

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ

Научная статья

УДК 631.8:631.674.6:633.15

Влияние минеральных и органических удобрений на урожайность кукурузы на зерно при капельном поливе

Валерий Алексеевич Монастырский¹, Яна Сергеевна Тищенко²

^{1,2}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

²ageeva.yana21@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9138-5083>

Аннотация. Цель: изучить влияние минеральных и органических удобрений на урожайность кукурузы на зерно при капельном поливе. **Материалы и методы.** Исследования проводились в 2023 г. на опытных участках Бирючукотской овощной селекционной опытной станции, расположенной в Ростовской области. Схема опыта: вариант 1 – N₂₄₀P₁₂₀K₁₇₀ (норма внесения минеральных удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность 10 т/га (контроль)); вариант 2 – N₁₉₀P₁₀₀K₁₂₀ + 10 т навоза + 15 т зеленой массы сидератов; вариант 3 – N₁₉₀P₁₀₀K₁₂₀ + 20 т навоза; вариант 4 – N₁₉₀P₁₀₀K₁₂₀ + 30 т зеленой массы сидератов. Влажность почвы поддерживалась на уровне 70 % от наименьшей влагоемкости на всех вариантах опыта. Почва представлена черноземом обыкновенным. **Результаты.** Определено, что наибольшая площадь листовой поверхности и линейный рост кукурузы на зерно получены на варианте 2 в фазе молочно-восковой спелости, эти показатели составляют 74,61 тыс. кв. м/га и 220,43 см, что превышает показатели контрольного варианта на 4,68 тыс. кв. м/га и 3,3 см соответственно. На варианте 3 с внесением минеральных удобрений и 20 т навоза эти показатели соответствуют 73,55 тыс. кв. м/га и 219,81 см, что на 5,18 и 1,23 % превысило данные контрольного варианта. На варианте 4 с внесением минеральных удобрений и 30 т зеленой массы сидератов по этим показателям получили 71,24 тыс. кв. м/га и 218,64 см, что на 1,87 и 0,7 % выше по отношению к контролю. Наибольшая масса зерна кукурузы получена на варианте 2 – 13,87 т/га, что на 4,2 т/га больше контроля. На вариантах 3 и 4 масса зерна соответствует 13,15 и 12,67 т/га, что на 33,5 и 28,63 % соответственно больше контрольного варианта. **Выводы:** на основании проведенных полевых исследований установлено, что совместное внесение минеральных и органических удобрений, сидератов в оптимальных нормах при капельном орошении обеспечило наилучшее формирование площади листовой поверхности, линейного роста растений и массы зерна кукурузы.

Ключевые слова: минеральные и органические удобрения, кукуруза на зерно, линейный рост, урожайность, азот, фосфор, калий

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные научные исследования в области мелиорации» (г. Новочеркасск, 31 мая 2024 г.).

Для цитирования: Монастырский В. А., Тищенко Я. С. Влияние минеральных и органических удобрений на урожайность кукурузы на зерно при капельном поливе // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 141–152.



CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH
IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION

Original article

**The influence of mineral and organic fertilizers
on grain maize productivity under drip irrigation**

Valeriy A. Monastyrskiy¹, Yana S. Tishchenko²

^{1,2}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk,
Russian Federation

¹valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

²ageeva.yana21@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9138-5083>

Abstract. Purpose: to study the effect of mineral and organic fertilizers on grain maize productivity under drip irrigation. **Materials and methods.** The research was carried out in 2023 at the experimental plots of the Biryuchekutsk vegetable breeding experimental station, located in Rostov region. Experiment scheme: option 1 – N₂₄₀P₁₂₀K₁₇₀ (application rate of mineral fertilizers calculated for the planned yield of 10 t/ha (control)); option 2 – N₁₉₀P₁₀₀K₁₂₀ + 10 t of manure + 15 t of green manure; option 3 – N₁₉₀P₁₀₀K₁₂₀ + 20 t of manure; option 4 – N₁₉₀P₁₀₀K₁₂₀ + 30 t of green manure. Soil moisture was maintained at 70 % of the lowest moisture capacity in all experimental variants. The soil is ordinary chernozem. **Results.** It was determined that the largest leaf-area duration and grain maize linear growth were obtained in option 2 in the milky-waxy ripeness phase, these indicators amount to 74.61 thou sq. m/ha and 220.43 cm, which exceeds the control variant by 4.68 thou sq. m/ha and 3.3 cm, respectively. In option 3 with the mineral fertilizers and 20 t of manure application, these figures correspond to 73.55 thou sq. m/ha and 219.81 cm, which exceeded the data of the control variant by 5.18 and 1.23 %. In option 4 with the mineral fertilizers and 30 t of green manure application, 71.24 thou sq. m/ha and 218.64 cm were obtained according to these indicators, which is 1.87 and 0.7 % higher than the control. The largest weight of corn grain was obtained in option 2 – 13.87 t/ha, which is 4.2 t/ha more than the control. In options 3 and 4, the grain weight corresponds to 13.15 and 12.67 t/ha, which is 33.5 and 28.63 % more than the control option, respectively. **Conclusions:** based on field studies, it was determined that the joint application of mineral and organic fertilizers, green manures in optimal rates with drip irrigation provided the best formation of leaf-area duration, plant linear growth and corn grain weight.

Keywords: mineral and organic fertilizers, grain maize, linear growth, yield, nitrogen, phosphorus, potassium

Evaluation of the research results: the fundamental principles of the article were reported at the All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “Current Scientific Research in the Field of Land Reclamation” (Novochoerkassk, May 31, 2024).

For citation: Monastyrskiy V. A., Tishchenko Ya. S. The influence of mineral and organic fertilizers on grain maize productivity under drip irrigation. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;93(2):141–152. (In Russ.).

Введение. Важным достижением сельскохозяйственной науки и практики на всех этапах развития человечества считается создание соответствующих методов возделывания кукурузы на зерно. Устойчивое увеличение производства зерна – важная задача для России. При этом макси-

мальное внимание уделяется использованию современных технологий выращивания высокоурожайных культур. Значительное место среди них занимает кукуруза, чья уникальность заключается в высокой потенциальной урожайности и широком спектре применения [1, 2].

В настоящее время разработка методов оптимального использования удобрений является ключевой целью в сельском хозяйстве. Выращивание кукурузы для получения высоких урожаев с целью использования в качестве продовольствия, в промышленности или для кормления животных требует правильного внесения удобрения. Поскольку кукуруза отличается высокой урожайностью, она нуждается в необходимом поступлении питательных веществ [3–8]. В состав полезных элементов для роста кукурузы входят азот, фосфор и калий. В частности, азот способствует увеличению урожайности кукурузы, а калий – повышению устойчивости растений к засухе. Для растений кукурузы важную роль в развитии корневой системы, фотосинтезе и дыхании играет фосфор. Также важно отметить, что в початках кукурузы содержится большое количество полезных веществ, это обусловлено тем, что культура обладает высокой устойчивостью к засухам [4, 8].

Кукуруза при ее относительной устойчивости к засушливым условиям все же бывает уязвимой для недостатка воды в тот период, когда большое количество влаги необходимо растениям для вегетации, поэтому культуру целесообразно возделывать в условиях орошения.

Цель исследования – изучить влияние минеральных и органических удобрений на урожайность кукурузы на зерно при капельном поливе.

Материалы и методы. Полевой опыт проводился в 2023 г. на опытном участке Бирючукской овощной селекционной опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства (ФГБНУ БОСОС ВНИИО), расположенной в Ростовской области, в соответствии с

общепринятыми методиками постановки и проведения полевых исследований, а также зональными системами земледелия^{1, 2, 3} [9, 10]. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным. Плотность сложения почвы в слое 0–60 см – 1,27 т/м³, наименьшая влагоемкость (НВ) составляет 28,2 %. Посев выполнен 15 мая 2023 г. сеялкой пропашной Чеховской (СПЧ-6). Поливы проводились капельным орошением. Влажность почвы поддерживалась на уровне 70 % от НВ во всех вариантах опыта. В качестве сидеральной культуры использовался рапс.

По метеорологическим данным вегетационный период был средневлажным (гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова составил 1,4). За этот период выпало 369,9 мм осадков, относительная влажность воздуха в среднем составила 64 %, среднесуточная температура – 22,2 °С [11].

В исследованиях предусмотрена следующая схема опыта: вариант 1 – N₂₄₀P₁₂₀K₁₇₀ (норма внесения минеральных удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность 10 т/га (контроль)); вариант 2 – N₁₉₀P₁₀₀K₁₂₀ + 10 т навоза + 15 т зеленой массы сидератов; вариант 3 – N₁₉₀P₁₀₀K₁₂₀ + 20 т навоза; вариант 4 – N₁₉₀P₁₀₀K₁₂₀ + 30 т зеленой массы сидератов.

Результаты. В результате проведенных исследований изучено влияние минеральных и органических удобрений при выращивании кукурузы на зерно по следующим основным параметрам развития растений: динамика площади листовой поверхности, линейный рост и урожайность.

Данные о влиянии удобрений на площадь листовой поверхности кукурузы на зерно представлены в таблице 1.

¹Моисейченко В. Ф. Основы научных исследований в агрономии. М.: Колос, 1996. 336 с.

²Методика полевого опыта в условиях орошения: рекомендации / сост. В. Н. Плешаков; ВНИИОЗ. Волгоград, 1983. 150 с.

³Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Кн. по требованию, 2012. 352 с.

**Таблица 1 – Влияние различных норм удобрений на площадь
листовой поверхности кукурузы на зерно**

В тыс. м²/га

**Table 1 – The various fertilizer rates effect on grain maize leaf-area
duration**

In thou m²/ha

Вариант опыта	Фаза развития					
	5-й лист	9-й лист	Выметы- вание	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая (МВ) спелость
Вариант 1 (контроль)	0,97	38,04	48,41	60,27	65,38	69,93
Вариант 2	1,31	40,16	52,26	63,81	70,19	74,61
Вариант 3	1,2	39,41	51,72	63,03	69,34	73,55
Вариант 4	1,06	38,23	49,63	61,43	67,85	71,24

Анализ данных таблицы 1 показывает, что в фазе 5-го листа наибольшей площадью листовой поверхности была на варианте 2 – 1,31 тыс. м²/га, а наименьшей – 0,97 тыс. м²/га – на контрольном варианте. На вариантах 3 и 4 этот показатель составил 1,2 и 1,06 тыс. м²/га, что ниже контрольного варианта на 0,23 и 0,09 тыс. м²/га соответственно.

В фазе 9-го листа наибольшей площадью листовой поверхности была на варианте 2 – 40,16 тыс. м²/га. На контрольном варианте, где вносились только минеральные удобрения, она составила 38,04 тыс. м²/га. На вариантах 3 и 4 получены данные по этому показателю 39,41 и 38,23 тыс. м²/га, что меньше контроля на 1,37 и 0,19 тыс. м²/га соответственно.

В фазе выметывания также лучший результат по разрастанию площади листовой поверхности отмечен на варианте 2 – 52,26 тыс. м²/га, что превышает контрольный вариант на 3,85 тыс. м²/га. На вариантах 3 и 4 определена площадь листовой поверхности 51,72 и 49,63 тыс. м²/га, что ниже контрольного варианта на 3,31 и 1,22 тыс. м²/га соответственно.

Наиболее интенсивное нарастание площади листовой поверхности установлено на варианте 2 (при совместном внесении минеральных удобрений и органики) в фазе цветения – 63,81 тыс. м²/га. На контрольном варианте при внесении только минеральных удобрений получено 60,27 тыс. м²/га.

На вариантах схемы опытов 3 и 4 показатели соответствуют 63,03 и 61,43 тыс. м²/га, что выше контроля на 2,76 и 1,16 тыс. м²/га.

В фазе молочной спелости наибольшей площадью листовой поверхности была на варианте 2 – 70,19 тыс. м²/га, а наименьшей – 65,38 тыс. м²/га – на контрольном варианте. На вариантах схемы опытов 3 и 4 показатели соответствуют 69,34 и 67,85 тыс. м²/га, что ниже контрольного варианта на 3,96 и 2,47 тыс. м²/га соответственно.

Наибольшая площадь листовой поверхности получена на варианте 2 в фазе МВ спелости, где показатель составляет 74,61 тыс. м²/га. На контрольном варианте, где вносились только минеральные удобрения, показатель составляет 69,93 тыс. м²/га. На вариантах схемы опытов 3 и 4 показатели соответствуют 73,55 и 71,24 тыс. м²/га, по отношению к контролю увеличивались на 5,18 и 1,87 %.

По данным таблицы 1 построена гистограмма влияния удобрений на площадь листовой поверхности кукурузы на зерно (рисунок 1).

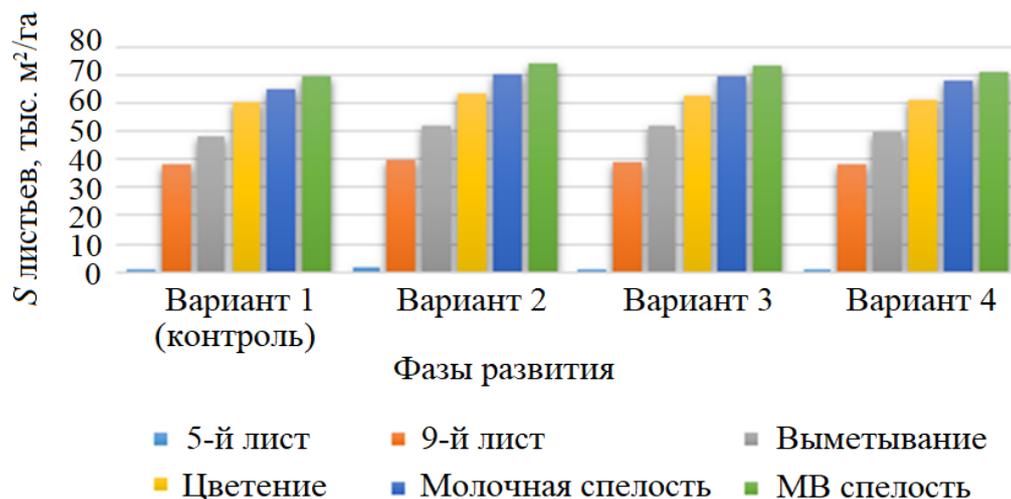


Рисунок 1 – Влияние удобрений на площадь листовой поверхности кукурузы на зерно

Figure 1 – Fertilizers effect on grain maize leaf-area duration

Из данных рисунка 1 видно, что совместное внесение минеральных и органических удобрений (вариант 2) в большей степени повлияло на нарастание площади листовой поверхности кукурузы на зерно.

Данные о влиянии удобрений на линейный рост растений кукурузы по фазам роста и развития представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние удобрений на линейный рост растений кукурузы по фазам роста и развития

В см

Table 2 – Fertilizers effect on the corn plants linear growth by growth and development phases

In cm

Вариант опыта	Фаза развития					
	5-й лист	9-й лист	Выметывание	Цветение	Молочная спелость	МВ спелость
Вариант 1 (контроль)	38,43	75,15	158,82	198,97	206,46	217,13
Вариант 2	42,32	78,43	162,16	202,14	210,53	220,43
Вариант 3	41,1	77,61	160,91	201,32	209,9	219,81
Вариант 4	39,61	75,71	159,33	200,25	207,81	218,64

Анализ данных таблицы 2 показал, что в фазе 5-го листа наибольшая высота установлена на варианте 2 – 42,32 см. На контрольном варианте этот показатель составил 38,43 см. На вариантах 3 и 4 определена высота растений 41,1 и 39,61 см, что выше контроля на 2,67 и 1,18 см соответственно.

В фазе 9-го листа отмечен наибольший линейный рост кукурузы на зерно на варианте 2 – 78,41 см, что превышает контрольный вариант на 3,26 см. На вариантах схемы опытов 3 и 4 высота растений составила 77,61 и 75,71 см, что выше контроля на 2,46 и 0,56 см соответственно.

В фазе выметывания лучший результат по линейному росту определен на варианте 2 – 162,16 см. На контрольном варианте этот показатель получен 158,82 см, на вариантах 3 и 4 – выше контроля на 2,09 и 0,56 см соответственно.

Наиболее интенсивный линейный рост растений кукурузы на зерно отмечен на варианте 2 к фазе цветения и составил 202,14 см, что на 3,17 см выше по сравнению с контролем. На вариантах 3 и 4 данный показатель соответствует 201,32 и 200,25 см, что выше контроля на 2,35 и 1,28 см.

В фазе молочной спелости также по высоте выделяются растения кукурузы на варианте 2 – 210,53 см, превышающие растения на контроле на 4,07 см. На вариантах схемы опытов 3 и 4 растения на 3,44 и 1,35 см выше по сравнению с контролем.

Линейный рост растений кукурузы в фазе МВ спелости на вариантах 2, 3 и 4 определен выше контрольного варианта соответственно на 3,3; 2,68 и 1,51 см соответственно.

По данным таблицы 2 построена гистограмма влияния удобрений на линейный рост растений кукурузы по фазам роста и развития (рисунок 2).

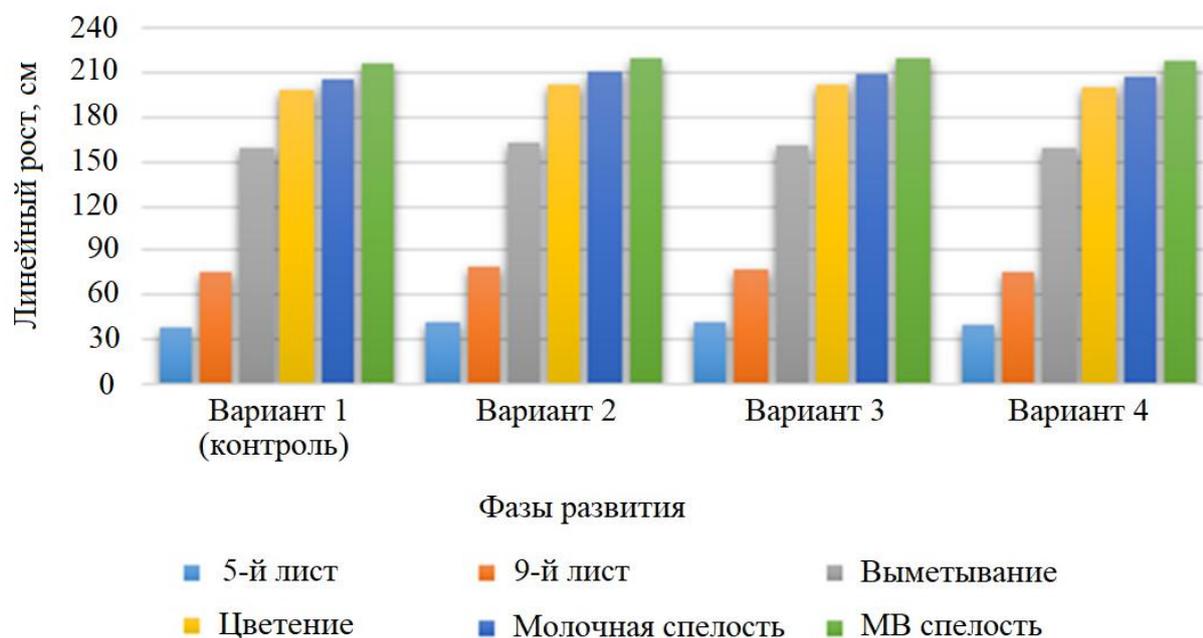


Рисунок 2 – Влияние удобрений на динамику линейного роста растений кукурузы по фазам роста и развития
Figure 2 – Fertilizers effect on the dynamics of corn plant linear growth by growth and development phases

Из данных гистограммы на рисунке 2 видно, что вариант с совместным внесением минеральных удобрений и органики показал наилучшие результаты линейного роста растений кукурузы.

Данные о влиянии удобрений на массу зерна кукурузы, что является главным показателем целесообразности возделывания культуры, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние удобрений на массу зерна кукурузы
Table 3 – Fertilizers effect on corn grain weight

Вариант опыта	Урожайность		
	Средняя, т/га	Отклонение от контроля	
		т/га	%
Вариант 1 (контроль)	9,85	0	0
Вариант 2	13,87	4,02	40,81
Вариант 3	13,15	3,3	33,50
Вариант 4	12,67	2,82	28,63
НСР ₀₅	1,2	–	–

Исходя из данных таблицы 3, можно отметить, что наибольшая масса зерна кукурузы была получена на варианте 2 – 13,87 т/га. На контрольном варианте при внесении только минеральных удобрений урожайность составляет 9,85 т/га. На вариантах 3 и 4 она соответствовала 13,15 и 12,67 т/га, по отношению к контролю увеличилась на 33,5 и 28,63 % соответственно.

Выводы. Установлено, что наибольшая площадь листовой поверхности получена на варианте 2 в фазе МВ спелости, где показатель составляет 74,61 тыс. м²/га. На контрольном варианте при внесении только минеральных удобрений этот показатель составил 69,93 тыс. м²/га, на вариантах 3 и 4 – 73,55 и 71,24 тыс. м²/га, что больше по сравнению с контролем на 5,18 и 1,87 %.

Лучший результат по показателю линейного роста растений кукурузы получен на варианте 2 в фазе МВ спелости – 220,43 см, что выше контрольного варианта на 3,3 см. На вариантах схемы опытов 3 и 4 высота растений соответствует 219,81 и 218,64 см в эту фазу, что выше контроля на 1,23 и 0,7 %.

Наибольшая масса зерна кукурузы была получена на варианте 2 – 13,87 т/га, что выше контроля на 4,02 т/га. На вариантах 3 и 4 показатели массы зерна соответствуют 13,15 и 12,67 т/га, выше по отношению к контролю на 33,5 и 28,63 % соответственно.

Таким образом, установлено, что совместное внесение минеральных и органических удобрений, сидератов в оптимальных нормах при капель-

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 141–152.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 93, no. 2. P. 141–152.

ном орошении обеспечило наилучшее формирование площади листовой поверхности, линейного роста растений и массы зерна кукурузы.

Список источников

1. Цуциев Р. А., Дзанагов С. Х. Влияние удобрений на урожайность полевых культур и продуктивность звена севооборота в лесостепной зоне Северной Осетии // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57, № 2. С. 14–20. EDN: EGTRRR.

2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. М.: М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, 2020. 23 с.

3. Сабирова Т. П., Сабиров Р. А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3. С. 18–22. EDN: YMHOIJ.

4. Гейдарова Р. Х. Влияние совместного внесения минеральных и органических удобрений на развитие и урожайность кукурузы // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6, № 3. С. 236–240. DOI: 10.33619/2414-2948/52/26. EDN: PFNDZR.

5. Effects of long-term application of chemical and organic fertilizers on the abundance of microbial communities involved in the nitrogen cycle / R. Sun, X. Guo, D. Wang, H. Chu // Applied Soil Ecology. 2015. Vol. 95. P. 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.06.010>.

6. Comparative effects of soil and foliar applications of Tithonia enriched liquid organic fertilizer on yields of sweet corn in closed agriculture production system / F. Fahrurrozi, Z. Mukhtar, N. Setyowati, S. Sudjatmiko, M. Chozin // AGRIVITA Journal of Agricultural Science. 2019. Vol. 41, № 2. P. 238–245. <http://doi.org/10.17503/agrivita.v41i2.1256>.

7. Nitrogen availability and physiological response of corn after 12 years with organic and mineral fertilization / C. Marchezan, P. A. A. Ferreira, L. S. Silva, A. Vacca, A. V. Krug, F. T. Nicoloso, C. P. Tarouco, T. L. Tiecher, G. Brunetto, C. A. Ceretta // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2020. Vol. 20. P. 979–989. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00185-2>. EDN: NHQDIC.

8. Волошин Е. И., Аветисян А. Т. Применение удобрений при возделывании кукурузы в Средней Сибири: метод. указания. Красноярск: Красноярский ГАУ, 2018. 31 с. EDN: XPSZCX.

9. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / В. Г. Сычев [и др.]. М.: Росинформтех, 2003. 240 с. EDN: TOYFNJ.

10. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2022–2026 годы / А. И. Клименко [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Рост. обл. Ростов н/Д., 2022. 736 с. EDN: GHQGWS.

11. Монастырский В. А., Тищенко Я. С. Показатели продуктивности гибридов кукурузы различных групп спелости на капельном орошении // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия [Электронный ресурс]. 2024. Т. 92, № 1. С. 136–146. URL: <https://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=275> (дата обращения: 15.05.2024). EDN: THLSMG.

References

1. Tsutsiev R.A., Dzanagov S.Kh., 2020. *Vliyanie udobreniy na urozhaynost' polevykh kul'tur i produktivnost' zvena sevooborota v lesostepnoy zone Severnoy Osetii* [Effect of fertilizers on the yield of field crops and productivity of crop rotation link in the forest-steppe zone of North Ossetia-Alania]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of Gorsky State Agrarian University], vol. 57, no. 2, pp. 14-20, EDN: EGTRRR. (In Russian).

2. *Doktrina prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii* [Doctrine of Food Security of the Russian Federation]. 2020, Moscow, Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 23 p. (In Russian).

3. Sabirova T.P., Sabirov R.A., 2018. *Vliyanie biopreparatov na produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Influence of biologics on the productivity of crops]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* [Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald], no. 3, pp. 18-22, EDN: YMHOLJ. (In Russian).

4. Heydarova R.Kh., 2020. *Vliyanie sovmestnogo vneseniya mineral'nykh i organicheskikh udobreniy na razvitie i urozhaynost' kukuruzy* [The impact of joint application of mineral and organic fertilizers on the development and productivity of corn]. *Byulleten' nauki i praktiki* [Bulletin of Science and Practice], vol. 6, no. 3, pp. 236-240, DOI: 10.33619/2414-2948/52/26, EDN: PFNDZR. (In Russian).

5. Sun R., Guo X., Wang D., Chu H., 2015. Effects of long-term application of chemical and organic fertilizers on the abundance of microbial communities involved in the nitrogen cycle. *Applied Soil Ecology*, vol. 95, pp. 171-178, <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.06.010>.

6. Fahrurrozi F., Mukhtar Z., Setyowati N., Sudjatmiko S., Chozin M., 2019. Comparative effects of soil and foliar applications of Tithonia enriched liquid organic fertilizer on yields of sweet corn in closed agriculture production system. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, vol. 41, no. 2, pp. 238-245, <http://doi.org/10.17503/agrivita.v41i2.1256>.

7. Marchezan C., Ferreira P.A.A., Silva L.S., Bacca A., Krug A.V., Nicoloso F.T., Tarouco C.P., Tiecher T.L., Brunetto G., Ceretta C.A., 2020. Nitrogen availability and physiological response of corn after 12 years with organic and mineral fertilization. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, vol. 20, pp. 979-989, <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00185-2>, EDN: NHQDIC.

8. Voloshin E.I., Avetisyan A.T., 2018. *Primenenie udobreniy pri vozdeleyanii kukuruzy v Sredney Sibiri: metod. ukazaniya* [Fertilizer Application when Cultivating Corn in Central Siberia: method. instructions]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Agrarian University, 31 p., EDN: XPSZCX. (In Russian).

9. Sychev V.G. [et al.], 2003. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Methodological Guidelines for Conducting Comprehensive Monitoring of Soil Fertility on Agricultural Lands]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 240 p., EDN: TOYFNJ. (In Russian).

10. Klimenko A.I. [et al.], 2022. *Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti na 2022–2026 gody* [Zonal Farming Systems of Rostov Region for 2022–2026]. Ministry of Agriculture and Food Industry of Rostov Region, Rostov-on-Don, 736 p., EDN: GHQGWS. (In Russian).

11. Monastyrsky V.A., Tishchenko Ya.S., 2024. [Productivity indicators of corn hybrids of different maturity groups under drip irrigation]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya*, vol. 92, no. 1, pp. 136-146, available: <https://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=275> [accessed 15.05.2024], EDN: THLSMG. (In Russian).

Информация об авторах

В. А. Монастырский – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, valerijmonastyrskij@yandex.ru, AuthorID: 626723, ORCID ID: 0000-0002-0881-4282;

Я. С. Тищенко – младший научный сотрудник, аспирант, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, ageeva.yana21@gmail.com, AuthorID: 1203423, ORCID ID: 0009-0002-9138-5083.

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 141–152.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 93, no. 2. P. 141–152.

Information about the authors

V. A. Monastyrskiy – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, valerijmonastyrskij@yandex.ru, AuthorID: 626723, ORCID ID: 0000-0002-0881-4282;
Ya. S. Tishchenko – Junior Researcher, Postgraduate Student, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, ageeva.yana21@gmail.com, AuthorID: 1203423, ORCID ID: 0009-0002-9138-5083.

*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 07.05.2024; одобрена после рецензирования 17.06.2024;
принята к публикации 12.07.2024.
The article was submitted 07.05.2024; approved after reviewing 17.06.2024; accepted for
publication 12.07.2024.*