

Научная статья
УДК 631.51.01: 633.854.78 (470.44)
doi:10.28983/asj.y2023i5pp41-46

Агробиологические и агрохимические аспекты повышения урожайности гибридов подсолнечника в Саратовском Заволжье

Анатолий Петрович Солодовников¹, Евгений Владимирович Сафонов¹, Ирина Владимировна Гурина², Андрей Владимирович Лекарев³, Людмила Александровна Гудова³

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²ФГБНУ «РосНИИПМ», Ростовская обл., г. Новочеркасск, Россия

³ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

e-mail: solodovnikov-sgau@yandex.ru

Аннотация. В статье дается анализ агробиологических (гибриды, норма высева) и агрохимических (минеральные удобрения) аспектов повышения урожайности и качества подсолнечника в Саратовском Заволжье. Результатами трехлетних исследований установлено, что возделывание гибрида подсолнечника П64ЛЕ25 с применением Аммофоса в дозе 80 кг/га под основную обработку и Сульфаммофоса в дозе 50 кг/га при посеве при норме высева 60000 шт. всхожих семян на 1 га обеспечивает получение максимальной урожайности маслосемян подсолнечника 2,02 т/га. Увеличение нормы высева от 55 тыс. до 65 тыс. шт./га уменьшало густоту стояния и полевую всхожесть на 3,2–3,4 %. Применение минеральных удобрений снижало полевую всхожесть 0,7–1,5 %. Возделывание позднеспелого гибрида П64ЛЕ25 повышает урожайность маслосемян на 0,28 т/га (на 18,8 %), масличность на 2,5 % по сравнению с среднеранним гибридом П64Ф66. Норма высева 60000 шт./га повышает урожайность изучаемых гибридов на 0,23 т/га (на 15,4 %). Применение минеральных удобрений ($N_8P_{10}S_6$) обеспечивает рост урожайности маслосемян подсолнечника – 0,24 т/га (на 15,9 %), масличности на 0,4 %.

Ключевые слова: гибриды подсолнечника; минеральные удобрения; норма высева; густота всходов; полевая всхожесть.

Для цитирования: Солодовников А. П., Сафонов Е. В., Гурина И. В., Лекарев А. В., Гудова Л. А. Агробиологические и агрохимические аспекты повышения урожайности гибридов подсолнечника в Саратовском Заволжье // Аграрный научный журнал. 2023. № 5. С. 41–46. <http://10.28983/asj.y2023i5pp41-46>.

AGRONOMY

Original article

Agrobiological and agrochemical aspects of increasing the yield of sunflower hybrids in the Saratov Trans-Volga region

Anatoly P. Solodovnikov¹, Evgeny V. Safonov¹, Irina V. Gurina², Andrey V. Lekarev³, Lyudmila A. Gudova³

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Rostov Region, Novocherkassk, Russia

³Federal Agricultural Research Center for South-East Region, Saratov, Russia

e-mail: solodovnikov-sgau@yandex.ru

Abstract. The article provides an analysis of agrobiological (hybrids, seeding rate) and agrochemical (mineral fertilizers) aspects of increasing the yield and quality of sunflower in the Saratov Trans-Volga region. The results of three-year studies have established that the cultivation of the sunflower hybrid P64LE25 using Ammophos at a dose of 80 kg/ha before the main tillage and Sulfoammophos at a dose of 50 kg/ha when sown at a seeding rate of 60000 pcs. germinating seeds per 1 ha ensures the maximum yield of sunflower oilseeds – 2.02 t/ha. Increasing the seeding rate from 55 thousand to 65 thousand seeds/ha reduced the planting density and field germination by 3.2–3.4 %. Mineral fertilization reduced field germination by 0.7–1.5 %. The cultivation of the late-ripening hybrid P64LE25 increases the yield of oilseeds by 0.28 t/ha (by 18.8 %), oil content by 2.5 % compared to the mid-early hybrid P64F66. The seeding rate of 60000 pcs/ha increases the yield of the studied hybrids by 0.23 t/ha (by 15.4 %). Mineral fertilization ($N_8P_{10}S_6$) provides an increase in the yield of sunflower oil seeds – 0.24 t/ha (by 15.9 %), and oil content by 0.4 %.

Keywords: sunflower hybrids, mineral fertilizers, seeding rate, seedling density, field germination.

For citation: Solodovnikov A. P., Safonov E. V., Gurina I. V., Lekarev A. V., Gudova L. A. Agrobiological and agrochemical aspects of increasing the yield of sunflower hybrids in the Saratov Trans-Volga region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(5):41–46. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2023i5pp41-46>.

© Солодовников А. П., Сафонов Е. В., Гурина И. В., Лекарев А. В., Гудова Л. А.





Введение. Изучая литературные источники, можно отметить, что основной причиной значительного колебания урожайности подсолнечника по годам, кроме засушливых погодных условий, является неадаптированность технологий к зональным особенностям без учета агробиологических и агрохимических требований данной культуры [3, 6, 7, 9, 11]. Исследования, выполненные в Саратовской области, показывают, что климатические факторы, такие как температура, относительная влажность воздуха во время цветения подсолнечника, количество осадков в период вегетации определяют урожайность на 49 %, а генотипические особенности гибридов на 29 % [4, 8]. Внесение доступных элементов питания в виде минеральных удобрений способствует улучшению питательного режима почвы и снижению коэффициента водопотребления, обеспечивая прирост урожайности подсолнечника [1–3]. Кроме того, для увеличения валовых сборов маслосемян подсолнечника имеет значение оптимальная норма высева для конкретных условий. Урожайность подсолнечника может снижаться как в изреженных посевах, если уменьшена густота стояния, так и при загущенных посевах вследствие увеличения нормы высева, что снижает общую продуктивность растений [10].

Поэтому целью исследований было изучение влияния нормы высева, минеральных удобрений (Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + Сульфоаммофос ($N_{16}P_{20}S_{12}$)) на всхожесть семян, влажность почвы, урожайность и качество маслосемян двух гибридов подсолнечника.

Методика исследований. Трехфакторный опыт был заложен на опытном поле УНПО «Поволжье» в 2020–2022 гг. на темно-каштановой почве (гумус 2,9 %) по следующей схеме.

Фактор А – гибриды подсолнечника фирмы Pioneer:

A_1 – среднеранний гибрид П64 Ф66 (контроль 1);

A_2 – позднеспелый гибрид П64 ЛЕ25.

Фактор В – норма высева всхожих семян:

B_1 – 55000 шт./га (контроль 2);

B_2 – 60000 шт./га;

B_3 – 65000 шт./га.

Фактор С – агрохимикаты:

C_1 – без внесения минеральных удобрений (контроль 3);

C_2 – $N_{18}P_{52}S_6$ (Аммофос в дозе 80 кг/га под основную обработку ($N_{10}P_{42}$) и Сульфоаммофос в дозе 50 кг/га под предпосевную культивацию ($N_8P_{10}S_6$)).

Площадь опытных делянок по фактору А – 150 м², по фактору В – 50 м², по фактору С – 25 м². Повторность трехкратная. Расположение делянок рендомизированное. Предшественник – ячмень.

Гидротермический коэффициент периода вегетации подсолнечника (май–сентябрь) по годам исследований составил 0,26; 0,30; 0,64.

Полевой опыт сопровождался наблюдениями и исследованиями в соответствии с общепринятыми методиками и методическими указаниями [5].

Результаты исследований. Определение густоты стояния и расчет полевой всхожести в среднем за 2020–2022 гг. показало, что фенотип изучаемых гибридов не оказывал значимого влияния на полевую всхожесть различия по фактору А, составляя не более 0,2 %. По фактору В отмечалась тенденция снижения полевой всхожести от 94,8–95,0 % при норме высева 55000 всхожих семян на 1 га до 91,6 % по норме высева 65000 всхожих семян на 1 га. Применение Аммофоса ($N_{10}P_{42}$) и Сульфоаммофоса 50 кг/га ($N_8P_{10}S_6$) снижало полевую всхожесть на 0,7–1,5 % по сравнению с контролем 3. Данное явление объясняется токсическим воздействием минеральных удобрений на проростки семян сельскохозяйственных растений из-за солевого эффекта, наблюдавшегося при посевном внесении минеральных удобрений. При этом увеличивается концентрация почвенного раствора, что затрудняет поступление влаги в семена подсолнечника, особенно это проявлялось в засушливых условиях Саратовского Заволжья в 2020 г. (табл. 1).

Незначительная высота снежного покрова зимой 2020 г. и малое количество осадков в апреле (13,4 мм) не обеспечивали хороших влагозапасов в почве к началу весенне-полевых работ. Перед посевом подсолнечника влажность почвы пахотного слоя составляла всего 16,5 % от массы абсолютно сухой почвы, что оказало негативное влияние на полевую всхожесть семян гибридов подсолнечника (86,9–90,4 %). Влажность почвы в слое 50–100 см составила всего 13,4 %.

Малое количество осадков за май и июнь (31 мм) способствовало снижению влажности почвы в метровом слое к началу цветения подсолнечника до 8,8 % на варианте с нормой вы-

сева 65000 всхожих семян на 1 га и до 9,0 % с нормой высева 55000 всхожих семян на 1 га (табл. 2).

Таблица 1

Густота всходов и полевая всхожесть гибридов подсолнечника

Фактор В – норма высева всхожих семян, тыс. шт./га	Фактор А – гибриды подсолнечника							
	П64Ф66 (контроль 1)				П64ЛЕ25			
	Фактор С – минеральные удобрения							
	контроль 3		N ₁₈ P ₅₂ S ₆		контроль 3		N ₁₈ P ₅₂ S ₆	
	густота, шт./га	всхо-жесть, %	густота, шт./га	всхо-жесть, %	густота, шт./га	всхо-жесть, %	густота, шт./га	всхо-жесть, %
19.05.2020								
55 (к 2)	49620	90,2	48890	88,9	49700	90,4	48910	88,9
60	53590	89,3	52760	87,9	53630	89,4	52800	88,0
65	56550	87,0	55830	85,9	56500	86,9	55910	86,0
18.05.2021								
55 (к 2)	52620	95,7	52110	94,7	52650	95,7	52150	94,8
60	56340	93,9	55180	92,0	56720	94,5	55340	92,2
65	59780	92,0	59180	91,0	59820	92,0	59330	91,3
17.05.2022								
55 (к 2)	54110	98,4	53870	97,9	54470	99,0	54220	98,6
60	58210	97,0	57770	96,3	58200	97,0	57650	96,1
65	62320	95,9	61930	95,3	62370	95,9	62010	95,4
В среднем за 2020 – 2022 гг.								
55 (к 2)	52117	94,8	51623	93,9	52273	95,0	51760	94,1
60	56047	93,4	55237	92,1	56183	93,6	55263	92,1
65	59550	91,6	58980	90,7	59563	91,6	59083	90,9

Таблица 2

Динамика влажности почвы по фактору В, % от массы абсолютно сухой почвы (гибрид П64Ф66 – контроль 1)

Слой отбора образцов, см	Норма высева всхожих семян, тыс. шт./га (Фактор В)					
	55000 (контроль)	60000	65000	55000 (контроль)	60000	65000
	Сроки определения влажности почвы, фенологическая фаза развития подсолнечника					
	перед посевом подсолнечника			начало цветения подсолнечника		
	29 апреля 2020 г.			21 июля 2020 г.		
0–30	16,5	16,5	16,5	8,8	8,8	8,7
0–50	16,4	16,4	16,4	8,9	8,8	8,7
50–100	13,4	13,4	13,4	9,1	9,0	8,9
0–100	14,9	14,9	14,9	9,0	8,9	8,8
28 апреля 2021 г.			15 июля 2021 г.			
0–30	20,8	20,8	20,8	9,7	9,7	9,5
0–50	20,8	20,8	20,8	9,8	9,9	9,5
50–100	17,4	17,4	17,4	9,0	8,7	8,7
0–100	19,1	19,1	19,1	9,4	9,3	9,1
26 апреля 2022 г.			30 июля 2022 г.			
0–30	18,9	18,9	18,9	15,4	15,6	15,3
0–50	18,7	18,7	18,7	15,1	15,3	15,0
50–100	16,9	16,9	16,9	11,7	10,5	10,4
0–100	17,8	17,8	17,8	13,4	12,9	12,7





С началом весенне-полевых работ в апреле (28.04) 2021 г. хорошая влажность почвы формировалась в слое 0–30 см – 20,8 %, что способствовало получению более дружных всходов подсолнечника, полевая всхожесть в данных условиях составила 92,0–95,7 %. Влажность почвы метрового горизонта была равна 19,1 %.

В фенологическую фазу начало цветения подсолнечника (15.07) влажность почвы метрового горизонта снижалась до 9,1–9,4 %, что негативно отразилось на урожайности маслосемян подсолнечника.

Хорошие атмосферные осадки в апреле (35,2 мм) и в мае (33,9 мм) в 2022 г. обеспечили получение дружных всходов подсолнечника на уровне 95,3–99,0 %. Перед посевом подсолнечника влажность почвы обрабатываемого слоя составляла 18,9 %. Влажность почвы в слое 50–100 см была равна 16,9 %, а в метровом горизонте – 17,8 %.

Интенсивное развитие подсолнечника способствовало снижению влажности почвы в метровом слое к началу цветения до 12,7 % на варианте с нормой высева 65000 всхожих семян на 1 га и до 13,4 % с нормой высева 55000 всхожих семян на 1 га.

Математическая обработка полевых данных зависимости урожайности маслосемян гибрида П64Ф66 от влажности почвы в фазу начала цветения подсолнечника в метровом горизонте показала высокую степень связи, коэффициент корреляции был равен 0,878, коэффициент детерминации 0,772. Данная зависимость выражалась линейным уравнением $Y = 0,186x - 0,553$ (см. рисунок).

Влажность почвы метрового горизонта перед посевом подсолнечника не оказывала существенного влияния на урожайность маслосемян.

В среднем за три года наиболее значимое влияние на урожайность подсолнечника из изучаемых факторов оказал фактор А, т.е. фенотипические особенности гибридов. Гибрид П64ЛЕ25 формировал среднюю урожайность маслосемян 1,77 т/га, что превышало гибрид П64Ф66 (контроль 1) на 0,28 т/га (18,8 %), табл. 3.

На втором месте по уровню влияния на урожайность отмечен фактор С, максимальные показатели урожайности маслосемян подсолнечника получены на делянках с применением минеральных удобрений – 1,75 т/га. Прибавка по отношению к контролю 3 была равна 0,24 т/га (15,9 %).

Наименьшее влияние на урожайность подсолнечника оказал фактор В. Максимальная урожайность у гибридов формировалась на участках с нормой высева 60 тыс. всхожих семян на 1 га – 1,72 т/га, что превышало норму 55 тыс. на 0,23 т/га (15,4 %).

По влиянию на содержание масла в семенах существенное влияние оказывали подсолнечника фенотипические особенности гибридов. Позднеспелый гибрид П64ЛЕ25 формировал масличность 51,6 %, что больше контроля 1 на 2,5 % (табл. 4).

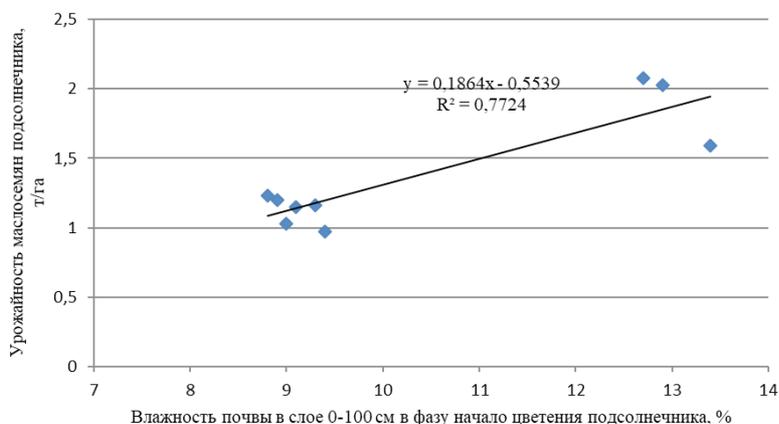
Более изреженные посевы подсолнечника (55 тыс. семян на 1 га) способствовали формированию максимальной масличности – 50,5 %, что превышало другие варианты всего на 0,2–0,3 %.

Применение минеральных удобрений в технологии возделывания подсолнечника увеличивало масличность на 0,4 %.

Заключение. Изучаемые гибриды не оказывали существенного влияния на полевую всхожесть растений подсолнечника. Увеличение нормы высева от 55 тыс до 65 тыс шт./га уменьшало густоту стояния и полевую всхожесть на 3,2–3,4 %. Применение минеральных удобрений снижало полевую всхожесть на 0,7–1,5 %.

Увеличение нормы высева гибридов подсолнечника до 65000 семян на 1 га способствовало снижению влажности метрового слоя почвы в фазу начала цветения на 0,2–0,7 % (27–96 м³/га) по сравнению с контролем (55000 семян на 1 га). Наиболее существенно на урожайность маслосемян подсолнечника влияет влажность почвы в начале цветения данной культуры ($r = 0,878$).

Возделывание позднеспелого гибрида П64ЛЕ25 повышает урожайность маслосемян на 0,28 т/га



Зависимость урожайности маслосемян подсолнечника от влажности почвы в слое 0–100 см в фазу начало цветения

Урожайность маслосемян подсолнечника по вариантам опыта, т/га

Фактор опыта			Урожайность маслосемян			
А	В	С	2020 г.	2021 г.	2022 г.	средняя
П64Ф66 (контроль 1)	55000 (к. 2)	кон.3	1,03	0,97	1,59	1,20
		$N_{18}P_{52}S_6$	1,22	1,14	1,97	1,44
	60000	кон.3	1,20	1,16	2,03	1,46
		$N_{18}P_{52}S_6$	1,36	1,32	2,32	1,67
	65000	кон.3	1,23	1,15	2,08	1,49
		$N_{18}P_{52}S_6$	1,38	1,34	2,34	1,69
П64ЛЕ25	55000 (к. 2)	кон.3	1,22	1,18	2,18	1,53
		$N_{18}P_{52}S_6$	1,48	1,44	2,48	1,80
	60000	кон.3	1,44	1,38	2,40	1,74
		$N_{18}P_{52}S_6$	1,67	1,61	2,79	2,02
	65000	кон.3	1,40	1,38	2,21	1,66
		$N_{18}P_{52}S_6$	1,54	1,52	2,48	1,85
Средняя по фактору А			П64Ф66 – 1,49		П64ЛЕ25 - 1,77	
Средняя по фактору В			55 тыс. – 1,49; 60 тыс. – 1,72; 65 тыс. – 1,67			
Средняя по фактору С			контроль 3 – 1,51		$N_{18}P_{52}S_6$ – 1,75	
НСР ₀₅ для частных средних			0,061	0,066	0,130	0,109
НСР ₀₅ для фактора А			0,025	0,027	0,053	0,044
НСР ₀₅ для фактора В			0,023	0,033	0,065	0,054
НСР ₀₅ для фактора С			0,037	0,027	0,053	0,044

Таблица 4

Влияние изучаемых факторов на масличность подсолнечника, %

Фактор опыта			Масличность			
А	В	С	2020 г.	2021 г.	2022 г.	средняя
П64Ф66 (контроль 1)	55000 (к. 2)	кон.3	47,0	50,8	47,6	48,5
		$N_{18}P_{52}S_6$	49,1	51,9	49,1	50,0
	60000	кон.3	46,9	50,6	47,4	48,3
		$N_{18}P_{52}S_6$	49,0	51,7	48,9	49,9
	65000	кон.3	46,7	50,5	47,3	48,2
		$N_{18}P_{52}S_6$	48,7	51,5	48,7	49,6
П64ЛЕ25	55000 (к. 2)	кон.3	49,1	52,5	51,3	51,0
		$N_{18}P_{52}S_6$	50,9	53,3	52,9	52,4
	60000	кон.3	49,1	52,6	51,0	50,9
		$N_{18}P_{52}S_6$	50,9	53,5	52,3	52,2
	65000	кон.3	48,8	52,3	51,3	50,8
		$N_{18}P_{52}S_6$	50,6	53,0	52,8	52,1
Средняя по гибридам			П64Ф66 – 49,1		П64ЛЕ25 - 51,6	
Средняя по норме высева			55 тыс. – 50,5; 60 тыс. – 50,3; 65 тыс. – 50,2			
Средняя по агрохимикатам			контроль 3 – 49,6		$N_{18}P_{52}S_6$ – 51,0	





(на 18,8 %), масличность на 2,5 % по сравнению с среднеранним гибридом П64Ф66. Норма высева 60000 шт./га повышает урожайность изучаемых гибридов на 0,23 т/га (на 15,4 %). Применение минеральных удобрений ($N_8P_{10}S_6$) обеспечивает рост урожайности маслосемян подсолнечника на 0,24 т/га (на 15,9 %), масличности на 0,4 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горянин О.И. Возделывание полевых культур в среднем Заволжье. Самара, 2018. 345 с.
2. Качество маслосемян подсолнечника в Среднем Заволжье / О.И. Горянин [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 11. С. 4–7.
3. Котлярова Е.Г., Титовская Л.С. Подсолнечник. Интенсификация и адаптация технологии возделывания. Белгород, 2020. 153 с.
4. Лекарев А.В., Солодовников А.П., Гудова Л.А. Оценка элементов структуры урожая и параметров адаптивности сортов и гибридов подсолнечника в степном Поволжье // Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 30–34.
5. Основы научных исследований в растениеводстве и селекции / А.Ф. Дружкин [и др.]. Саратов, 2013. 264 с.
6. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / А.В. Ващенко [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 1. С. 4–8.
7. Совершенствование способов обработки темно-каштановых почв и внесения азотных удобрений под подсолнечник / Ю.Н. Плескачев [и др.] // Плодородие. 2012. № 2 (65). С. 24–25.
8. Солодовников А.П., Субботин А.Г., Гусева Ю.А. Влажность почвы и урожайность гибридов подсолнечника при различных способах основной обработки темно-каштановой почвы // Кормопроизводство. 2022. № 1. С. 16–20.
9. Способы повышения плодородия почвы и урожайности подсолнечника в Нижнем Поволжье / Ю.Н. Плескачев [и др.] // Аграрный научный журнал. 2018. № 2. С. 28–31.
10. Тишков М.Н., Тильба В.А., Шкарупа М.В. Урожайность и масличность семян материнских форм гибридов подсолнечника в зависимости от густоты стояния растений // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. Вып. 4 (176). С. 75–77.
11. Урожайность гибридов подсолнечника на различных фонах минерального питания в засушливых условиях Нижнего Поволжья / А.Г. Субботин [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 66–70.

REFERENCES

1. Goryanin O.I. Cultivation of field crops in the middle Trans-Volga region. Samara, 2018. 345 p. (In Russ.).
2. The quality of sunflower oilseeds in the Middle Trans-Volga / O.I. Goryanin et al. *The agrarian scientific journal*. 2019; 11: 4–7. (In Russ.).
3. Kotlyarova E.G., Titovskaya L.S. Sunflower. Intensification and adaptation of cultivation technology. Belgorod, 2020. 153 p. (In Russ.).
4. Lekarev A.V., Solodovnikov A.P., Gudova L.A. Evaluation of the elements of the crop structure and adaptability parameters of sunflower varieties and hybrids in the steppe Volga region. *The agrarian scientific journal*. 2021; 10: 30–34. (In Russ.).
5. Fundamentals of scientific research in plant growing and selection / A.F. Druzhkin et al. Saratov, 2013. 264 p. (In Russ.).
6. The use of mineral fertilizers and bacterial preparations for sunflower on ordinary chernozem / A.V. Vashchenko et al. *The agrarian scientific journal*. 2020; 1: 4–8. (In Russ.).
7. Improving the methods of processing dark chestnut soils and applying nitrogen fertilizers for sunflower / Yu.N. Pleskachev et al. *Soil Fertility*. 2012; 2 (65): 24–25. (In Russ.).
8. Solodovnikov A.P., Subbotin A.G., Guseva Yu.A. Soil moisture and yield of sunflower hybrids with different methods of basic tillage of dark chestnut soil. *Feed production*. 2022; 1: 16–20. (In Russ.).
9. Ways to improve soil fertility and sunflower yields in the Lower Volga region / Yu.N. Pleskachev et al. *The agrarian scientific journal*. 2018; 2: 28–31. (In Russ.).
10. Tishkov M.N., Tilba V.A., Shkarupa M.V. Productivity and oil content of seeds of maternal forms of sunflower hybrids depending on plant density. *Oil cultures. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds*. 2018; 4 (176): 75–77. (In Russ.).
11. Productivity of sunflower hybrids on various backgrounds of mineral nutrition in arid conditions of the Lower Volga region / A.G. Subbotin et al. *The agrarian scientific journal*. 2020; 10: 66–70. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 27.02.2023; одобрена после рецензирования 21.03.2023; принята к публикации 1.04.2023.

The article was submitted 27.02.2023; approved after reviewing 21.03.2023; accepted for publication 1.04.2023.