

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ, МИКРОУДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ НА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ

В. Н. Фомин, И. Р. Гайнутдинов, Р. Г. Хуснутдинов

Реферат. Статья посвящена изучению влияния уровня минерального питания, однокомпонентных и многокомпонентных баковых смесей на водопотребление и урожайность кукурузы при возделывании на силос в 2022-2024 годах в Республике Татарстан. Двухфакторный опыт был проведен по следующей схеме: Фактор А – фон питания: 1. Без внесения туков (контроль); 2. Расчет на формирование силосной массы кукурузы 35,0 т/га. Фактор В – Микроудобрения и биопрепараты: 1. Без обработки (контроль); 2. Батр; 3. Батр + Биодукс; 4. Батр + Органит Р; 5. Батр + Органит N; 6. Батр + Органит Р + Биодукс; 7. Батр + Органит N + Биодукс; 8. Батр + Органит Р + Органит N; 9. Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс. Объектом был раннеспелый гибрид кукурузы РОСС-199 МВ; регулятор роста растений Биодукс, биопрепараты Органит Р, Органит N, и микроудобрение Батр. Почва серая лесная. Почва в годы опытов содержала: гумуса (по Тюрину) – 3,4%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) – 154-159 мг/кг и 185-190 мг/кг почвы, щелочно-гиролизуемого азота 70-78 мг/кг, рН сол. – 5,8. Повторность опыта – трехкратная, общая площадь делянки – 84 м², учетная – 70 м². В ходе исследований было отмечено увеличение урожайности зеленой массы кукурузы в среднем за 3 года с 25,2 до 30,8 т/га (без применения удобрений) и с 32,1 до 38,9 т/га (при расчете на 35 т/га) при обработке посевов четырех компонентной (Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс) баковой смесью. На удобренном фоне экономия влаги при применении данных баковых смесей составила 30,6 м³/т, или 5,8%. Нормы удобрений на получение 35 т/га зеленой массы рассчитаны расчетно-балансовым методом.

Ключевые слова: кукуруза (*Zeamays*), водопотребление, коэффициент водопотребления, урожайность, смеси, стимуляторы роста, удобрения.

Для цитирования: Фомин В.Н., Гайнутдинов И.Р., Хуснутдинов Р.Г. Влияние уровня минерального питания, микроудобрений и биопрепаратов на водопотребление и урожайность кукурузы // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2025. 4(16). С. 53-60 <http://dx.doi.org/10.12737/2782-490X-2025-4-4-53-60>

Введение. Кукуруза среди зерновых культур в мире является ведущей зерновой и зернофуражной культурой [1, 2, 3]. Она имеет широкий диапазон использования. Для животноводства кукуруза дает силос и кормовые добавки [4, 5]. Из продуктов из нее получают: крахмал, масло, крупу. Для Республики Татарстан, как лидера по производству продукции молочного животноводства, кукуруза является особенно ценной культурой [6, 7]. Несмотря на свою засухоустойчивость, в силу особенностей строения корневой системы, кукуруза нуждается в хорошем увлажнении [8].

Источником влаги для растений в основном является почва. Поэтому все агротехнические приемы должны быть направлены на сохранение влаги, что особенно важно при ведении земледелия в условиях недостатка влаги. Суммарный расход влаги на один гектар складывается из непродукционного испарения влаги с поверхности почвы, транспирации растений и подсчитывается путем определения водного баланса культуры [8]. Однако, в начале вегетации кукурузы, когда листовая поверхность мало развита, испарение влаги с поверхности почвы преобладает над транспирацией, в середине вегетационного периода они выравниваются, а уже в конце вегетации транспирация преобладает над испарением влаги с поверхности почвы [9, 10].

Однако в связи с неравномерным выпадением осадков в течении вегетации кукурузы и различной динамикой потребления влаги по фенологическим фазам запасы влаги в почве изменяются.

Учитывая то, что в последние годы в республике Татарстан из 5 лет обычно бывает

2 года засушливых, два средних и один благоприятный весьма важно установить закономерности водопотребления в зависимости от применяемых удобрений и схем проведения листовых подкормок регуляторами роста [11, 12, 13] и биопрепаратами [14, 15]. Аналогичного мнения придерживаются и другие авторы [16, 17, 18].

Цель работы изучить влияние уровня минерального питания и схем листовых подкормок на водопотребление и урожайность кукурузы.

Задачи:

- проанализировать динамику метеорологических условий за вегетационный периоды 2022-2024 годы;
- определить суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления;
- рассчитать гидротермический коэффициент (ГТК);
- проанализировать урожайность кукурузы при возделывании на силос в зависимости от изучаемых приемов.

Условия, материалы и методы. Опыты по влиянию уровня минерального питания и схем листовых подкормок с использованием микроудобрений и регуляторов роста проводились тяжелосуглинистой на серой лесной почве в 2022-2024 годах в ООО Агрофирма «Кырлай» Арского муниципального района Республики Татарстан. Почва в годы опытов содержала: гумуса (по Тюрину) – 3,4%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) – 154-159 мг/кг и 185-190 мг/кг почвы, щелочно-гиролизуемого азота 70-78 мг/кг, рН сол. – 5,8.

Для характеристики метеорологических условий использованы данные метеостанции г. Арск Республики Татарстан (рис. 1, 2, 3).

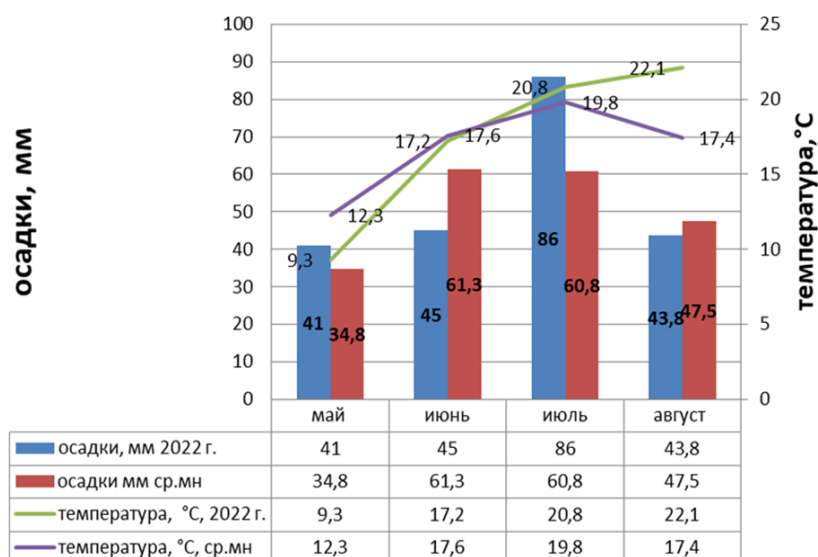


Рис. 1 – Метеорологические условия по данным метеостанции Арск, 2022 год

В период сева кукурузы 14 мая 2022 году осадков выпало 30 мм, при температуре 9,6°C, что ниже нормы на 3°C. Пониженная температура воздуха при достаточном количестве продуктивной влаги способствовала появлению всходов на 7-ый день после посева. В июне при норме 61,3 мм выпало 45 мм (что ниже на 16,3 мм, или 26,6%). Июль и начало августа отличались повышенными температурами,

превышающими среднееголетнюю на 1,0 и 4,0°C соответственно, а осадков выпало больше среднееголетних значений только в июле на 15,2 мм, а в августе осадков было меньше на 3,7 мм. Сумма эффективных температур за вегетацию составила – 1695°C, а ГТК был равен 1,07, что позволило сформировать запланированный урожай зеленой массы высокого качества.

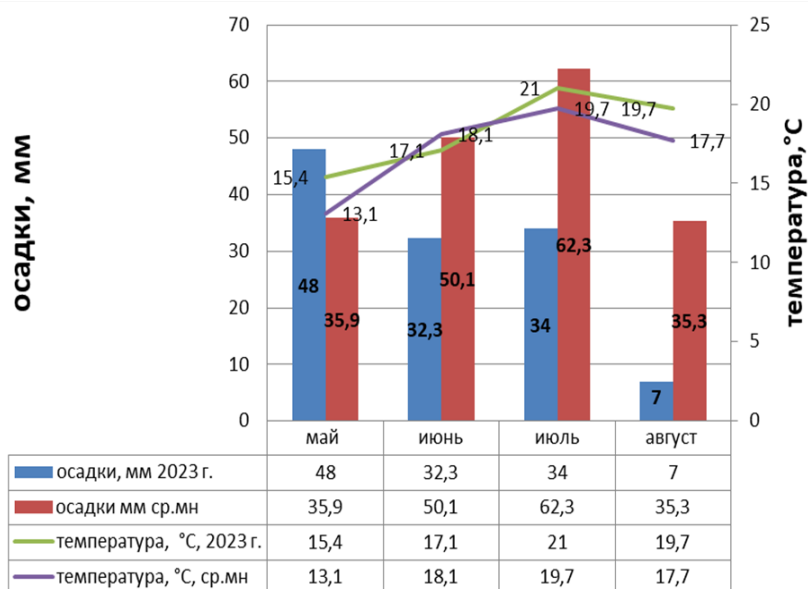


Рис. 2 – Метеорологические условия по данным метеостанции Арск, 2023 год

В 2023 году посев был проведен в начале первой декады мая, при наступлении физической спелости почвы, что позволило получить дружные всходы уже на 9 день после посева. В июне выпало 32,3 мм осадков (или 65% от нормы), среднемесячная температура была на 1,0°C ниже нормы. В июле среднемесячная температура составила 21,0°C, при норме 19,7°C (что на 1,3°C выше нормы). Осадков выпало

55% от нормы. Август месяц был жарким и сухим. Выпало всего лишь 7 мм осадков, при норме 35,3 мм (или 20%). Сумма температур выше 5°C за вегетацию кукурузы составила 1938°C (что на 243°C выше, чем в 2022 году). ГТК за вегетацию составил всего лишь 0,68, при среднееголетнем по республике Татарстан – 1,0. Недостаток влаги в летние месяцы привел к снижению урожая зеленой массы.

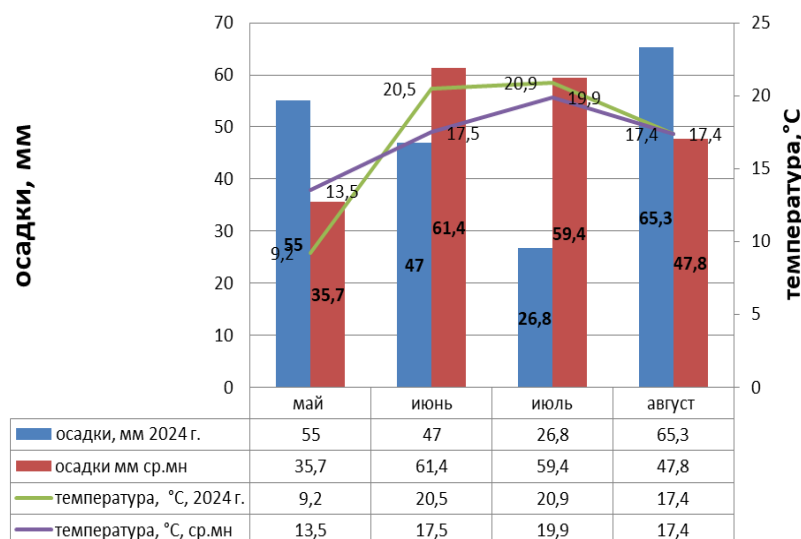


Рис. 3 – Метеорологические условия по данным метеостанции Арск, 2024 год

В 2024 году посев проведен 17 мая, а всходы появились 28 мая. Продолжительность межфазного периода «посев-всходы» составила 11 дней, что связано с пониженной температурой воздуха по сравнению средне-многолетней (61,4 мм) норме осадков в июне выпало 47 мм (или 77% от нормы) и температура воздуха была на 3°C выше средне-многолетней. Июль был сухим, осадков выпало 45% от нормы.

В августе выпало 65,3 мм осадков при норме 47,8 мм, температура была на уровне средне-многолетних значений (17,4°C). Сумма эффективных температур за вегетационный период составила 1894°C и ГТК – 1,15.

В опыте использовали следующие микроудобрения и регуляторы роста:

Батр – жидкое органо-комплексное сбалансированное удобрение в котором содержатся макро и микроэлементы, а также комплекс стимуляторов роста. Норма расхода – 2 л/га [19].

Биодукс – представляет собой комплекс биологически активных полиненасыщенных жирных кислот низшего почвенного гриба *Mortierella alpina*. Препарат повышает устойчивость растений, усиливает ростовые и биологические процессы, повышает урожайность и улучшает качество продукции. Норма расхода – 2 мл/га [20].

Органин N – биологическое удобрение. Форма препарата – жидкость содержащая споры штамма *Azospirillum zeae*, которые способны фиксировать атмосферный азот, переводя его в доступную для растений форму. Норма расхода – 1 л/га [20].

Органин P – биологическое удобрение, которое улучшает минеральное питание растений за счет повышения биодоступности фосфора и калия. Норма расхода – 1 л/га [20].

Основным методом в опыте был метод полевого эксперимента. Сравнение различных вариантов баковых смесей проводилось с контрольными вариантами. Двухфакторный

опыт был проведен по следующей схеме: Фактор А – фон питания: 1. Без внесения туков (контроль); 2. Расчет на формирование силосной массы кукурузы 35,0 т/га. Фактор В – Микроудобрения и биопрепараты: 1. Без обработки (контроль); 2. Батр; 3. Батр + Биодукс; 4. Батр + Органин P; 5. Батр + Органин N; 6. Батр + Органин P + Биодукс; 7. Батр + Органин N + Биодукс; 8. Батр + Органин P + Органин N; 9. Батр + Органин P + Органин N + Биодукс. В качестве объекта исследований был взят раннеспелый гибрид кукурузы РОСС-199 МВ; регулятор роста растений Биодукс; биопрепараты Органин P, Органин N, и микроудобрение Батр.

Система основной и предпосевной подготовки почвы включала: осенью глубокая вспашка агрегатом New Holland-7 с применением плуга ПСКУ-6 на глубину 27 сантиметров, весной культивация и предпосевное боронование.

Нормы удобрений на 35 т/га зеленой массы рассчитаны расчетно-балансовым методом. Из минеральных удобрений использовали аммиачную воду и диаммофоску, которая содержала 10% азота, 26% фосфора и 26% калия. Из азотных удобрений аммиачная вода вносилась весной под первую предпосевную культивацию, диаммофоска непосредственно во время посева. На 1 га внесено: в 2022 году – $N_{77}P_{34}K_{34}$; в 2023 году – $N_{88}P_{36}K_{37}$; в 2024 году – $N_{74}P_{32}K_{32}$. Посев гибрида кукурузы РОСС 199 МВ проведен 14 мая в 2022 году, 5 мая в 2023 году и 17 мая в 2024 году сеялкой точечного высева KUHN – 6. Посев проведен из расчета 75 тыс. растений на 1 га. Агротехника в опыте общепринятая для зоны. Предшественник – озимая пшеница.

Результаты и обсуждения. В результате проведения трехлетних исследований установлено, что внесение минеральных удобрений способствует повышению суммарного водопотребления во всех вариантах опыта по сравнению с неудобренным фоном (табл. 1).

АГРОНОМИЯ

Таблица 1 – Суммарное водопотребление посевами кукурузы в зависимости от фона питания, микроудобрений и стимулятора роста, 2022-2024 годы

Фон питания	Микроудобрения и стимуляторы роста	Суммарное водопотребление, м ³ /га		
		2022 г.	2023 г.	2024 г.
Без удобрений (контроль)	Контроль	2000	1450	1520
	Батр	2110	1480	1560
	Батр+Биодукс	2190	1530	1590
	Батр+Органит Р	2200	1560	1610
	Батр+Органит N	2200	1560	1620
	Батр+ОрганитР+Биодукс	2260	1590	1650
	Батр+ОрганитN+Биодукс	2280	1580	1640
	Батр+Органит Р+ Органит N	2290	1600	1660
	Батр+Органит Р+ Органит N +Биодукс	2370	1620	1680
2022 г. – N ₇₇ P ₃₄ K ₃₄ ; 2023 г. – N ₈₈ P ₃₆ K ₃₇ ; 2024 г. – N ₇₄ P ₃₂ K ₃₂	Контроль	2180	1520	1640
	Батр	2350	1450	1710
	Батр+Биодукс	2350	1730	1760
	Батр+Органит Р	2340	1740	1780
	Батр+Органит N	2360	1730	1770
	Батр+ОрганитР+Биодукс	2390	1760	1810
	Батр+ОрганитN+Биодукс	2400	1740	1810
	Батр+Органит Р+ Органит N	2410	1760	1840
	Батр+Органит Р+ Органит N +Биодукс	2460	1790	1850

Так, в 2022 году на неудобренном фоне оно варьировало от 2000 до 2370 м³/га, в 2023 году от 1450 до 1620 и в 2024 году от 1520 до 1680 м³/га. На фоне, рассчитанном на 35 т/га зеленой массы суммарное водопотребление составило соответственно: 2022 год – 2180-2460 м³/га, 2023 год – 1520-1790 и в 2024 году – 1640-1850 м³/га. Максимальный эффект получен при обработке посевов четырех

компонентной (Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс) баковой смесью. При применении тройных (6, 7, 8 варианты) баковых смесей величины суммарного водопотребления были ниже.

Аналогичные результаты получены и другими авторами [21, 22, 23].

Основным показателем степени эффективности использования влаги является коэффициент водопотребления (табл. 2).

Таблица 2 – Коэффициент водопотребления кукурузы в зависимости от фона питания, микроудобрений и стимулятора роста, 2022-2024 годы

Фон питания	Микроудобрения и стимуляторы роста	Коэффициент водопотребления, м ³ /т		
		2022 г.	2023 г.	2024 г.
Без удобрений (контроль)	Контроль	731,5	556,6	682,2
	Батр	726,8	542,5	613,2
	Батр+Биодукс	700,8	532,4	662,2
	Батр+Органит Р	696,0	530,1	651,8
	Батр+Органит N	702,9	528,6	667,2
	Батр+ОрганитР+Биодукс	685,9	524,4	614,8
	Батр+ОрганитN+Биодукс	713,6	527,2	628,1
	Батр+Органит Р+ Органит N	689,1	524,9	618,9
	Батр+Органит Р+ Органит N +Биодукс	697,7	522,1	612,0
2022 г. – N ₇₇ P ₃₄ K ₃₄ ; 2023 г. – N ₈₈ P ₃₆ K ₃₇ ; 2024 г. – N ₇₄ P ₃₂ K ₃₂	Контроль	624,8	469,4	563,4
	Батр	642,6	424,5	541,8
	Батр+Биодукс	624,2	469,9	541,4
	Батр+Органит Р	589,1	465,4	538,3
	Батр+Органит N	605,7	466,9	538,1
	Батр+ОрганитР+Биодукс	583,8	459,5	536,0
	Батр+ОрганитN+Биодукс	591,0	464,6	541,6
	Батр+Органит Р+ Органит N	583,3	466,1	540,2
	Батр+Органит Р +Органит N +Биодукс	573,8	456,5	535,3

Так, в 2022 году в условиях умеренного увлажнения при внесении N₇₇P₃₄K₃₃ и проведении листовой подкормки четырех компонентной (Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс) баковой смесью коэффициент водопотребления был минимальным и составил 573,8 м³/т.

Самым наибольшим (697,7 м³/т) он был на аналогичном варианте на неудобренном фоне.

В 2023 году наблюдалась та же самая закономерность. Внесение минеральных туков и использование для листовой подкормки четырех компонентной баковой смеси

снижало коэффициент водопотребления на аналогичном варианте на удобренном фоне на 65,6 м³/т. На фоне естественного плодородия почвы коэффициент водопотребления при использовании баковых смесей снизился в среднем по вариантам на 27,6 м³/т. Из схем листовых подкормок в условиях 2023 года лучше проявила себя, как и в 2022 году, четырёхкомпонентная (Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс) баковая смесь.

В 2024 году, хотя и величины коэффициента водопотребления были ниже, чем в 2023 году, закономерность в разрезе вариантов опыта сохранилась. Если на безудобренном фоне коэффициент водопотребления составил – 682,2 м³/т, то в варианте (Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс) он был равен 612 м³/т, а на расчетном фоне удобрений на 35 т/га

зеленой массы он составил соответственно – 563,4 и 535,3 м³/т. Использование для листовой подкормки двойных (3, 4, 5 варианты) баковых смесей снижало коэффициент водопотребления по сравнению с контролем, где препараты не использовались. Наименьший коэффициент водопотребления был при использовании четырёхкомпонентной (Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс) баковой смеси. Другие двойные и тройные смеси занимали среднее положение.

Изучаемые в опыте агроприемы оказали влияние и на коэффициент полезного использования влаги (табл. 3).

Использование многокомпонентных баковых смесей для листовой подкормки и внесение расчетных норм туков способствовало рациональному использованию влаги.

Таблица 3 – Показатели эффективности использования влаги растениями кукурузы в зависимости от уровня питания и схем листовой подкормки (средняя за 2022-2024 годы)

Фон питания	Микроудобрения и стимуляторы роста	Урожайность, т/га	Суммарное водопотребление, м³/га	Коэффициент водопотребления, м³/т	Коэффициент полезного использования влаги, кг/т
Без удобрений (контроль)	Контроль	25,2	1656,7	656,8	15,4
	Батр	27,3	1716,7	627,5	16,2
	Батр+Биодукс	28,0	1770,0	631,8	16,1
	Батр+Органит Р	28,6	1790,0	626,0	16,2
	Батр+Органит N	28,4	1793,3	632,9	16,0
	Батр+ОрганитР+Биодукс	30,0	1833,3	608,3	16,6
	Батр+ОрганитN+Биодукс	29,3	1833,3	623,0	16,3
	Батр+Органит Р+Органит N	30,2	1850,0	611,0	16,6
	Батр+Органит Р + Органит N + Биодукс	30,8	1890,0	610,6	16,6
2022 г. – N ₇₇ P ₃₄ K ₃₄ ; 2023 г. – N ₈₈ P ₃₆ K ₃₇ ; 2024 г. – N ₇₄ P ₃₂ K ₃₂	Контроль	32,1	1780,0	552,5	18,4
	Батр	34,1	1836,7	536,3	19,2
	Батр+Биодукс	35,7	1946,7	545,1	18,6
	Батр+Органит Р	36,7	1953,3	530,9	19,0
	Батр+Органит N	36,3	1953,3	536,9	18,8
	Батр+ОрганитР+Биодукс	37,7	1986,7	526,4	19,2
	Батр+ОрганитN+Биодукс	37,2	1983,3	532,4	19,0
	Батр+Органит Р+Органит N	37,7	2003,3	529,9	19,0
	Батр+Органит Р + Органит N + Биодукс	38,9	2033,3	521,9	19,3
НСР ₀₅		2022 г.	2023 г.	2024 г.	
Фактор А (фон питания)		1,134	1,752	0,980	
Фактор В (варианты)		0,596	1,325	0,869	
AB		1,354	1,566	1,105	

Согласно полученным экспериментальным данным, в среднем за 2022-2024 годы на обоих фонах питания наибольшую урожайность зеленой массы сформировали посевы кукурузы при использовании для листовой подкормки четырёхкомпонентной (Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс) баковой смеси, прибавка составила 5,6 т/га или 22,2% и 6,8 т/га или 21,2%

соответственно. Внесение минеральных удобрений в среднем за три года на фоне рассчитанном на 35,0 т/га зеленой массы снижало коэффициент водопотребления на контроле, где препараты не применялись на 104,3 м³/т или на 18,9%. Проведение листовых подкормок с использованием баковых смесей уменьшало коэффициент водопотребления на

формирование единицы урожая. На неудобренном фоне, где удобрения не принимались коэффициент водопотребления был ниже на 29,3-46,2 м³/т или 4,7-7,6% по сравнению с контролем.

На расчетном фоне питания эти показатели составили соответственно 16,2-30,6 м³/т (или 3,0-5,9%). На обоих фонах питания преимущество имел 9 вариант (Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс), по влиянию на этот показатель. Наибольший (19,3 кг/т) коэффициент полезного использования влаги получен при комплексном использовании для листовой подкормки минеральных удобрений, регуляторов роста и микроудобрений (Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс).

Выводы. 1. Внесение расчетных норм минеральных удобрений на запланированную урожайность и использование для листовой подкормки четырех (Батр + Органит Р + Органит N + Биодукс) компонентную баковую

смесь способствовало экономному расходованию влаги, снижению коэффициента водопотребления и увеличению урожайности зеленой массы кукурузы в среднем за 3 года с 25,2 до 30,8 т/га (без применения удобрений) и с 32,1 до 38,9 т/га (при расчете на 35 т/га). На удобренном фоне экономия влаги при применении данных баковых смесей составила 30,6 м³/т, или 5,8%.

2. Для эффективного использования влаги, в целях повышения продуктивности зеленой массы кукурузы, рекомендуем производству производить листовую подкормку посевов гибрида кукурузы РОСС 199 МВ четырёхкомпонентной баковой смесью из расчета: Батр (2 л/га) + Органит Р (1 л/га) + Органит N (1 л/га) + Биодукс (2 мл/га) в фазу 2-5 листьев. Прибавка на неудобренном фоне составила 5,6 т/га или 22,2% и на расчетном на 35 т/га зеленой массы кукурузы 6,8 т/га или 21,2% соответственно.

Литература

1. Усанова З.И., Фаринюк Ю.Т., Павлов М.Н. Резервы интенсификации производства кукурузы на силос в условиях Верхневолжья // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2018. № 1 (34). С. 79-83.
2. Роль макро- и микроудобрений в повышении урожайности и качества зеленой массы кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан / М. Ю. Михайлова, М. Ю. Гилязов, Р. М. Низамов и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 2. С. 34-41. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-213>.
3. Багринцева В.Н., Ивашенко И.Н. Эффективность некорневых подкормок кукурузы удобрениями марки Батр // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 1. С. 28-36.
4. Таланов И.П., Михайлова М.Ю., Каримова Л.З. Отзывчивость гибридов кукурузы на внесение расчетных доз минеральных удобрений в условиях Предволжья РТ // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т.10. №2(36). С. 123-127. doi 10.12737/2516.
5. Сотченко В.С. Состояние и перспектива производства зерна кукурузы в Российской Федерации // Кукуруза и сорго. -2023. №1. С. 1-2.
6. Фомин В. Н., Миназов И.Р. Совместные посевы кукурузы с бобовыми культурами в Республике Татарстан // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 2. С. 55-57.
7. Михайлова М.Ю., Шарафеева И.З., Капустин Д.Ю. Зависимость урожайности кукурузы на зерно от агрометеорологических показателей в условиях Республики Татарстан // Агроботехнологии и цифровое земледелие. 2025. №2(14). С. 27-32.
8. Стулин А.Ф. Влияние погодных условий на продуктивность кукурузы и эффективность удобрений в условиях Воронежской области // Агрохимия. 2019. № 12. С. 48 - 52.
9. Водопотребление кукурузы при разных способах основной обработки почвы после пропашных предшественников при энергонакопительной системе содержания почвы / М. Г. Абдулнатилов, Г. Н. Гасанов, Р. З. Усманов, М. Р. Мусаев // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2024. № 2. С. 42-47. doi 10.31857/S2500208224020093.
10. Толорая Т.Р., Малаканова В.П. Роль водопотребления в повышении продуктивности кукурузы // Кукуруза и сорго. 2001. № 4. С. 2-3.
11. Шмалько И. А., Багринцева В.Н. Повышение урожайности кукурузы посредством некорневой подкормки растений // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №3. С. 66-68. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-3-63-68>.
12. Шогенов Ю. М., Ханиева И.М. Урожайность и качество зерна кукурузы в зависимости от применяемых органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста // Роль науки и технологий в обеспечении устойчивого развития АПК: сборник научных трудов по итогам IX Международной науч.-практ. конф. Нальчик: ФГБОУ "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2021. С. 91-95.
13. Иняхин, А. Г. Влияние средств химизации и регулятора роста на формирование продуктивности кукурузы в условиях лесостепи Среднего Поволжья: специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство": диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Иняхин Александр Геннадьевич. Пенза, 2013. 180 с.
14. Чекмарев П.А., Фомин В.Н., Турнин С.Л. Влияние сорта и удобрений на урожайность кукурузы при возделывании на зерно // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. №9. С.22-24.
15. Эффективность биопрепарата Биостим на посевах орошаемой кукурузы РОСС 140 СВ / Ф.Н. Сафиоллин, И.Ф. Яхин, М.М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19. № 3(75). С. 33-39.
16. Семин С.А. Водный режим кукурузы в зависимости от приемов возделывания // PublishingHouse «EducationandScience» s.r.o. 2014. 4 с. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.rusnauka.com/20_AND_2014/Agricole/3_172880.doc.htm
17. Багринцева В. Н., Ивашенко И.Н., Сотченко Д.Ю. Влияние некорневой подкормки микроудобрением Батр Цинк на урожайность кукурузы и кормовые качества зерна // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 3. С. 213-224. <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36>

18. Козин А. М. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от применения стимуляторов роста, макро- и микроэлементов и смягчителя воды в условиях Среднего Поволжья: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Козин Алексей Михайлович, 2024. 177 с.
19. БАТР - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://doi-agro.ru/batr-max> (дата обращения: 23.08.2025)
20. Bionovatic - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bionovatic.ru/about> (дата обращения: 23.08.2025)
21. Анохина Е.К. Продуктивность кукурузы в зависимости от приемов выращивания в условиях Лесостепи Среднего Поволжья: дис. канд. с.-х. наук. Кинель. 2018. 177 с.
22. Замана С.П., Кондратьева Т.Д. Влияние биопрепарата Агроактив на систему «почва – растение» в опыте с кукурузой // Агрохимический вестник. 2014. № 1. С. 18-20.
23. Иванов Н. Н. Об определении величин испаряемости //Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. 2014. Т.86. № 2. С. 189-196.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Фомин Владимир Николаевич - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: tipka2015@yandex.ru
 Гайнутдинов Ильнар Ризванович - аспирант, e-mail: ilnargay7@list.ru
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.
 Хуснутдинов Рашид Гарафович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий агроном, e-mail: husunutdinov.r.g@bionovatic.ru
 ООО «Бионоватик», Казань, Россия.

INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION, MICROFERTILIZERS AND BIOPRODUCTS LEVELS ON WATER CONSUMPTION AND CORN PRODUCTIVITY V. N. Fomin, I. R. Gaynutdinov, R. G. Khusnutdinov

Abstract. The article is devoted to the study of the influence of mineral nutrition, single-component and multi-component tank mixes on water consumption and yield of corn during silage cultivation in 2022-2024 in the Republic of Tatarstan. A two-factor experiment was conducted according to the following scheme: Factor A – nutrition background: 1. Without fertilizer application (control); 2. Calculated for the formation of corn silage mass of 35.0 t/ha. Factor B – Microfertilizers and bioproducts: 1. No treatment (control); 2. Batr; 3. Batr + Biodux; 4. Batr + Organit R; 5. Batr + Organit N; 6. Batr + Organit P + Biodux; 7. Batr + OrganitN + Biodux; 8. Batr + Organit P + OrganitN; 9. Batr + Organit P + OrganitN + Biodux. The object was the early-ripening corn hybrid ROSS-199 MV; plant growth regulator Biodux, biopreparations Organit P, OrganitN, and microfertilizer Batr. The soil is gray forest. During the years of experiments, the soil contained: humus (according to Tyurin) - 3.4%, mobile phosphorus and exchangeable potassium (according to Kirsanov) - 154-159 mg/kg and 185-190 mg/kg of soil, alkaline-hydrolyzable nitrogen 70-78 mg/kg, pH salt. - 5.8. The experiment was replicated three times, with a total plot area of 84 m² and a recording plot area of 70 m². The study revealed an average increase in corn green forage yield over three years, from 25.2 to 30.8 t/ha (without fertilizer) and from 32.1 to 38.9 t/ha (based on 35 t/ha), when treating crops with a four-component tank mixture (Batr + OrganitR + Organit N + Biodux). Against a fertilized background, moisture savings with these tank mixtures amounted to 30.6 m³/t, or 5.8%. Fertilizer rates for 35 t/ha of green forage were calculated using the balance calculation method.

Key words: corn (*Zeamays*), water consumption, water consumption coefficient, yield, mixtures, growth stimulants, fertilizers.

For citation: Fomin V.N., Gaynutdinov I.R., Khusnutdinov R.G. Influence of mineral nutrition, microfertilizers and bioproducts levels on water consumption and corn productivity. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2025; 4 (16). 53-60 p. <http://dx.doi.org/10.12737/2782-490X-2025-4-4-53-60>

References

1. Usanova ZI, Farinyuk YuT, Pavlov MN. [Reserves for intensifying silage corn production in Upper Volga region]. *Ekonomika, trud, upravlenie v selskom khozyaystve*. 2018; 1 (34). 79-83 p.
2. Mikhaylova MYu, Gilyazov MYu, Nizamov RM. [The role of macro- and microfertilizers in increasing yield and quality of green mass of corn on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2023; 2. 34-41 p. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-213>.
3. Bagrintseva VN, Ivashenko IN. [Efficiency of foliar feeding of corn with Batr fertilizers]. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2021; 1. 28-36 p.
4. Talanov IP, Mikhaylova MYu, Karimova LZ. [Responsiveness of corn hybrids to application of calculated doses of mineral fertilizers in the conditions of Volga region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; Vol.10. 2(36). 123-127 p. doi 10.12737/2516.
5. Sotchenko BS. [Status and prospects of corn grain production in Russian Federation]. *Kukuruza i sorgo*. 2023; 1. 1-2 p.
6. Fomin VN, Minazov IR. [Intercropping of corn with legumes in the Republic of Tatarstan]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2012; 2. 55-57 p.
7. Mikhaylova MYu, Sharafieva IZ, Kapustin DYu. [Dependence of corn yield on agrometeorological indicators in the Republic of Tatarstan]. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie*. 2025; 2(14). 27-32 p.
8. Stulin AF. [Influence of weather conditions on corn productivity and fertilizer efficiency in Voronezh region]. *Agrokimiya*. 2019; 12. 48-52 p.
9. Abdulnatiev MG, Gasanov GN, Usmanov RZ, Musaev MR. [Water consumption of corn with different methods of primary tillage after row crop predecessors with an energy-accumulating soil maintenance system]. *Vestnik Rossiyskoy selskokhozyaystvennoy akademii*. 2024; 2. 42-47 p. doi 10.31857/S2500208224020093.
10. Toloraya TR, Malakanova VP. [The role of water consumption in increasing corn productivity]. *Kukuruza i sorgo*. 2001; 4. 2-3 p.
11. Shmalko IA, Bagrintseva VN. [Increasing corn yield through foliar feeding of plants]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*. 2021; 3. 66-68 p. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-3-63-68>.

12. Shogenov YuM, Khanieva IM. [Yield and quality of corn grain depending on the applied organic, macro-, microfertilizers and growth regulator. The role of science and technology in ensuring sustainable development of agro-industrial complex]. Sbornik nauchnykh trudov po itogam IX Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. Nalchik: FGBOU Kabardino-Balkarskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni V.M. Kokova. 2021; 91-95 p.
13. Inyakhin AG. Vliyaniye sredstv khimizatsii i regulatora rosta na formirovaniye produktivnosti kukuruzy v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzhya: spetsialnost 06.01.01. Obshchee zemledeliye, rasteniyevodstvo: dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata selskokhozyaystvennykh nauk. [Influence of chemicals and growth regulators on corn productivity formation in the forest-steppe conditions of Middle Volga region: specialty 06.01.01. General agriculture, crop production: dissertation for a degree of Ph.D. of Agricultural sciences]. Inyakhin Aleksandr Gennadevich. Penza. 2013; 180 p.
14. Chekmarev PA, Fomin VN, Turnin SL. [Influence of variety and fertilizers on corn productivity when growing for grain]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017; Vol.31. 9. 22-24 p.
15. Safiollin FN, Yakhin IF, Khismatullin MM. [Efficiency of Biostim biopreparation on crops of irrigated corn ROSS 140 SV]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2024; Vol.19. 3(75). 33-39 p.
16. Semina SA. Water regime of corn depending on cultivation methods. [Internet]. PublishingHouse EducationandScience s.r.o. 2014; 4 p. Available from: https://www.rusnauka.com/20_AND_2014/Agricole/3_172880.doc.htm
17. Bagrintseva VN, Ivashenko IN, Sotchenko DYU. [Effect of foliar feeding with Batr Zinc microfertilizer on corn yield and forage quality of grain]. Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2023; Vol.106. 3. 213-224 p. <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36>
18. Kozin AM. Produktivnost i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot primeneniya stimulyatorov rosta, makro- i mikroelementov i smyagchitelya vody v usloviyakh Srednego Povolzhya: dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata selskokhozyaystvennykh nauk. [Productivity and quality of winter wheat grain depending on the use of growth stimulants, macro- and microelements and water softener in the conditions of Middle Volga region: dissertation for a degree of Ph.D. of Agricultural sciences]. Kozin Aleksey Mikhaylovich. 2024; 177 p.
19. BATR. [Internet]. [cited 2025, August 23]. Available from: <https://dol-agroru/batr-max>.
20. Bionovatic. [Internet]. [cited 2025, August 23]. Available from: <https://bionovaticru/about>.
21. Anokhina EK. Produktivnost kukuruzy v zavisimosti ot priemov vyrashchivaniya v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzhya: dis.kand. s.-kh. nauk. [Corn productivity depending on cultivation methods in forest-steppe of Middle Volga region: Dissertation for a degree of Agricultural sciences. Kinel. 2018; 177 p.
22. Zamana SP, Kondrateva TD. [Influence of Agroaktiv biopreparation on the soil-plant system in an experiment with corn]. Agrokhimicheskiy vestnik. 2014; 1. 18-20 p.
23. Ivanov NN. [On the determination of evaporation values]. Izv. Vsesoyuz. geogr. o-va. 2014; Vol.86. 2. 189-196 p.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest. There was no funding for the work.

Authors:

Fomin Vladimir Nikolaevich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: tipka2015@yandex.ru

Gaynutdinov Ilmar Rizvanovich – post-graduate student, e-mail: ilnargay7@list.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

Khusnutdinov Rashit Garafovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, leading agronomist, e-mail: hushnutdinov.r.g@bionovatic.ru

Bionovatic LLC, Kazan, Russia.