Получение высоких и устойчивых урожаев данной культуры является важнейшей общегосударственной задачей. Валовой урожай подсолнечника в Ростовской области в 2022 г. составил 1844 тыс. т, что уступает только показателям в Саратовской области – 2217 тыс. т. Однако по сравнению с 2021 г. на Дону отмечена тенденция к снижению валового сбора семян этой ценной культуры. Как показывает статистика, урожайность подсолнечника по годам и разным районам области нестабильна, подвержена резким колебаниям, а генетический потенциал подсолнечника на юге России используется не более чем наполовину [5–7].

Приоритетным направлением повышения производства подсолнечника является дальнейшее совершенствование элементов технологий возделывания данной культуры применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям [3, 6, 8, 9].

Как показывает анализ специальной литературы, в вопросах установления оптимальных параметров ключевых элементов технологии возделывания подсолнечника (основная обработка почвы [10, 11], применение удобрений [12–14], норма высева [15, 16], сроки сева [11, 12] и др.) и особенностей водопотребления культуры [4, 7] среди ученых и специалистов-практиков существуют серьезные разночтения. В связи с этим целью

наших исследований являлось определение эффективного сочетания способов основной обработки почвы, фона удобрений, плотности посевов на фоне оптимальных сроков сева, способствующих повышению урожайности подсолнечника в почвенно-климатических условиях Приазовской зоны Ростовской области.

Материалы и методы. Опыты проводились в Аксайском районе Ростовской области в 2021–2022 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 [14]. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным карбонатным среднесуглинистым 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 Мачигину). Реакция почвенного раствора (рН) – 7,1–7,3 ед. Плотность почвы в ненарушенном состоянии для слоя 0–30 см составляет 1,26 г/см³ [14]. При проведении полевого опыта использовали общепринятые методики^{2,3}.

Объектом исследований являлся перспективный гибрид подсолнечника 8Н270КЛДМ. Изучалось влияние ключевых элементов технологии возделывания при разных сроках сева на урожайность и особенности водопотребления перспективного гибрида культуры в конкретных почвенно-

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 352 с.

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

климатических условиях. При проведении исследований использовалась типичная схема опытов, применяемая в ФГБНУ ФРАНЦ [14]. Пространственное расположение опыта – в трехкратной повторности. Изучаемые факторы (А, В, С) были наложены друг на друга.

Приемы основной обработки почвы (фактор А): вспашка на глубину 25–27 см скоростным плугом ПС-3+1 в агрегате с трактором МТЗ-82 (контроль); комбинированная обработка, включающая дискование на 14–16 см бороной БДМ-3 × 4 в агрегате с трактором Т-150 и щелевание на 40–45 см щелерезом Щ-2 в агрегате с трактором Т-150; чизелевание на 25–27 см плугом ПС-3+1, оборудованным чизельными стойками, в агрегате с трактором МТЗ-82.

Норма высева семян (фактор В) – 0,055 (контроль); 0,060; 0,065 млн всхожих семян на 1 га.

Уровень применения удобрений (фактор С): без удобрений (б/у); средний ($N_{40}P_{40}K_{40}$); высокий ($N_{80}P_{80}K_{80}$).

Посев подсолнечника проводился в два срока: при прогревании почвы на глубине 10 см до 10–12 °С и при достижении аналогичных температурных показателей уровня 15–17 °С. Исходя из этих условий, в 2021 г. посевы подсолнечника проводились 7 и 14 мая, в 2022 г. – 27 апреля и 4 мая.

Площадь опытной делянки последнего порядка – 80 м². Размещение вариантов рендомизированное. Предшественником подсолнечника в годы исследований являлась озимая пшеница.

Перед основной обработкой почвы дробно вносились фосфорно-калийные удобрения – суперфосфат и хлористый калий дозами $P_{40}K_{40}$ и $P_{80}K_{80}$. Подкормка азотными удобрениями (аммиачная селитра) проводилась весной под предпосевную культивацию дозами, предусмотренными схемой опыта (N_{40} и N_{80}). Посев на всех вариантах осуществляли сеялкой МС-8 с глубиной заделки семян 6–8 см и последующим обязательным прикатыванием посевов кольчатыми катками.

Известно, что, будучи засухоустойчивой культурой, подсолнечник лучше растет и развивается при достаточной влагообеспеченности. При набухании и прорастании семена подсолнечника поглощают более 70 % воды по отношению к их сухой массе. Наибольшая потребность растений культуры в почвенной влаге отмечается в период выхода в корзинку – цветения, при закладке генеративных органов [1].

Способы основной обработки почвы, нормы высева семян и уровни минерального питания оказывали определенное влияние на условия вегетации, сроки наступления и продолжительность фаз развития растений. Но соответствующие отклонения не превышали 1–3 сут. Перед посевом подсолнечника имела место некоторая разница в запасах продуктивной почвенной влаги для слоя 1 м на фоне разных основных обработок: при комбинированной и чизельной они были на 4–6 % выше, чем при вспашке. Однако уже к фазе образования корзинки эти отличия исчезали.

Результаты и обсуждение. Характеристики обеспеченности вегетационных периодов культуры теплом и влагой имели существенные отличия как по годам исследований, срокам сева, так и по отдельным периодам роста и развития растений. Это наглядно подтверждают показатели гидро-термического коэффициента (ГТК) – соотношения суммы выпавших осадков и суммы активных среднесуточных температур воздуха. Показательны данные наблюдений, полученные на варианте со вспашкой, нормой высева семян 0,065 млн шт./га и фоном удобрений $N_{80}P_{80}K_{80}$ (таблица 1).

В 2021 г. разные сроки посева с интервалом в 7 дней оказали заметное влияние на перераспределение тепла и влаги в разные периоды вегетации подсолнечника. Если в период «посев – полные всходы» растения при изучаемых сроках сева были в достаточной степени обеспечены теплом и влагой, что отражают показатели ГТК и среднесуточной температуры воздуха (соответственно 1,7 и 1,5; 15,1 и 19,5 °C), то в период «полные всходы – образование корзинки» более благоприятные условия тепло-,

влагообеспеченности отмечались на посевах 1-го срока с лучшим показателем ГТК – соответственно 1,16 против 0,73.

Таблица 1 – Тепло- и влагообеспеченность вегетационных периодов подсолнечника (2021–2022 гг.)

Table 1 – Heat and moisture availability during the vegetation seasons of sunflower (2021–2022)

Период вегетации	Срок сева	Срок периода	Дней	X, мм	Сумма T, °C	Средняя T, °C	ГТК
2021 г.							
Посев – полные всходы	1-й, 07.05	07.05–15.05	9	20,4	135,6	15,1	1,50
	2-й, 14.05	14.05–21.05	8	26,6	156,2	19,5	1,70
Полные всходы – образование корзинки	1-й, 07.05	16.05–20.06	36	81,6	705,2	19,6	1,16
	2-й, 14.05	22.05–26.06	36	55,0	754,4	21,0	0,73
Образование корзинки – цветение	1-й, 07.05	21.06–16.07	26	1,2	669,7	25,8	0,02
	2-й, 14.05	27.06–23.07	27	37,6	703,8	26,1	0,53
Цветение – полная спелость	1-й, 07.05	17.07–24.08	39	104,4	988,6	25,3	1,06
	2-й, 14.05	24.07–27.08	35	68,0	819,3	23,4	0,83
Вегетационный период	1-й, 07.05	07.05–24.08	110	207,6	2499,1	22,7	0,83
	2-й, 14.05	14.05–27.08	106	187,2	2433,7	23,0	0,77
2022 г.							
Посев – полные всходы	1-й, 27.04	27.04–07.05	11	1,0	143,5	13,0	0,07
	2-й, 04.05	04.05–13.05	10	0,8	126,6	12,7	0,06
Полные всходы – образование корзинки	1-й, 27.04	08.05–14.06	38	17,2	697,8	18,4	0,25
	2-й, 04.05	14.05–23.06	41	17,2	880,9	21,5	0,20
Образование корзинки – цветение	1-й, 27.04	15.06–11.07	27	14,4	629,5	23,3	0,23
	2-й, 04.05	24.06–22.07	29	29,7	678,0	23,4	0,44
Цветение – полная спелость	1-й, 27.04	12.07–20.08	40	69,0	983,6	24,6	0,70
	2-й, 04.05	23.07–26.08	35	53,7	890,7	25,4	0,60
Вегетационный период	1-й, 27.04	27.04–20.08	116	101,6	2454,4	21,2	0,41
	2-й, 04.05	04.05–26.08	115	101,4	2576,2	22,4	0,39

Но наиболее существенные отличия в условиях вегетации культуры отмечены в период образования корзинки – цветения, когда на участках 1-го срока посева осадки практически отсутствовали, а в условиях более позднего посева ГТК составил 0,53. При этом стояла засушливая погода со среднесуточными температурами 25,8–26,1 °C, которая пришлась на критический период водопотребления подсолнечника и негативно сказалась на условиях роста посевов 1-го срока.

В период от цветения до полной спелости несколько лучшие показате-

тели обеспеченности культуры теплом и влагой отмечены на посевах более раннего срока. В целом за период «посев – полная спелость» и при активной вегетации культуры несколько лучшие показатели ГТК отмечались также при 1-м сроке сева, составив соответственно 1,06 и 0,83. Отличия в продолжительности периодов роста и развития растений при разных сроках сева не превышали 1–4 сут, и продолжительность вегетационного периода оказалась выше при более ранней посевной дате – 110 сут.

Послепосевной период подсолнечника 2022 г. при каждом из сроков сева отличался прохладной погодой и практическим отсутствием осадков, что отразилось на показателях ГТК, не превысивших 0,06–0,07. Также неблагоприятные по тепло-, влагообеспеченности условия наблюдались и от полных всходов до образования корзинки, а ГТК периода не превысил 0,25 при 1-м сроке сева и 0,20 – при 2-м. Недостаточная обеспеченность растений теплом и влагой отмечалась и в критический период водопотребления подсолнечника – от образования корзинки до цветения: на посевах 2-го срока соответствующий коэффициент составил 0,44, 1-го срока – 0,21. В дальнейшем показатели тепло-, влагообеспеченности при разных сроках сева отличались незначительно, составив в период от посева до полной спелости на участках с ранним посевом 0,41, более поздним – 0,39. Продолжительность вегетации культуры оказалась больше, чем в предыдущем году, а соответствующий показатель составил 115–116 сут.

Аналогичные характеристики, полученные на других вариантах опыта, имели минимальные отличия.

Разные элементы технологии возделывания подсолнечника и сроки сева неодинаково влияли на изменение урожайности подсолнечника на вариантах опыта (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность подсолнечника в зависимости от элементов технологии возделывания

В т/га

Table 2 – Sunflower yield depending on the elements of cultivation technology
In t/ha

Обработка	Норма высева	б/у			N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀			N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀		
		2021	2022	Сред- нее	2021	2022	Сред- нее	2021	2022	Сред- нее
1-й срок сева										
Вспашка	0,055	1,26	1,29	1,28	1,51	1,57	1,54	1,77	1,74	1,76
	0,060	1,49	1,55	1,52	1,76	1,87	1,82	2,10	2,02	2,06
	0,065	1,68	1,76	1,72	1,96	2,09	2,03	2,34	2,30	2,32
Комбини- рованная	0,055	1,22	1,25	1,24	1,49	1,53	1,51	1,74	1,70	1,72
	0,060	1,46	1,53	1,50	1,72	1,83	1,78	2,06	2,00	2,03
	0,065	1,62	1,72	1,67	1,89	2,01	1,95	2,36	2,32	2,34
Чизельная	0,055	1,27	1,28	1,28	1,50	1,49	1,50	1,75	1,71	1,73
	0,060	1,48	1,52	1,50	1,74	1,85	1,80	2,07	1,97	2,02
	0,065	1,65	1,70	1,68	1,92	2,08	2,00	2,28	2,26	2,27
2-й срок сева										
Вспашка	0,055	1,39	1,37	1,38	1,68	1,64	1,66	1,99	1,83	1,91
	0,060	1,67	1,65	1,66	2,01	1,98	2,00	2,37	2,20	2,29
	0,065	1,91	1,87	1,89	2,25	2,22	2,24	2,70	2,48	2,59
Комбини- рованная	0,055	1,36	1,33	1,35	1,64	1,61	1,63	1,95	1,77	1,86
	0,060	1,63	1,62	1,62	1,95	1,93	1,94	2,31	2,14	2,22
	0,065	1,89	1,85	1,87	2,21	2,16	2,19	2,65	2,45	2,55
Чизельная	0,055	1,41	1,35	1,38	1,66	1,59	1,63	1,97	1,79	1,88
	0,060	1,65	1,63	1,64	1,99	1,97	1,98	2,35	2,16	2,26
	0,065	1,90	1,83	1,87	2,23	2,19	2,20	2,67	2,41	2,54
2021 г.: общая НСР ₀₅ = 0,10 т/га; фактор А: НСР ₀₅ – 0,07 т/га; фактор В: НСР ₀₅ – 0,12 т/га; фактор С: НСР ₀₅ – 0,13 т/га. 2022 г.: общая НСР ₀₅ = 0,09 т/га; фактор А: НСР ₀₅ – 0,08 т/га; фактор В: НСР ₀₅ – 0,11 т/га; фактор С: НСР ₀₅ – 0,12 т/га.										

Анализ приведенных данных показывает устойчивую тенденцию повышения урожайности семян по мере роста интенсификации способов основной обработки почвы, плотности посевов, фонов минерального питания растений. В годы исследований 2-й срок посева обеспечивал более высокую урожайность подсолнечника. В 2021 г. разница этого показателя между соответствующими вариантами 1-го и 2-го сроков сева, независимо от способа обработки, нормы высева и фона минерального питания, колебалась в пределах 0,13–0,39 т/га, что составило 10,1–17,1 %. Аналогичные отличия на вариантах опыта в 2022 г. были меньше, не превысив 0,07–0,18 т/га, или

4,5–8,5 %. В среднем за годы наблюдений урожайность семян, независимо от способов обработки и нормы высева, на вариантах 2-го срока сева составила: в условиях естественного плодородия – 1,38–1,89 т/га, при фонах минерального питания $N_{40}P_{40}K_{40}$ и $N_{80}P_{80}K_{80}$ – соответственно 1,63–2,24 и 1,86–2,59 т/га. Аналогичные показатели в условиях 1-го срока сева были меньше и не превысили соответственно 1,28–1,72; 1,50–2,03 и 1,72–2,34 т/га. Наиболее продуктивным оказался вариант со вспашкой, нормой высева 0,065 млн шт./га и фоном удобрений $N_{80}P_{80}K_{80}$, где в 2021 г. при 2-м сроке сева собрана наибольшая урожайность семян – 2,7 т/га. В этих условиях получена и лучшая средняя урожайность по вариантам опыта, составившая 2,59 т/га.

Изучаемые факторы по-разному влияли на изменение продуктивности культуры. Минимальным оказалось влияние на урожайность подсолнечника способов основной обработки почвы. Более высокие показатели получены в условиях вспашки, однако соответствующая разница с вариантами других обработок не превышала 2–3 %.

Более существенное влияние на изменение урожайности по вариантам опыта оказали разные нормы высева семян, увеличение которых по сравнению с контролем (0,055 млн шт./га) способствовало повышению урожайности семян (таблица 3).

Таблица 3 – Анализ урожайности подсолнечника в зависимости от нормы высева семян, 2021–2022 гг.

Table 3 – Analysis of sunflower yield depending on the seed application rate, 2021–2022

Норма, млн шт./га	Способ основной обработки	Прибавка от повышения нормы высева / фон NPK					
		б/у		$N_{40}P_{40}K_{40}$		$N_{80}P_{80}K_{80}$	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
1-й срок сева							
0,060	Вспашка	0,24	18,8	0,28	18,2	0,30	17,0
	Комбинированный	0,26	21,0	0,27	17,9	0,31	18,0
	Чизелевание	0,22	17,2	0,30	20,0	0,29	16,8

Продолжение таблицы 3

Table 3 continued

1	2	3	4	5	6	7	8
0,065	Вспашка	0,44	34,4	0,49	31,8	0,56	31,8
	Комбинированный	0,43	34,8	0,44	29,1	0,62	36,0
	Чизелевание	0,40	31,3	0,50	33,3	0,54	31,2
2-й срок сева							
0,060	Вспашка	0,28	20,3	0,34	20,5	0,38	20,0
	Комбинированный	0,27	20,0	0,31	19,0	0,36	19,4
	Чизелевание	0,26	18,8	0,35	21,5	0,38	20,2
0,065	Вспашка	0,51	36,9	0,58	34,9	0,67	35,6
	Комбинированный	0,52	38,5	0,56	34,4	0,69	37,1
	Чизелевание	0,49	35,5	0,57	35,0	0,66	35,1

Самая высокая урожайность подсолнечника обеспечивалась при плотности стеблестоя 0,065 млн шт./га. В этих условиях прибавка также возрастала при увеличении нормы удобрений, составив на участках естественного плодородия по 1-му сроку сева 0,40–0,44 т/га (31,3–34,8 %), 2-му – 0,49–0,52 т/га (35,5–38,5 %). Средний фон минерального питания при разных сроках сева обеспечивал повышение, составившее 0,44–0,50 т/га (29,1–33,3 %) и 0,56–0,58 т/га (34,4–35,0 %). Наибольшие прибавки урожайности семян получены на вариантах с нормой удобрений $N_{80}P_{80}K_{80}$, достигнув при разных сроках сева 0,54–0,62 т/га (31,2–36,0 %) и 0,66–0,69 т/га (35,1–37,1 %), по сравнению с контролем.

Еще большее влияние на увеличение продуктивности подсолнечника по вариантам опыта оказывали нормы внесения удобрений. Изменение средних показателей урожайности семян на вариантах опыта по данному фактору имело общие закономерности. Умеренный фон минерального питания ($N_{40}P_{40}K_{40}$) при разных способах обработки почвы и нормах высева способствовал увеличению урожайности семян по 1-му сроку сева на 0,26–0,32 т/га, что составило 16,8–21,8 %, по 2-му – на 0,25–0,34 т/га, или на 17,1–20,7 %, по сравнению с контролем. Высокие нормы удобрений ($N_{80}P_{80}K_{80}$) обеспечивали наибольшее повышение продуктивности подсолнечника, которое достигло на вариантах 1-го срока сева 0,45–0,67 т/га (35,2–40,1 %),

2-го срока сева – 0,53–0,70 т/га (35,8–38,4 %). При этом следует отметить, что в разные годы исследований показатели эффективности использования удобрений имели определенные отличия (таблица 4).

Таблица 4 – Эффективность использования удобрений подсолнечником
В кг/кг

Table 4 – Efficiency of fertilizer application by sunflower

In kg/kg

Способ основ- ной обработки	Норма, млн шт./га	Фон удобрений					
		N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀			N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀		
		2021	2022	Среднее	2021	2022	Среднее
1-й срок сева							
Вспашка	0,055	2,08	2,33	2,21	2,13	1,88	2,01
	0,060	2,25	2,67	2,59	2,54	1,96	2,25
	0,065	2,33	2,75	2,54	2,75	2,25	2,50
Комбиниро- ванный	0,055	2,25	2,33	2,29	2,17	1,88	2,03
	0,060	2,17	2,50	2,34	2,50	1,96	2,23
	0,065	2,25	2,42	2,33	3,08	2,50	2,79
Чизелевание	0,055	1,92	1,75	1,84	2,00	1,79	1,90
	0,060	2,17	2,75	2,46	2,46	1,88	2,17
	0,065	2,25	3,17	2,71	2,63	2,33	2,48
2-й срок сева							
Вспашка	0,055	2,42	2,25	2,34	2,50	1,92	2,21
	0,060	2,83	2,75	2,79	2,92	2,29	2,61
	0,065	2,83	2,92	2,88	3,29	2,54	2,92
Комбиниро- ванный	0,055	2,33	2,33	2,33	2,46	1,83	2,15
	0,060	2,67	2,58	2,63	2,83	2,17	2,50
	0,065	2,67	2,67	2,67	3,17	2,50	2,84
Чизелевание	0,055	2,08	2,00	2,04	2,33	1,83	2,08
	0,060	2,83	2,83	2,83	2,92	2,21	2,57
	0,065	2,67	3,00	2,84	3,21	2,42	2,82

В показателях окупаемости удобрений прибавкой урожайности семян просматривалась характерная закономерность. В более влажный 2021 г. на всех изучаемых вариантах, независимо от сроков сева, лучшая отдача от применения удобрений обеспечивалась высоким фоном питания растений (N₈₀P₈₀K₈₀) и была в пределах 2,00–3,29 кг дополнительной продукции на 1 кг внесенных удобрений. Аналогичные показатели в условиях среднего фона не превысили 1,92–2,83 кг/кг. Лучший показатель в абсолютном значении получен на варианте с нормой удобрений N₈₀P₈₀K₈₀, со вспашкой, густотой стеблестоя 0,065 млн шт./га при 2-м сроке сева, составив 3,29 кг/кг.

Противоположные значения показателей отдачи от применения удобрений получены в условиях засушливого 2022 г. Практически на всех вариантах опыта лучшая окупаемость удобрений прибавкой урожая наблюдалась на участках со средним фоном питания ($N_{40}P_{40}K_{40}$) и была в пределах 1,75–3,17 кг/кг. В условиях высокого уровня внесения удобрений отдача от их применения оказалась ниже – 1,79–2,54 кг/кг. Лучший показатель отмечен на варианте среднего фона питания, чизельной обработки, нормы высева 0,065 млн шт./га, 1-го срока сева – 3,17 кг/кг.

Наиболее высокие средние показатели эффективности минерального питания подсолнечника получены в условиях 2-го срока сева, составив в среднем по вариантам при фоне $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 2,04–2,88 кг, фоне $N_{80}P_{80}K_{80}$ – 2,08–2,92 кг дополнительной продукции на 1 кг внесенных удобрений.

Условия тепло-, влагообеспеченности вегетационных периодов подсолнечника при разных сроках сева в годы исследований имели значительные отличия, выражающиеся в элементах водного баланса (осадки X , расход влаги из почвы ΔW в слое 1 м, суммарное водопотребление E). С учетом разных показателей урожайности (Y) и эффективность использования влаги растениями (коэффициент водопотребления K_v) на вариантах опыта существенно отличалась. Грунтовые воды на опытном участке залегали на глубине более 4 м и в водном балансе культуры не учитывались.

Особенности водопотребления подсолнечника наглядно отражают данные варианта с нормой высева 0,065 млн шт./га и фоном питания $N_{80}P_{80}K_{80}$ при разных способах основной обработки почвы (таблица 5). На вегетационные периоды подсолнечника в 2021 г. пришлось значительное количество атмосферных осадков: в условиях 1-го срока сева 2076 м³/га, 2-го – 1872 м³/га, что составило при разных основных обработках соответственно 69,5–71,2 и 71,1–72,2 % от суммарного водопотребления.

Расход воды из почвы в водном балансе подсолнечника при этом не превышал в разные сроки сева 840–910 м³/га (28,8–30,5 %) и 720–760 м³/га

(27,6–28,9 %). Суммарное водопотребление данной культуры на вариантах опыта колебалось по срокам сева в пределах 2916–2986 и 2592–2632 м³/га.

Таблица 5 – Водный баланс подсолнечника при разных способах основной обработки

Table 5 – The sunflower water balance at different methods of primary tillage

Способ основной обработки	Срок сева	Год	ΔW , м ³ /га	X , м ³ /га	E , м ³ /га	$У$, т/га	K_B , м ³ /т
Вспашка	1-й	2021	840	2076	2916	2,34	1246
		2022	1320	1016	2336	2,30	1016
	2-й	2021	720	1872	2592	2,69	963
		2022	1140	1014	2154	2,47	872
Комбинированная	1-й	2021	910	2076	2986	2,36	1265
		2022	1370	1016	2386	2,32	1028
	2-й	2021	760	1872	2632	2,65	993
		2022	1180	1014	2194	2,45	896
Чизельная	1-й	2021	890	2076	2966	2,28	1301
		2022	1360	1016	2376	2,26	1051
	2-й	2021	750	1872	2622	2,67	982
		2022	1170	1014	2184	2,41	906

В 2022 г. соотношение элементов водного баланса подсолнечника значительно поменялось. На долю осадков при разных сроках сева пришлось 1016 м³/га (42,6–43,5 %) и 1014 м³/га (46,2–47,1 %). При этом составляющая расхода воды из почвы в водном балансе была выше – соответственно 1320–1370 м³/га (56,5–57,4 %) и 1140–1180 м³/га (52,9–53,8 %). Суммарное водопотребление по сравнению с данными предыдущего года оказалось меньше – соответственно 2336–2386 и 2154–2184 м³/га.

Самые низкие коэффициенты водопотребления подсолнечника получены на вариантах 2-го срока сева, составив: по вспашке 872 и 963 м³/т, комбинированной обработке – 896 и 993 м³/т, чизелеванию – 906 и 982 м³/т. Эти показатели оказались в условиях 2021 г. на 22,7; 21,5 и 24,5 %, а в 2022 г. – на 14,2; 12,8; 13,8 % ниже по сравнению с аналогичными данными на вариантах 1-го срока сева.

Лучшее использование влаги для получения единицы урожайности подсолнечника отмечено в 2022 г. на варианте вспашки, нормы высева 0,065 млн шт./га, высокого фона удобрений при 2-м сроке сева – 872 м³/т.

Выводы. 2-й срок посева обеспечивал более высокую урожайность подсолнечника: в 2021 г. на 0,13–0,39 т/га (10,1–17,1 %), в 2022 г. – на 0,07–0,18 т/га (4,5–8,5 %), по сравнению с 1-м сроком. Наиболее эффективным оказался вариант со вспашкой, нормой высева 0,065 млн шт./га и фоном удобрений $N_{80}P_{80}K_{80}$, где получена и лучшая средняя урожайность по вариантам опыта, составившая 2,59 т/га.

Самый высокий выход продукции семян подсолнечника обеспечивался при плотности стеблестоя 0,065 млн шт./га. Наибольшие прибавки урожайности получены на вариантах с нормой удобрений $N_{80}P_{80}K_{80}$, достигнув при разных сроках сева 0,54–0,62 т/га (31,2–36,0 %) и 0,66–0,69 т/га (35,1–37,1 %), по сравнению с контролем.

Средний фон удобрений ($N_{40}P_{40}K_{40}$) при разных способах обработки почвы и нормах высева способствовал увеличению урожайности семян по 1-му сроку сева на 0,26–0,32 т/га, что составило 16,8–21,8 %, по 2-му – на 0,25–0,34 т/га, или на 17,1–20,7 %, по сравнению с контролем. Высокие нормы удобрений ($N_{80}P_{80}K_{80}$) обеспечивали наибольшее повышение урожайности подсолнечника, которое достигло на вариантах 1-го срока сева 0,45–0,67 т/га (35,2–40,1 %), 2-го срока сева – 0,53–0,70 т/га (35,8–38,4 %).

Лучшая отдача от применения удобрений в более влажный 2021 г. обеспечивалась высокой нормой ($N_{80}P_{80}K_{80}$) и была в пределах 2,00–3,29 кг/кг. В условиях засушливого 2022 г. лучшая окупаемость удобрений прибавкой урожайности получена на среднем фоне питания ($N_{40}P_{40}K_{40}$), составив 2,00–3,17 кг/кг. В среднем более эффективное использование удобрений отмечено на вариантах 2-го срока сева.

Самые низкие коэффициенты водопотребления подсолнечника получены на вариантах 2-го срока сева, составив: по вспашке 872 и 963 м³/т, комбинированной обработке – 896 и 993 м³/т, чизелеванию – 906 и 982 м³/т. Разница в более рациональном использовании влаги на получение единицы

продукции по сравнению с данными 1-го срока составила в 2021 г. соответственно 22,7; 21,5 и 24,5 %, в 2022 г. – 14,2; 12,8 и 13,8 %.

Список источников

1. Лукомец В. М., Кривошлыков К. М. Производство подсолнечника в Российской Федерации: состояние и перспективы // Земледелие. 2009. № 8. С. 3–6.
2. Пузиков А. Н., Суворова Ю. Н. Усовершенствование технологии возделывания подсолнечника в южной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2019. № 1. С. 29–31. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10108.
3. Перспективы расширения посевных площадей подсолнечника в Зауралье / Н. В. Степных, Е. В. Нестерова, А. М. Заргарян, С. А. Копылова // Земледелие. 2021. № 6. С. 27–33. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-6-27-33.
4. Горянин О. И., Джангабаев Б. Ж., Щербинина Е. В. Технологии возделывания подсолнечника в засушливых условиях Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 2. С. 55–60. DOI: 10.53859/02352451-2022-36-2-55.
5. Урожайность подсолнечника и сои на черноземе выщелоченном в зависимости от технологии возделывания в Краснодарском крае / В. М. Кильдюшкин, А. Г. Солдатенко, Е. Г. Животовская, О. А. Подколзин // Масличные культуры. 2018. Вып. 2(174). С. 71–74. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-71-74.
6. Мадякин Е. В., Горянин О. И. Перспективы возделывания российских сортов и гибридов подсолнечника в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 46–49. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i10pp46-49>.
7. Медведев Г. А., Екатериничева Н. Г., Ткаченко А. В. Эффективность инновационных систем возделывания подсолнечника на южных черноземах Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3(59). С. 116–124. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-11.
8. Влияние технологии возделывания на агрофизические свойства черноземов выщелоченных и урожайность подсолнечника / Е. Б. Дрёпа, О. И. Власова, А. С. Голубь, И. А. Донец // Земледелие. 2020. № 3. С. 18–20. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10304.
9. Soil protection measures during sunflower farming on slopes of Rostov oblast / E. A. Gaevaya, I. N. Ilyinskaya, O. S. Bezuglova, S. A. Taradin // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021. 624. 012223. DOI: 10.1088/1755-1315-624-1-012223.
10. Медведев Г. А., Екатериничева Н. Г., Чижиков С. А. Влияние основной обработки почвы на урожайность гибридов подсолнечника в подзоне южных черноземов Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 2(54). С. 98–105. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-11.
11. Чурзин В. Н., Дубовченко А. О. Агротехническая оценка способов основной обработки почвы и применения удобрений в технологии возделывания подсолнечника на черноземах Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 3(55). С. 127–134. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-16.
12. Изучение эффективности минеральных удобрений на подсолнечнике в открытом грунте при орошении в условиях Волгоградской области / О. Г. Чамурлиев, А. Н. Сидоров, А. А. Холод, Г. О. Чамурлиев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4(68). С. 69–76. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-04-08.

13. Способы повышения плодородия и урожайность подсолнечника в Нижнем Поволжье / Ю. Н. Плескачев, Н. И. Сёмина, Е. Ю. Долгов, Е. А. Скороходов, А. П. Соколовников // Аграрный научный журнал. 2018. № 2. С. 28–31.

14. Кулыгин В. А., Зинченко В. Е., Гринько А. В. Влияние удобрений на урожайность подсолнечника при различных способах обработки почвы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4(66). С. 82–85.

15. Тишков Н. М., Тилька В. А., Шкарупа М. В. Влияние густоты стояния растений на продуктивность крупноплодного подсолнечника // Масличные культуры. 2018. Вып. 2(174). С. 41–46. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-41-46.

16. Столяров О. В., Колодяжный С. В. Влияние обработки почвы и норм высева на урожайность подсолнечника, выращиваемого по системе EXPRESS SUN™ // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 2(57). С. 13–19. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.13.

References

1. Lukomets V.M., Krivoshlykov K.M., 2009. *Proizvodstvo podsolnechnika v Rossiyskoy Federatsii: sostoyanie i perspektivy* [Sunflower production in the Russian Federation: modern state and prospects]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 8, pp. 3-6. (In Russian).

2. Puzikov A.N., Suvorova Yu.N., 2019. *Uovershenstvovanie tekhnologii vozde-lyvaniya podsolnechnika v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri* [Development of sunflower cultivation technology in the southern forest-steppe of Western Siberia]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 1, pp. 29-31, DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10108. (In Russian).

3. Stepanykh N.V., Nesterova E.V., Zargaryan A.M., Kopylova S.A., 2021. *Perspektivy rasshireniya posevnykh ploshchadey podsolnechnika v Zaural'e* [Prospects for expansion of sunflower acreage in the Trans-Urals]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 6, pp. 27-33, DOI: 10.24412/0044-3913-2021-6-27-33. (In Russian).

4. Goryanin O.I., Dzhangabaev B.Zh., Shcherbinina E.V., 2022. *Tekhnologii vozde-lyvaniya podsolnechnika v zasushlivykh usloviyakh Povolzh'ya* [Sunflower cultivation technologies under arid conditions of the Volga region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex], vol. 36, no. 2, pp. 55-60, DOI: 10.53859/02352451-2022-36-2-55. (In Russian).

5. Kildyushkin V.M., Soldatenko A.G., Zhivotovskaya E.G., Podkolzin O.A., 2018. *Urozhaynost' podsolnechnika i soi na chernozeme vyshchelochennom v zavisimosti ot tekhnologii vozde-lyvaniya v Krasnodarskom krae* [Yield of sunflower and soybean on leached chernozem depending on cultivation technology in Krasnodar region]. *Maslichnye kul'tury* [Oilseed Crops], vol. 2(174), pp. 71-74, DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-71-74. (In Russian).

6. Madyakin E.V., Goryanin O.I., 2020. *Perspektivy vozde-lyvaniya rossiyskikh sortov i gibridov podsolnechnika v Povolzh'e* [Prospects for cultivating Russian varieties and hybrids of sunflower in the Volga region]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [The Agrarian Scientific Journal], no. 10, pp. 46-49, <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i10pp46-49>. (In Russian).

7. Medvedev G.A., Ekaterinicheva N.G., Tkachenko A.V., 2020. *Effektivnost' innovatsionnykh sistem vozde-lyvaniya podsolnechnika na yuzhnykh chernozemakh Volgogradskoy oblasti* [The efficiency of innovative sunflower cultivation systems in the southern chernozem soils of the Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proc. of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 3(59), pp. 116-124, DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-11. (In Russian).

8. Dryopa E.B., Vlasova O.I., Golub A.S., Donets I.A., 2020. *Vliyanie tekhnologii vozde-lyvaniya na agrofizicheskie svoystva chernozemov vyshchelochennykh i urozhaynost' podsolnechnika* [Influence of cultivation technology on the agrophysical properties of leached

chernozems and sunflower yield]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 3, pp. 18-20, DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10304. (In Russian).

9. Gaevaya E.A., Ilyinskaya I.N., Bezuglova O.S., Taradin S.A., 2021. Soil protection measures during sunflower farming on slopes of Rostov oblast. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 624, 012223, DOI: 10.1088/1755-1315-624-1-012223.

10. Medvedev G.A., Ekaterinicheva N.G., Chizhikov S.A., 2019. *Vliyanie osnovnoy obrabotki pochvy na urozhaynost' gibridov podsolnechnika v podzone yuzhnykh chernozemov Volgogradskoy oblasti* [Influence of primary tillage on the yield of sunflower hybrids in the subzone of southern chernozems of Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proc. of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 2(54), pp. 98-105, DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-11. (In Russian).

11. Churzin V.N., Dubovchenko A.O., 2019. *Agrotekhnicheskaya otsenka sposobov osnovnoy obrabotki pochvy i primeneniya udobreniy v tekhnologii vozdeleyvaniya podsolnechnika na chernozemakh Volgogradskoy oblasti* [Agrotechnical evaluation of the methods of primary tillage and fertilizer application in sunflower cultivation technology on chernozems of Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proc. of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 3(55), pp. 127-134, DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-16. (In Russian).

12. Chamurliov O.G., Sidorov A.N., Kholod A.A., Chamurliov G.O., 2022. *Izucheniye effektivnosti mineral'nykh udobreniy na podsolnechnike v otkrytom grunte pri oroshenii v usloviyakh Volgogradskoy oblasti* [Studying the efficiency of mineral fertilizers on sunflower in open ground under irrigation in the conditions of Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proc. of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education], no. 4(68), pp. 69-76, DOI: 10.32786/2071-9485-2022-04-08. (In Russian).

13. Pleskachev Yu.N., Semina N.I., Dolgov E.Yu., Skorokhodov E.A., Solodovnikov A.P., 2018. *Sposoby povysheniya plodorodiya i urozhaynost' podsolnechnika v Nizhnem Povolzh'e* [Methods of increasing fertility and productivity of sunflower in the Lower Volga region]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [The Agrarian Scientific Journal], no. 2, pp. 28-31. (In Russian).

14. Kulygin V.A., Zinchenko V.E., Grinko A.V., 2017. *Vliyanie udobreniy na urozhaynost' podsolnechnika pri razlichnykh sposobakh obrabotki pochvy* [The effect of fertilizers on sunflower yield with different methods of soil tillage]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proc. of Orenburg State Agrarian University], no. 4(66), pp. 82-85. (In Russian).

15. Tishkov N.M., Tilka V.A., Shkarupa M.V., 2018. *Vliyanie gustoty stoyaniya rasteniy na produktivnost' krupnoplodnogo podsolnechnika* [The impact of plant population on the productivity of confectionary sunflower varieties]. *Maslichnye kul'tury* [Oilseed Crops], vol. 2(174), pp. 41-46, DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-41-46. (In Russian).

16. Stolyarov O.V., Kolodyazhny S.V., 2018. *Vliyanie obrabotki pochvy i norm vyseva na urozhaynost' podsolnechnika, vyrashchivaemogo po sisteme EXPRESS SUNTM* [The effect of soil tillage and seeding rates on the yield of sunflower grown under the EXPRESS SUNTM system]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Voronezh State Agrarian University], no. 2(57), pp. 13-19, DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.13. (In Russian).

Информация об авторах

Н. Н. Вошедский – заведующий отделом земледелия и растениеводства, заведующий лабораторией биологии растений, агрохимии и сортовой агротехники, кандидат сель-

скохозяйственных наук, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация, dzni-szr@mail.ru;

В. А. Кулыгин – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация, dzni-szr@mail.ru.

Information about the authors

N. N. Voshedskiy – Head of the Department of Agriculture and Crop Production, Head of the Laboratory of Plant Biology, Agrochemistry and Varietal Agrotechnics, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation, dzni-szr@mail.ru;

V. A. Kulygin – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation, dzni-szr@mail.ru.

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 11.07.2023; одобрена после рецензирования 14.09.2023; принята к публикации 15.09.2023.

The article was submitted 11.07.2023; approved after reviewing 14.09.2023; accepted for publication 15.09.2023.