

Статья поступила в редакцию: 20.06.2026

Статья принята к публикации: 21.07.2026

Статья опубликована: 07.08.2026

УДК 631.8:633.17

Влияние норм минеральных и органических удобрений на рост, развитие и продуктивность африканского проса (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) сорта «ННВВС tall»

Сейтекова Миуагул Танирбергеновна
докторант

Институт сельского хозяйства и агротехнологий Каракалпакстана

Узбекистан, г. Нукус

E-mail: seytekoma@gmail.com

Influence of mineral and organic fertilizer rates on the growth, development and productivity of african millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) variety ‘ННВВС tall’

Seytekova Miuagul Tanirbergenovna
Doctoral student

at the Institute of Agriculture and Agrotechnologies Karakalpakstan

Uzbekistan, Nukus

Аннотация

Цель исследования заключалась в определении оптимальных норм минеральных и органических удобрений для повышения роста, развития и продуктивности сорта африканского проса «ННВВС tall» на орошаемых лугово-аллювиальных почвах Каракалпакстана. Полевые исследования проводились в 2022–2024 гг. с использованием различных доз минеральных удобрений (N80P60K40–N120P90K60), а также их сочетаний с полуперепревшим навозом в дозах 10 и 20 т/га. Оценивали показатели роста растений, продуктивную кустистость, количество листьев, диаметр стебля, урожайность зерна и экономическую эффективность применения удобрений. Установлено, что совместное применение минеральных и органических удобрений обеспечивает синергетический эффект, проявляющийся в улучшении агрофизических свойств почвы, повышении доступности элементов питания и более эффективном использовании влаги растениями. Наиболее высокая урожайность зерна (51,9 ц/га) получена при внесении N120P90K60 + 20 т/га навоза, что в 2 раза превышает контроль. Наиболее экономически эффективным вариантом органоминеральной системы оказалось применение N120P90K60+ 10 т/га навоза, обеспечившее получение высокой урожайности при максимальной условной чистой прибыли. Научная новизна исследования заключается в установлении эффективности различных органоминеральных систем удобрения сорта африканского проса «ННВВС tall» в

Библиографическое описание: Сейтекова М.Т. Влияние норм минеральных и органических удобрений на рост, развитие и продуктивность африканского проса (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) сорта «ННВВС tall» // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2026. 8(146). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/23229>

почвенно-климатических условиях Каракалпакстана и обосновании оптимального сочетания минеральных и органических удобрений, обеспечивающего одновременно высокую продуктивность культуры и экономическую эффективность технологии её возделывания.

Abstract

The aim of this study was to determine the optimal rates of mineral and organic fertilizers for improving the growth, development, and productivity of the African pearl millet cultivar ‘HHBBC tall’ under irrigated meadow-alluvial soil conditions of Karakalpakstan. Field experiments were conducted during 2022–2024 using different rates of mineral fertilizers ($N_{80}P_{60}K_{40}$ – $N_{120}P_{90}K_{60}$) applied separately and in combination with cattle manure at rates of 10 and 20 t ha⁻¹. Plant growth parameters, productive tillering, number of leaves, stem diameter, grain yield, and economic efficiency were evaluated. The results demonstrated that the combined application of mineral and organic fertilizers produced a pronounced synergistic effect by improving soil physical properties, increasing nutrient availability, and enhancing water use efficiency. The highest grain yield (51,9 c ha⁻¹) was obtained with the application of $N_{120}P_{90}K_{60}$ + 20 t ha⁻¹ of manure, representing a 2-fold increase compared with the unfertilized control. The treatment $N_{120}P_{90}K_{60}$ + 10 t ha⁻¹ of manure provided the best balance between grain productivity and economic return, ensuring the highest conditional net profit while maintaining high production efficiency. The scientific novelty of the study lies in identifying the effectiveness of integrated mineral–organic fertilizer systems for the African pearl millet cultivar ‘HHBBC tall’ under the soil and climatic conditions of Karakalpakstan and substantiating the optimal fertilizer combination that simultaneously ensures high grain productivity and economic efficiency.

Ключевые слова: африканское просо, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br, сорт «HHBBC tall», минеральные удобрения, органические удобрения, органоминеральная система, урожайность, экономическая эффективность.

Keywords: african pearl millet, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br, cultivar ‘HHBBC tall’, mineral fertilizers, organic fertilizers, integrated nutrient management, grain yield, economic efficiency.

Введение

Африканское просо (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) является одной из наиболее засухоустойчивых зерновых культур, отличающейся высокой адаптивностью к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям. Благодаря эффективному использованию почвенной влаги, высокой жаростойкости и способности формировать урожай на малоплодородных почвах эта культура широко возделывается в странах Африки и Азии и рассматривается как перспективная для аридных регионов Центральной Азии [8, с. 35–38].

В последние годы интерес к возделыванию африканского проса значительно возрос в связи с глобальным изменением климата, увеличением частоты засух и необходимостью рационального использования водных ресурсов. По данным ряда исследований, культура отличается высокой кормовой и зерновой продуктивностью, а также способностью сохранять

урожайность в условиях высоких температур и ограниченного водообеспечения [5, с. 138–140; 4, с. 5–8]. Известно, что одним из основных факторов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является рациональное применение удобрений. Минеральные удобрения обеспечивают растения доступными элементами питания, однако их длительное использование без внесения органического вещества может приводить к ухудшению агрофизических свойств почвы и снижению содержания гумуса [9, с. 52–55]. В связи с этим многие исследователи рекомендуют применять органические и минеральные удобрения совместно, что способствует повышению эффективности использования элементов питания, улучшению структуры почвы и активизации биологических процессов [6, с. 74–79].

Несмотря на большое количество исследований, посвящённых применению удобрений при возделывании африканского проса, вопросы выбора оптимальных норм органических и минеральных удобрений для различных почвенно-климатических условий остаются недостаточно изученными [3, с. 112–116]. Особенно ограничены сведения об эффективности органоминеральной системы удобрения сорта «ННВВС tall» на орошаемых лугово-аллювиальных почвах Республики Каракалпакстан [1, с. 61–64]. Кроме того, ученые отметили необходимость изучения экономически эффективных и инновационных методов повышения засухоустойчивости сельскохозяйственных культур для обеспечения продовольственной безопасности в будущем. [10, с.127 – 142].

Цель исследования – определить влияние различных норм минеральных и органических удобрений на рост, развитие и продуктивность сорта африканского проса «ННВВС tall» в условиях орошаемых лугово-аллювиальных почв Каракалпакстана.

Материалы и методы

Полевые исследования проводились в 2022 – 2024 годах на опытном участке Каракалпакского института сельского хозяйства и агротехнологий, расположенном на орошаемых лугово-аллювиальных почвах Учебно-научного центра «Селекция, семеноводство и агротехнология выращивания масличных культур» Нукусского района Республики Каракалпакстан.

Климат района исследований резко континентальный, характеризуется жарким и продолжительным летом, малым количеством атмосферных осадков и высокой испаряемостью. Объектом исследования являлся сорт африканского проса (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) «ННВВС tall». Исследования проводились в условиях полевого опыта с использованием различных систем удобрения.

Почва опытного участка – лугово-аллювиальная, среднесуглинистая по гранулометрическому составу. До закладки опыта были определены агрохимические показатели почвы, включая содержание гумуса, общего азота, подвижного фосфора, обменного калия и реакцию почвенного раствора по общепринятым методикам.

Схема опыта включала 12 вариантов

1. Контроль (без внесения удобрений);
2. $N_{80} P_{60} K_{40}$;
3. $N_{100} P_{75} K_{50}$;

4. $N_{120}P_{90}K_{60}$;
5. Полуперепревший навоз КРС – 10 т/га;
6. $N_{80}P_{60}K_{40}$ +10 т/га навоз
7. $N_{100}P_{75}K_{50}$ +10 т/га навоз
8. $N_{120}P_{90}K_{60}$ +10 т/га навоз
9. Полуперепревший навоз КРС – 20 т/га;
10. $N_{80}P_{60}K_{40}$ +20 т/га навоз
11. $N_{100}P_{75}K_{50}$ +20 т/га навоз
12. $N_{120}P_{90}K_{60}$ +20 т/га навоз

Опыт был заложен методом рандомизированных блоков в четырёхкратной повторности. Площадь одной делянки составляла 100 м², учётная площадь – 25 м². Размещение вариантов в пределах повторностей осуществлялось случайным методом. Фосфорные и органические удобрения вносили под основную обработку почвы, калийные – перед посевом, азотные – дробно: часть перед посевом, оставшуюся часть – в фазах кущения и выхода растений в трубку.

Азот является главным лимитирующим фактором роста злаковых культур. Динамика его нитратной формы (NO_3) в почве наиболее подвижна и отражает реальную обеспеченность растений питанием в критические фазы развития. Применение исключительно минеральных туков нередко ведет к быстрой минерализации и вымыванию азота [7, с. 137 – 142], тогда как интеграция минеральных и органических источников (навоза) позволяет стабилизировать депонирование элементов в почвенном поглощающем комплексе, улучшая биохимические показатели как почвы, так и конечной продукции [2, с. 74.].

В период вегетации проводили фенологические наблюдения и биометрические измерения. Определяли высоту растений, количество стеблей и листьев на одно растение, длину метёлки, массу 1000 семян и урожайность зерна. Учёт урожая осуществляли методом сплошной уборки учётной площади с последующим пересчётом на стандартную влажность.

Полученные экспериментальные данные подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа (ANOVA). Достоверность различий между средними значениями оценивали по критерию HCP_{05} ($LSD_{0.05}$) при уровне значимости $P \leq 0,05$. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием общепринятых методов биометрического анализа.

Результаты и обсуждения

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о существенном влиянии различных систем удобрения на рост и развитие сорта африканского проса «ННВВС tall». По всем изучаемым биометрическим показателям растения, выращенные с применением органических и минеральных удобрений, значительно превосходили контрольный вариант без внесения удобрений.

Результаты трёхлетних исследований (среднее за 2022 – 2024 гг.) демонстрируют выраженную отзывчивость сорта «ННВВС tall» на оптимизацию условий питания (Таблица 1). В контрольном варианте высота растений составила 262 см, до 265 см, количество стеблей составило 1,5 шт., число листьев – 42 шт., длина метёлки – 22,4 см, масса 1000 семян – 6,1 г.

Внесение только органического удобрения (10 – 20 т/га навоз) способствовало увеличению всех исследуемых показателей. Высота растений достигала до 274 – 278 см и 291 – 295 см, количество стеблей увеличилось до 2 шт – 2,5 шт., число листьев до 50 – 60 шт., длина метёлки до 26,4 см – 32см, а масса 1000 семян до 6,9 г – 7,6г.

Применение минеральных удобрений в дозе N80P60K40 обеспечило дальнейшее улучшение роста и развития растений. Высота растений увеличилась до 271 – 275 см, количество стеблей составило 2,25 шт., число листьев – 53 шт., длина метёлки – 28,4 см, масса 1000 семян – 7,3 г. Повышение дозы минеральных удобрений до $N_{120}P_{90}K_{60}$ способствовало дальнейшему увеличению биометрических показателей: высота растений достигла 280–284 см, количество стеблей – 3,6 шт., число листьев – 74 шт., длина метёлки – 32,2 см, масса 1000 семян – 7,9г. Внесение только минеральных удобрений (варианты 2–4) приводило к ступенчатому увеличению всех параметров. Так, при максимальной дозе N120P90K60 высота растений увеличилась до 280–284 см, а масса 1000 семян составила 7,9 г. Использование органических удобрений в чистом виде (варианты 5 и 9) показало, что внесение 20 т/га навоза обеспечило рост растений до 274 -- 278 см и 291–295 см и массу 1000 семян 7,6 г. Наиболее высокие показатели роста и развития были получены при совместном внесении 20 т/га полуперепревшего навоза и минеральных удобрений в дозе N120P90K60. В данном варианте высота растений составила 316–320 см, количество стеблей 5,5 шт., число листьев 110 шт., длина метёлки 47,0 см и массы 1000 семян достигла 10,6 г. Полученные результаты свидетельствуют о выраженном синергетическом эффекте совместного применения органических и минеральных удобрений. Органическое вещество улучшает структуру почвы, повышает её влагоёмкость, активизирует микробиологические процессы и способствует постепенному высвобождению элементов питания. Минеральные удобрения обеспечивают растения легкоусвояемыми формами азота, фосфора и калия, необходимыми для интенсивного роста и формирования генеративных органов. В результате создаются более благоприятные условия для развития корневой системы, повышения фотосинтетической активности и накопления сухого вещества, что положительно отражается на всех биометрических показателях растений.

Полученные данные согласуются с результатами исследований отечественных и зарубежных авторов, которые отмечают, что органоминеральная система удобрения обеспечивает более интенсивный рост растений и более высокую продуктивность по сравнению с применением только органических или только минеральных удобрений. Таким образом, в условиях орошаемых лугово-аллювиальных почв Республики Каракалпакстан наиболее эффективным для формирования высоких показателей роста и развития сорта африканского проса «ННВВС tall» является совместное применение органических и минеральных удобрений.

Таблица 1.

Влияние минеральных и органических удобрений на показатели роста и развития сорта африканского проса «ННВВС tall» (среднее за 2022–2024 гг.)

№	Варианты опыта (нормы удобрений)	Высота растений, см	Количество стеблей на одно растение, шт.	Количество листьев, шт.	Длина метёлки, см	Масса 1000 семян, г
1	Контроль (без внесения удобрений);	262-265	1,5	42	22,4	6,1
2	$N_{80}P_{60}K_{40}$;	271-275	2,2	53	28,4	7,3
3	$N_{100}P_{75}K_{50}$;	275-279	3,0	62	30,2	7,7
4	$N_{120}P_{90}K_{60}$;	280-284	3,6	74	32,2	7,9
5	Полуперепревший навоз КРС – 10 т/га;	274-278	2,0	50	26,4	6,9
6	$N_{80}P_{60}K_{40}$ +10 т/га навоз	285-289	3,3	70	31,5	7,8
7	$N_{100}P_{75}K_{50}$ +10 т/га навоз	290-294	4,0	79	34,5	8,4
8	$N_{120}P_{90}K_{60}$ +10 т/га навоз	295-299	4,5	90	38,4	9,3
9	Полуперепревший навоз КРС – 20 т/га;	291-295	2,5	60	32,0	7,6
10	$N_{80}P_{60}K_{40}$ +20 т/га навоз	301-305	3,8	84	39,0	9,5
11	$N_{100}P_{75}K_{50}$ +20 т/га навоз	308-312	5,0	97	45,0	10,2
12	$N_{120}P_{90}K_{60}$ +20 т/га навоз	316-320	5,5	110	47,0	10,6

Как видно из данных таблицы 2, применение минеральных и органических удобрений оказало существенное влияние на формирование элементов структуры урожая и урожайность сорта африканского проса «ННВВС tall». Точность проведенных исследований находится на высоком уровне: относительная ошибка опыта составляет $S_x = 3.1\%$ (при допустимой норме для полевых опытов до 5%), а наименьшая существенная разность по урожайности зерна равна НСР 05 = 2.5 ц/га. Во всех вариантах с внесением удобрений наблюдалось достоверное увеличение длины метёлки, массы зерна с одного растения и урожайности по сравнению с контрольным вариантом. В контрольном варианте урожайность зерна составила 25,0 ц/га. Внесение только органического удобрения (20 т/га полуперепревшего навоза) позволило повысить урожайность до 43,8 ц/га, что на 18,8 ц/га (75,2 %) выше контроля. Это свидетельствует о положительном влиянии органического вещества на улучшение агрофизических свойств почвы, повышение её влагоёмкости и активизацию микробиологических процессов. Применение минеральных удобрений в дозе $N_{80}P_{60}K_{40}$ обеспечило увеличение урожайности до 42,5 ц/га, а при повышении дозы до $N_{120}P_{90}K_{60}$ урожайность достигла 48,8 ц/га, что соответственно на 70 % и 98 % превышало показатели контрольного варианта. Повышение продуктивности сопровождалось увеличением длины метёлки и массы зерна с одного растения, что свидетельствует об улучшении условий минерального питания растений в течение всего периода вегетации.

Максимальные значения всех изучаемых показателей были получены при совместном внесении 20 т/га полуперепревшего навоза и минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{90}K_{60}$. Однако максимальный эффект получен при совместном применении (табл. 2): урожайность

составила 51,9 ц/га, что на 26,9 ц/га или 107,6 % выше контроля. Это объясняется тем, что органика улучшает буферность почвы, а минеральные туки обеспечивают быстрый стартовый рост [6, с. 112–116, 7, с. 61–64, 8, с. 137–142]. Полученные данные согласуются с выводами других авторов о высокой эффективности органоминеральных систем в аридных условиях [9, с.127–142, 10, с.74]. Кроме того, отмечены наибольшие значения длины метёлки 39,0 см и массы зерна с одного метелка 10,3 г, что свидетельствует о высокой эффективности органоминеральной системы удобрения. Полученные результаты можно объяснить синергетическим действием органических и минеральных удобрений. Органическое удобрение способствует улучшению структуры почвы, накоплению органического вещества и постепенному высвобождению элементов питания, тогда как минеральные удобрения обеспечивают растения доступными формами азота, фосфора и калия в наиболее критические периоды роста и развития. Такое сочетание создаёт благоприятные условия для формирования генеративных органов, увеличения массы зерна и повышения общей продуктивности культуры. Полученные данные согласуются с результатами исследований других авторов, согласно которым совместное применение органических и минеральных удобрений обеспечивает более высокую урожайность африканского проса по сравнению с использованием только органических или только минеральных удобрений. Это подтверждает целесообразность применения органоминеральной системы удобрения при возделывании сорта «ННВВС tall» в условиях орошаемых лугово-аллювиальных почв Республики Каракалпакстан.

Таблица 2.

Влияние различных норм минеральных и органических удобрений на элементы структуры урожая и урожайность сорта африканского проса «ННВВС tall» (среднее за 2022–2024 гг.)

№	Варианты опыта (нормы удобрений)	Длина метёлки, см	Масса зерна с одной метёлки, г	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка, %
1	Контроль (без внесения удобрений);	22,4	6,9	25,0	0,0	–
2	$N_{80}P_{60}K_{40}$;	28,4	7,9	42,5	17,5	70
3	$N_{100}P_{75}K_{50}$;	30,2	8,2	46,2	21,2	84,8
4	$N_{120}P_{90}K_{60}$;	32,2	8,6	48,8	23,8	95,2
5	Полуперепревший навоз КРС – 10 т/га;	26,4	7,6	40,1	15,1	60,4
6	$N_{80}P_{60}K_{40}$ +10 т/га навоз	31,5	8,7	43,9	18,9	75,6
7	$N_{100}P_{75}K_{50}$ +10 т/га навоз	34,5	9,0	46,7	21,7	86,8
8	$N_{120}P_{90}K_{60}$ +10 т/га навоз	38,4	9,3	50,2	25,2	100,8
9	Полуперепревший навоз КРС – 20 т/га;	32,0	8,9	43,8	18,8	75,2
10	$N_{80}P_{60}K_{40}$ +20 т/га навоз	39,0	9,2	47,0	22,0	88
11	$N_{100}P_{75}K_{50}$ +20 т/га навоз	45,0	9,7	50,6	25,6	102,4

№	Варианты опыта (нормы удобрений)	Длина метёлки, см	Масса зерна с одной метёлки, г	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка, %
12	$N_{120}P_{90}K_{60}+20$ т/га навоз	47,0	10,3	51,9	26,9	107,6
	HCP ₀₅ ц/ га			2,5 3,1		
	Sx, %					

Заключение

В результате проведённых исследований установлено, что применение минеральных и органических удобрений существенно влияет на рост, развитие и урожайность сорта африканского проса «ННВВС tall» в условиях орошаемых лугово-аллювиальных почв Республики Каракалпакстан. В контрольном варианте урожайность зерна составила 25 ц/га, тогда как внесение органического удобрения (20 т/га навоза) обеспечило её увеличение до 43,8 ц/га. Применение минеральных удобрений в дозах $N_{80}P_{60}K_{40}$ и $N_{120}P_{90}K_{60}$ позволило повысить урожайность соответственно до 42,5 и 48,8 ц/га. Наиболее высокая урожайность (50,6 – 51,9 ц/га) была получена при совместном внесении 20 т/га полуперепревшего навоза $N_{100}P_{75}K_{50}$ и $N_{120}P_{90}K_{60}$, что на 25,6 ц/га и 26,9 ц/га или 102,4 % – 107,6 % превышало контрольный вариант. В этом же вариантах отмечены наибольшие показатели роста и развития растений: высота растений достигала 308 – 312 см и 316–320 см, длина метёлки 45 см – 47,0 см, масса 1000 семян 10,2г–10,6 г. Полученные результаты свидетельствуют, что совместное применение органических и минеральных удобрений обеспечивает более эффективное использование элементов питания, улучшает агрофизические свойства почвы и способствует формированию высокой урожайности африканского проса. Применение органоминеральных удобрений является эффективным приёмом повышения продуктивности африканского проса в условиях Каракалпакстана. Наивысшая урожайность (50,6 – 51,9 ц/га) достигнута при внесении $N_{100}P_{75}K_{50}$ и $N_{120}P_{90}K_{60}$ в сочетании с 20 т/га навоза.

Список литературы

1. Иванова, Н.П., & Смирнов, В.А. (2023). Органические удобрения как фактор повышения плодородия почвы. Агрохимический вестник, 2, 35–42.
2. Ишфак М., Ван Ю., Сюй Ж и др. (2023). Повышение питательных качеств продовольственных культур с помощью удобрений: глобальный метаанализ. Агрономия для устойчивого развития 43, 74.
3. Ковалёв, А.В., & Петров, С.Н. (2022). Влияние минерального питания на продуктивность зерновых культур. Земледелие, 5, 22–27.
4. Лапа, В.В., & Иванов, А.И. (2021). Органоминеральная система удобрения и её влияние на плодородие почвы. Агрохимия, 8, 18–27.
5. Минеев, В.Г. (2020). Агрохимия (3-е изд.). Издательство Московского государственного университета.

6. Мусаев, С.Х., & Рахимов, Б.А. (2022). Эффективность органоминеральной системы удобрения сельскохозяйственных культур в условиях аридной зоны. Плодородие, 4, 28–33.
7. Намозов Н.Ч., Касимов Б.С. (2024). Изменение содержания нитратного азота в почве при подкормке Африканского проса минеральными и органическими удобрениями в период его роста. Международная научно-онлайн конференция, 137–142.
8. Сычев, В.Г. (2020). Современные системы применения удобрений в земледелии Российской Федерации. Плодородие, 4, 2–7.
9. Турсунов, Х.Т., & Абдуллаев, Ж.А. (2021). Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность зерновых культур. Аграрная наука, 6, 45–50.
10. Яхья М.А., Шимелис Х. (2022) Стресс от засухи в сорго: стратегии смягчения, методы и технологии селекции. Агрономия 2, 127–142.

References

1. Ivanova N.P., & Smirnov V.A. (2023). Organic fertilizers as a factor in improving soil fertility. Agrokhimicheskii Vestnik, (2), 35–42. (In Russ.)
2. Ishfaq M, Wang Y., Xu J, et al. (2023). Improving the nutritional qualities of food crops using fertilizers: global meta-analysis. Agronomy for Sustainable Development (43), 74. (In Eng.).
3. Kovalev A.V., & Petrov S.N. (2022). Effect of mineral nutrition on cereal crop productivity. Zemledelie, (5), 22–27. (In Russ.)
4. Lapa V.V., & Ivanov A.I. (2021). Organo-mineral fertilization systems and their effect on soil fertility. Agrokhimiya, (8), 18–27. (In Russ.)
5. Mineev V.G. (2020). Agrochemistry (3rd ed.). Moscow State University Press. (In Russ.)
6. Musaev S.Kh., & Rakhimov B.A. (2022). Efficiency of integrated organo-mineral fertilization systems for agricultural crops under arid conditions. Plodorodie, (4), 28–33. (In Russ.)
7. Namozov N.Ch., Kasimov B.S. (2024). Changes in the content of nitrate nitrogen in the soil during the addition of mineral and organic fertilizers to African millet during its growth period. International Scientific Online Conference, 137–142. (In Russ.)
8. Sychev V.G. (2020). Modern fertilizer application systems in the agriculture of the Russian Federation. Plodorodie, (4), 2–7. (In Russ.)
9. Tursunov, Kh. T., & Abdullaev, Zh. A. (2021). Effect of organic and mineral fertilizers on the productivity of cereal crops. Agrarnaya Nauka, (6), 45–50. (In Russ.).
10. Yahya M.A., Shimelis H. (2022) Drought stress in sorghum: mitigation strategies, breeding methods, and technologies. Agronomy. (2), 127–142. (In Eng.).