

Научная статья

УДК 633.854.78: 631.82

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-1-49-55

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ С СЕРОЙ И ЦИНКОМ

Александр Сергеевич Смирнов¹, Василий Григорьевич Васин², Максим Сергеевич Кригер^{3✉}, Вера Эдуардовна Ким⁴

^{1, 2, 3, 4}Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹sas_1904@list.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7444-135X>

²vasin_vg@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8750-1454>

³sky-journal@yandex.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0002-4429-9986>

⁴verakim83@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7144-4256>

Резюме. Цель исследований – повышение урожайности гибридов подсолнечника и улучшение качества получаемой продукции при применении комплексных удобрений с цинком. В статье представлены результаты изучения влияния удобрений с серой и цинком на формирование урожайности гибридов подсолнечника. Исследования проводились в 2022-2023 гг. на гибридах N4X302E, Навара, Цейлон, Флеш и N4XE115. Рассмотрено действие удобрений марки APAVIVA на полноту всходов, сохранность растений к уборке и формирование ассимиляционного аппарата гибридов подсолнечника. Установлено, что удобрения способствуют повышению урожайности и сбора масла, причем лучших результатов удалось достичь при применении удобрения с цинком. Наибольшая продуктивность отмечена у гибридов Навара и Цейлон. Навара обеспечил сбор 28,64 ц/га семян и 13,99 ц/га масла, Цейлон – 29,91 и 11,71 ц/га соответственно. В вариантах с серой Навара и Флеш обеспечили 29,26 и 26,56 ц/га соответственно, сбор масла у обоих гибридов составил 12,13 ц/га. Выявлено положительное влияние на полноту всходов и сохранность растений к уборке, которые при внесении удобрений с цинком достигли 93,1 и 91,5% соответственно. Площадь листовой поверхности при внесении удобрений также повышается, что отмечено у всех гибридов. В фазы 8 пары настоящих листьев и бутонизации лучших результатов удалось достичь при внесении удобрения с цинком – наибольшая площадь ассимиляционной поверхности составила 14,747 и 19,691 тыс. м²/га и была отмечена на гибридах Навара и Флеш. В фазы цветения и начала побурения корзинок гибридами Навара и Флеш было сформировано 22,186 и 17,923 тыс. м²/га, что отмечено в вариантах с серой.

Ключевые слова: подсолнечник, внесение удобрений, урожайность, сбор масла.

Для цитирования: Смирнов А. С., Васин В. Г., Кригер М. С., Ким В. Э. Формирование урожая гибридов подсолнечника при внесении удобрений с серой и цинком // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №1. С. 49–55. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-1-49-55

Original article

FORMATION OF THE HARVEST OF SUNFLOWER HYBRIDS WHEN APPLYING FERTILIZERS WITH SULFUR AND ZINC

Aleksandr S. Smirnov¹, Vasily G. Vasin², Maksim S. Krieger^{3✉}, Vera E. Kim⁴

^{1, 2, 3, 4}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

¹sas_1904@list.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7444-135X>

²vasin_vg@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8750-1454>

³sky-journal@yandex.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0002-4429-9986>

⁴verakim83@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7144-4256>

Abstract. The purpose of the research is to increase the yield of sunflower hybrids and improve the quality of the products obtained when using complex fertilizers with zinc. The article presents the results of studying the effect of fertilizers with sulfur and zinc on the formation of yield of sunflower hybrids. The studies were conducted in 2022-2023 on hybrids N4X302E, Navara, Ceylon, Flash and N4XE115. The effect of APAVIVA fertilizers on the

completeness of seedlings, the safety of plants for harvesting and the formation of the assimilation apparatus of sunflower hybrids is considered. It has been established that fertilizers contribute to increasing yields and oil harvesting, and the best results were achieved when using fertilizers with zinc. The highest productivity was noted in the hybrids of Navara and Ceylon. Navara provided the collection of 28.64 c/ha of seeds and 13.99 c/ha of oil, Ceylon – 29.91 and 11.71 c/ha, respectively. In the variants with sulfur, Navara and Flash provided 29.26 and 26.56 c/ha, respectively, the oil harvest from both hybrids was 12.13 c/ha. A positive effect was revealed on the completeness of seedlings and the safety of plants for harvesting, when applied with zinc fertilizers, reached 93.1 and 91.5%, respectively. The leaf surface area also increases during fertilization, which is noted in all hybrids. In phase 8, pairs of real leaves and budding, the best results were achieved when applying fertilizer with zinc – the largest assimilation surface area was 14.747 and 19.691 thousand m²/ha and was noted on hybrids of Navar and Flush. In the phases of flowering and the beginning of browning of baskets with hybrids of Navar and Flush, 22,186 and 17,923 thousand m²/ha were formed, which was noted in the variants with sulfur.

Key words: sunflower, fertilization, yield, oil harvest.

For citation: Smirnov, A. S., Vasin, V. G., Krieger, M. S. & Kim, V. E. (2024). Formation of the harvest of sunflower hybrids when applying fertilizers with sulfur and zinc. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 49–55 (in Russ.). doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-1-49-55

Подсолнечник – основная масличная культура в России. Главное достоинство культуры заключается в высоком количестве жира, содержащееся в семенах – около 50-60% от массы сухого вещества семян. Главным образом подсолнечник используется для получения масла, превосходящего по своему качеству соевое, рапсовое, хлопковое и другие масла. Подсолнечное масло кроме жира содержит комплекс витаминов (A, D, E) и микроэлементов. Семена подсолнечника также используются в кормопроизводстве (для изготовления комбикормов), в хлебопечении, в кондитерской и лакокрасочной промышленности, маслосемена используются в качестве сырья для производства маргарина, майонеза [1, 2, 3].

В последние годы отмечается тенденция роста посевных площадей, отводимых под подсолнечник. Также активно создаются и внедряются в производство новые сорта и гибриды, способные обеспечить высокий урожай и сбор масла. Тем не менее, подсолнечник предъявляет высокие требования к условиям произрастания, в особенности к пищевому режиму почвы. Установлено, что для формирования урожая подсолнечнику требуется большое количество питательных веществ – для формирования 100 кг семян необходимо 5-6 кг азота, 2-2,5 кг фосфора и 10-16 кг калия (по данным В. С. Никляева). Особенно остро в элементах питания подсолнечник нуждается в период от формирования корзинки до цветения. К этому моменту подсолнечник потребляет 60% азота, 80% фосфорной кислоты и 90% калия от общего выноса из почвы [4, 5, 6, 7].

В связи с этим, в современных условиях актуален вопрос о рационализации применения удобрений для повышения урожая гибридов подсолнечника и улучшения его качества, что предполагает внедрение в производство новых видов и форм удобрений, подбор оптимальных норм внесения и соотношения питательных веществ.

Цель исследований – повышение урожайности гибридов подсолнечника и улучшение качества получаемой продукции при применении комплексных удобрений с цинком.

Задачи исследований – дать оценку полноты всходов и сохранности растений к уборке; дать оценку показателям фотосинтетической деятельности в посевах; оценить урожайность гибридов, масличность и выход масла с урожая.

Материал и методы исследований. Опыт проводился на базе научно-исследовательской лаборатории «Корма» Самарского ГАУ в течение 2022-2023 гг. Исследования сопровождались лабораторно-полевыми наблюдениями и проводились по общепринятой методике.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный остаточно-карбонатный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый, содержит органического вещества 5,7% (ГОСТ 26213-91 «Почвы. Методы определения органического вещества»), подвижного фосфора – 130-152 мг/кг (ГОСТ 26204-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова

в модификации ЦИНАО»), обменного калия – 311-324 мг/кг (ГОСТ 26204-91), легкогидролизуемого азота – 105-127 мг/кг, рН 5,8 (по данным испытательной лаборатории ФГУ Самарский референтный центр Россельхознадзора).

Внесение удобрений осуществлялось в норме 150 кг/га под предпосевную культивацию. Агротехника: рекомендованная для центральной части Самарской области. Обработка химическими средствами защиты растений против вредных организмов не проводилась.

Исследования проводились на следующих гибридах: N4X302E, Навара, Цейлон, Флеш и N4XE115.

В опыте использовались удобрения:

АРАВИВА NPK(S) 8:20:30(2). Отличается высоким содержанием фосфора и калия, содержание азота низкое. Представляет ценность для культур, требовательных к высокому содержанию в почве доступного фосфора и калия. Универсальное удобрение – подходит для внесения в посевах многолетних трав, а также для картофеля и сахарной свеклы. Возможно использование в посевах зерновых, зернобобовых и масличных культур на почвах с высокой обеспеченностью серой [8].

АРАВИВА + NPK(S) + Zn 8:20:30(2) + 0,3Zn. Комплексное удобрение, возможно применять для основного и предпосевного внесения. Рекомендуются для высокогумусированных и оподзоленных почв, а также для почв с дефицитом обменного калия. Подходит для внесения под подсолнечник, кукурузу и зерновые. Содержание цинка способствует повышению устойчивости к болезням, засухоустойчивости и морозоустойчивости озимых зерновых [9].

Результаты исследований. В ходе исследований установлено положительное влияние удобрений на все изучаемые параметры. Так, при внесении АРАВИВА + NPK(S) 8:20:30(2) в дозе $N_{12}P_{30}K_{45}S_3$ отмечено повышение полноты всходов – лучший показатель отмечен при внесении удобрения с цинком – 93,1% (табл. 1). В вариантах без цинка показатели чуть ниже – наибольшая полнота всходов составила 89,7% и была отмечена у гибрида N4X302E. В контроле наибольшую полноту всходов также обеспечил гибрид N4X302E – 90,0%. Минимум среди всех вариантов отмечен также в контроле, у гибрида Цейлон, – 85,3%. В вариантах с удобрением минимальная полнота всходов составила 86,2%, что также отмечено у гибрида Цейлон (варианты с цинком).

Таблица 1

Полнота всходов гибридов подсолнечника, среднее за 2022-2023 гг.

Вид удобрения	Вариант гибридов	Норма высева, тыс. шт. вхожих семян на 1 га	Полнота всходов, %
Контроль (без удобрений)	N4X302E	65	90,0
	Навара		88,9
	Цейлон		85,3
	Флеш		87,8
	N4XE115		85,9
Норма внесения удобрений: 150 кг/га			
АРАВИВА NPK(S) 8:20:30(2) $N_{12}P_{30}K_{45}S_3$	N4X302E	65	89,7
	Навара		89,1
	Цейлон		86,4
	Флеш		89,4
	N4XE115		87,9
АРАВИВА + NPK(S) + Zn 8:20:30(2) + 0,3Zn $N_{12}P_{30}K_{45}S_3$ ($Zn_{0,5}$)	N4X302E	65	89,9
	Навара		93,1
	Цейлон		86,2
	Флеш		89,3
	N4XE115		87,5

Удобрения также положительно влияют на сохранность растений к уборке (табл. 2). Минимальное количество растений, сохранившихся к уборке, обеспечил гибрид Флеш, максимальное отмечено у гибрида Навара, что прослеживается во всех вариантах внесения. В контроле показатели варьируются в пределах от 82,5% (минимум среди всех вариантов) до 87,7%. При внесении АРАВИВА NPK(S) 8:20:30(2) в норме 150 кг/га сохранность растений возрастает – Флеш и Навара обеспечили 85,7 и 88,4%.

Лучших результатов удалось достичь при внесении удобрения с цинком, где отмечено 91,5% (Навара). Сохранность растений гибридов N4X302E и Цейлон также возрастает – если в контроле сохранность растений составила 87,4 и 84,9% соответственно, то при внесении АРАВИВА NPK(S) 8:20:30(2) она возрастает до 88,1 и 87,4%, при добавлении цинка – до 88,2 и 88,0% соответственно. Показатели у гибрида Флеш повышаются с 82,5% в контроле до 85,7%. Сохранность у гибрида N4XE115 изменяется по аналогичному принципу, повышаясь до 87,8%. В контроле отмечено 85,6%.

Таблица 2

Количество и сохранность гибридов подсолнечника к моменту уборки, среднее за 2022-2023 гг.

Вид удобрения	Вариант гибридов	Норма высева, тыс. шт. вхожих семян на 1 га	Сохранность растений, %
Контроль (без удобрений)	N4X302E	65	87,4
	Навара		87,7
	Цейлон		84,9
	Флеш		82,5
	N4XE115		85,6
Норма внесения удобрений: 150 кг/га			
АРАВИВА NPK(S) 8:20:30(2) N ₁₂ P ₃₀ K ₄₅ S ₃	N4X302E	65	88,1
	Навара		88,4
	Цейлон		87,4
	Флеш		85,7
	N4XE115		87,8
АРАВИВА + NPK(S) + Zn 8:20:30(2) + 0,3Zn N ₁₂ P ₃₀ K ₄₅ S ₃ (Zn _{0,5})	N4X302E	65	88,2
	Навара		91,5
	Цейлон		88,0
	Флеш		84,3
	N4XE115		86,1

Площадь листовой поверхности при применении удобрений также растет (табл. 3). Хороших показателей удалось достичь в разных вариантах. Отмечено повышение площади листовой поверхности вплоть до фазы цветения, после чего, к началу побурения корзинок, отмечается спад, что связано с увяданием листьев в более поздние сроки вегетации.

Таблица 3

Площадь листовой поверхности гибридов подсолнечника при применении комплексных удобрений с цинком, среднее за 2022-2023 гг., тыс. м²/га

Вид удобрения	Вариант гибридов	Фаза развития			
		8 пара настоящих листьев	Бутионизация	Цветение	Начало побурения корзинок
Контроль (без удобрений)	N4X302E	11,697	13,209	19,531	13,832
	Навара	14,105	16,665	21,256	15,066
	Цейлон	9,169	16,177	20,227	14,612
	Флеш	10,123	14,828	18,731	14,718
	N4XE115	10,822	14,464	17,605	13,202
Норма внесения удобрений: 150 кг/га					
АРАВИВА NPK(S) 8:20:30(2) N ₁₂ P ₃₀ K ₄₅ S ₃	N4X302E	12,470	16,079	18,082	15,834
	Навара	13,102	16,414	22,186	15,196
	Цейлон	10,226	14,944	18,400	14,363
	Флеш	11,638	16,162	21,794	17,923
	N4XE115	11,527	16,941	18,951	16,035
АРАВИВА + NPK(S) + Zn 8:20:30(2) + 0,3Zn N ₁₂ P ₃₀ K ₄₅ S ₃ (Zn _{0,5})	N4X302E	12,136	16,244	21,464	14,823
	Навара	14,747	16,955	22,052	17,869
	Цейлон	13,964	18,397	21,285	17,141
	Флеш	13,549	19,691	20,985	16,142
	N4XE115	10,974	17,363	19,089	14,405

Наибольшая площадь листьев сформирована гибридами Навара и Флеш. Навара является лучшим в фазы 8 пары настоящих листьев и цветения – 14,747 и 22,186 тыс. м²/га соответственно. В фазу 8 пары настоящих листьев лучших результатов удалось достичь при внесении удобрения с цинком.

В фазу бутонизации максимум отмечен у гибрида Флеш, который обеспечил 19,691 тыс. м²/га при внесении АРАВИВА + NPK(S) + Zn 8:20:30(2) + 0,3Zn в дозе N₁₂P₃₀K₄₅S₃ (Zn_{0,5}). В фазу начала побурения корзинок наибольшая площадь листовой поверхности также отмечена у гибрида Флеш, который обеспечил 17,923 тыс. м²/га. Довольно высокий показатель отмечен у гибрида Навара в вариантах с цинком, который обеспечил 17,869 тыс. м²/га.

Минимум отмечен в контроле на разных гибридах. В фазу 8 пары настоящих листьев минимум составил 9,169 тыс. м²/га и был зафиксирован у гибрида Цейлон. В фазу бутонизации наименьшая площадь листьев была отмечена у гибрида N4X302E, который сформировал 13,209 тыс. м²/га. Этот же гибрид обеспечил минимальный результат в конце вегетации, к началу побурения корзинок – 13,832 тыс. м²/га.

При использовании удобрений отмечен рост урожайности и сбора масла (табл. 4). В целом показатели в вариантах с серой и цинком примерно одинаковы, однако максимума удалось достичь при применении удобрения с цинком. Так, по урожайности лидирует гибрид Цейлон, который обеспечил сбор 29,91 ц/га. Лучшим же по сбору масла, благодаря более высокой масличности, является Навара, который позволил получить 13,99 ц/га, масличность при этом составила 48,81%, что является лучшим результатом среди всех вариантов. У гибрида Цейлон сбор масла ниже (11,71 ц/га), что обусловлено более низкой масличностью – 39,16%.

В вариантах с внесением АРАВИВА NPK(S) 8:20:30(2) максимальная урожайность отмечена у гибрида Навара, который позволил получить 29,26 ц/га семян. Чуть ниже у гибрида Флеш, который обеспечил сбор 26,56 ц/га. Масличность составила 40,98 и 45,78% соответственно. Сбор масла у обоих гибридов находится на одном уровне и составил 12,13 ц/га.

Таблица 4

Урожайность и сбор масла у гибридов подсолнечника при применении комплексных удобрений с цинком, среднее за 2022-2023 гг.

Вид удобрения	Вариант гибридов	Урожайность, ц/га	Масличность, %	Сбор масла, ц/га
Контроль (без удобрений)	N4X302E	15,82	44,11	6,93
	Навара	23,34	45,85	10,74
	Цейлон	20,11	40,23	8,11
	Флеш	18,69	45,79	8,50
	N4XE115	20,93	39,94	8,37
Норма внесения удобрений: 150 кг/га				
АРАВИВА NPK(S) 8:20:30(2) N ₁₂ P ₃₀ K ₄₅ S ₃	N4X302E	17,67	45,56	8,08
	Навара	29,26	40,98	12,13
	Цейлон	29,04	34,25	9,87
	Флеш	26,56	45,78	12,13
	N4XE115	21,93	42,18	9,33
АРАВИВА + NPK(S) + Zn 8:20:30(2) + 0,3Zn N ₁₂ P ₃₀ K ₄₅ S ₃ (Zn _{0,5})	N4X302E	18,46	43,00	7,94
	Навара	28,64	48,81	13,99
	Цейлон	29,91	39,16	11,71
	Флеш	25,90	42,65	10,99
	N4XE115	25,69	39,99	10,26

	2022 г.	2023 г.
НСП об.	1,12	1,37
НСП А	0,50	0,61
НСП В	0,65	0,79

Максимальная урожайность в контроле не превышает 23,34 ц/га, что было отмечено у гибрида Навара. Наибольшее количество масла, полученного с урожаем, отмечено в этом же варианте, составило 10,74 ц/га, масличность при этом 45,85%.

Минимум во всех вариантах отмечен у гибрида N4X302E. В контроле его урожайность составила 15,82 ц/га, при внесении АРАВИВА NPK(S) 8:20:30(2) в норме 150 кг/га она повышается до 17,67 ц/га, при добавлении цинка – до 18,46 ц/га. Масличность повышается только при внесении удобрения с серой, где возрастает с 44,11% в контроле до 45,56% в варианте с внесением. Количество масла, полученное с урожаем, изменяется также – в вариантах с серой отмечено повышение до 8,08 ц/га, при добавлении цинка сбор масла остается без изменений. В контроле отмечено 6,93 ц/га.

Заключение. Применение удобрений положительно влияет на формирование урожая гибридов подсолнечника. Внесение удобрения АРАВИВА + NPK(S) + Zn 8:20:30(2) + 0,3Zn в дозе N₁₂P₃₀K₄₅S₃ (Zn_{0,5}) способствует повышению полноты всходов. Максимальные показатели достигаются у гибрида Навара – 93,1%. В вариантах с серой полнота всходов составила 89,7% и была отмечена у гибрида N4X302E.

Лучшая сохранность растений к уборке обеспечена при внесении удобрения с цинком, в вариантах с которым удалось достичь 91,5%, на посевах у гибрида Навара. В вариантах с серой наибольшая сохранность также отмечена у гибрида Навара, который обеспечил 88,4%. Минимум по-прежнему отмечен в контроле.

Установлено повышение площади листьев по мере прохождения гибридами фаз развития до цветения. Площадь листьев при применении удобрений повышается. В фазах 8 пары настоящих листьев и бутонизации лучших результатов удалось достичь при внесении АРАВИВА + NPK(S) + Zn 8:20:30(2) + 0,3Zn, в вариантах с которым было отмечено 14,747 тыс. м²/га (Навара) и 19,693 тыс. м²/га (Флеш) соответственно. В фазах цветения и начала побурения корзинок наибольшая площадь листьев отмечена при внесении АРАВИВА NPK(S) 8:20:30(2), где было отмечено 22,186 тыс. м²/га и 17,923 тыс. м²/га соответственно (гибриды те же).

Наибольшая продуктивность отмечена у гибридов Навара и Цейлон, которые сформировали 28,68 и 29,91 ц/га маслосемян и обеспечили сбор 13,99 и 11,71 ц/га масла соответственно. В вариантах с серой лучшие результаты были отмечены у гибридов Навара и Флеш, которые позволили получить 29,26 и 26,56 ц/га семян соответственно, сбор масла у обоих гибридов составил 12,13 ц/га.

Список источников

1. Крюков А. А., Пальчиков Е. В., Арькова Ж. А., Галкина Е. В., Тамбовский М. А. Влияние нормы высева семян на формирование урожая гибридов подсолнечника // Наука и образование. 2019. Т. 2, № 4. С. 168–173.
2. Васин В. Г., Потапов Д. В., Саниев Р. Н. Оценка продуктивности гибридов подсолнечника при применении микроудобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Чувашской ГСХА. 2019. № 3. С. 5–14.
3. Лекарев А. В., Графов В. П., Нарусhev В. Б. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника в черноземной степи Саратовского Правобережья // Успехи современного естествознания. 2019. № 4. С. 20–25.
4. Чугунов Е. М., Владимиров В. П. Продуктивность растений подсолнечника в зависимости от уровня минерального питания и нормы высева в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Чувашской ГАУ. 2018. № 2. С. 26–31.
5. Крюков А. А., Галкина Е. В. Особенности формирования урожая гибридов подсолнечника в зависимости от нормы высева // Наука и образование. 2020. Т. 3, № 4. С. 280–286.
6. Владимиров В. П., Чугунов Е. М. Влияние минеральных удобрений и нормы высева на урожай и масличность семян подсолнечника в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Казанского ГАУ. 2018. № 4 (51). С. 16–20.
7. Устименко Е. А., Коростылев С. А., Голосной Е. В., Сигида М. С. Влияние применения минеральных удобрений на продуктивность подсолнечника в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Рисоводство. 2022. № 4 (57). С. 55–60.
8. NPK(S) 8:20:30(2) [Электронный ресурс]. ФосАгро [сайт]. phosagro.ru. URL: <https://www.phosagro.ru/production/fertilizer/azotno-fosfornye-udobreniya/npk-s-82030-2/> (дата обращения: 16.01.2024).
9. NPK(S) 8:20:30(2)+1Zn [Электронный ресурс]. ФосАгро [сайт]. phosagro.ru. URL: <https://www.phosagro.ru/production/fertilizer/azotno-fosforno-kalijnye-udobreniya/npk-s-82030-2-1zn/> (дата обращения: 16.01.2024).

References

1. Kryukov, A. A., Palchikov, E. V., Arkova, Zh. A., Galkina, E. V. & Tambovsky, M. A. (2019). Influence of seeding rate on formation of sunflower hybrid yield. *Nauka i obrazovanie (Science and education)*, 2, 4, 168–173 (in Russ.).
2. Vasin, V. G., Potapov, D. V. & Saniev, R. N. (2019). Estimation of the productivity of sunflower hybrids by the application of microfertilizers in conditions of forest-steppe of the Middle Volga region. *Vestnik Chuvashskoi gosudarstvennoi seliskhoziaistvennoi akademii (Vestnik Chuvash State Agricultural Academy)*, 3, 5–14 (in Russ.).
3. Lekarev, A. V., Grafov, V. P. & Narushev, V. B. (2019). Improvement of cultivation technology of sunflower in black soil

steppe of the Saratov Right bank. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya (Advances in current natural sciences)*, 4, 20–25 (in Russ.).

4. Chugunov, E. M. & Vladimirov, V. P. (2018). Productivity of sunflower plants depending on the level of mineral fertilization and seeding rate under conditions of forest-steppe of the Middle Volga region. *Vestnik Chuvashskoi gosudarstvennoi sel'skhoziaistvennoi akademii (Vestnik Chuvash State Agricultural Academy)*, 2, 26–31 (in Russ.).

5. Kryukov, A. A. & Galkina, E. V. (2020). Features of the formation of the hybrid of sunflower hybrids depending on the seeding rate. *Nauka i obrazovanie (Science and education)*, 3, 4, 280–286 (in Russ.).

6. Vladimirov, V. P. & Chugunov, E. M. (2018). Influence of mineral fertilizers and seeding norms on crop and oil of sunflower seeds under conditions of forest-steppe of Middle Volga region. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Vestnik of Kazan State Agrarian University)*, 4 (51), 16–20 (in Russ.).

7. Ustimenko, E. A., Korostylev, S. A., Golosnoy, E. V. & Sigida, M. S. (2022). The effect of the use of mineral fertilizers on the productivity of sunflower in the conditions of the unstable humidification zone of the Stavropol region. *Risovodstvo (Rice growing)*, 4 (57), 55–60 (in Russ.).

8. NPK(S) 8:20:30(2). PhosAgro. Retrieved from <https://www.phosagro.ru/production/fertilizer/azotno-fosfornye-udobreniya/npk-s-82030-2/> (in Russ.).

9. NPK(S) 8:20:30(2)+1Zn. PhosAgro. Retrieved from <https://www.phosagro.ru/production/fertilizer/azotno-fosforno-kalijnye-udobreniya/npk-s-82030-2-1zn/> (in Russ.).

Информация об авторах:

А. С. Смирнов – аспирант;

В. Г. Васин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

М. С. Кригер – аспирант;

В. Э. Ким – аспирант.

Information about the authors:

A. S. Smirnov – postgraduate student;

V. G. Vasin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

M. S. Krieger – postgraduate student;

V. E. Kim – postgraduate student.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.01.2024; одобрена после рецензирования 21.02.2024; принята к публикации 1.03.2024.

The article was submitted 20.01.2024; approved after reviewing 21.02.2024; accepted for publication 1.03.2024.