

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 3. С. 213-224.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 3. P. 213-224.

Научная статья
УДК 633.15:631.8:631.55:551.5(470.63)
doi:10.33284/2658-3135-106-3-213

Влияние некорневой подкормки микроудобрением Батр Цинк на урожайность кукурузы и кормовые качества зерна

Валентина Николаевна Багринцева¹, Иван Николаевич Ивашененко², Дмитрий Юрьевич Сотченко³

^{1,2,3}Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, Пятигорск, Россия

¹maize-techno@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7116-1974>

²ivan-grass@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2316-1769>

³976067@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2882-2108>

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения влияния сроков проведения некорневой подкормки кукурузы микроудобрением Батр Цинк на урожайность зелёной массы и зерна, а также его кормовые качества. Подкормки проводили в разные фазы роста и развития кукурузы (5 и 8 листьев) без применения минеральных удобрений, а также на фонах аммиачной селитры (N30) и нитроаммофоски (N30P30K30), внесённых перед посевом. Исследования проводили на среднераннем гибриде Машук 220 МВ и среднеспелом Машук 355 МВ. Некорневая подкормка растений в фазе 5 листьев микроудобрением Батр Цинк без минеральных удобрений повышала урожайность зелёной массы гибрида кукурузы Машук 220 МВ на 5,7 т/га (18,5 %), в 8 листьев – на 5,3 т/га (17,2 %), гибрида Машук 355 МВ – на 5,2 т/га (17,2 %) и 3,3 т/га (10,9 %). Подкормка растений в фазе 5 листьев увеличивала прибавку урожая зелёной массы только гибрида Машук 355 МВ на фоне N30 на 3,6 т/га и на фоне N30P30K30 – на 1,1 т/га. Подкормка растений в фазе 5 листьев без минеральных удобрений повышала урожайность зерна гибрида кукурузы Машук 220 МВ на 0,66 т/га (11,8 %), в 8 листьев – на 0,59 т/га (10,6 %), гибрида Машук 355 МВ – на 0,90 т/га (15,7 %) и 0,63 т/га (11,0 %). На фоне N30 подкормка в фазе 5 листьев увеличивала по отношению к фону прибавку урожая зерна гибрида Машук 220 МВ на 0,04 т/га, гибрида Машук 355 МВ – на 0,38 т/га. Прибавки урожая зелёной массы и зерна кукурузы не существенно, но выше при подкормке растений в фазе 5 листьев. Опрыскивание растений в 5 и 8 листьев микроудобрением повышало содержание протеина в зерне гибрида Машук 220 МВ на 1,09 и 0,91 %, гибрида Машук 355 МВ – на 0,48 и 0,45 %. На фоне N30 содержание протеина в зерне гибрида Машук 220 МВ увеличивалось на 0,23 % от подкормки в фазе 5 листьев. С повышением содержания протеина в зерне увеличивалось количество переваримого протеина в 1 кг зерна и в 1 КЕ.

Ключевые слова: кукуруза, удобрения, микроудобрение, Батр Цинк, подкормка, зелёная масса, зерно, качество

Для цитирования: Багринцева В.Н., Ивашененко 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/10.33284/2658-3135-106-3-213>

Original article

Influence of foliar application with Batr Zinc microfertilizer on corn yield and grain feeding quality

Valentina N Bagrintseva¹, Ivan N Ivashenenko², Dmitry Y Sotchenko³

^{1,2,3}All-Russian research scientific institute of corn, Pyatigorsk, Stavropol region, Russia

¹maize-techno@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7116-1974>

²ivan-grass@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2316-1769>

³976067@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2882-2108>

Abstract. The article presents studying results of the influence of the timing of corn foliar application with Batr Zinc microfertilizer on the yield of green mass and grain, as well as its feeding quality. Ad-

ditional fertilizing was carried out in different growth and development phases of corn (at 5 and 8 leaves) without the use of mineral fertilizers, as well as on the background of ammonium nitrate (N_{30}) and ammonium nitrate phosphate fertilizer ($N_{30}P_{30}K_{30}$) introduced before sowing. The studies were carried out on the mid-early Mashuk 220 MV and mid-ripening Mashuk 355 MV hybrids. Foliar feeding of plants at the 5-leaf phase with Batr Zinc microfertilizer without mineral fertilizers increased green mass yield of the Mashuk 220 MV corn hybrid by 5.7 t/ha (18.5%), at 8-leaf phase by 5.3 t/ha (17.2%), Mashuk 355 MV hybrid – by 5.2 t/ha (17.2%) and 3.3 t/ha (10.9 %). Fertilizing plants at the 5-leaf phase increased green mass yield only for Mashuk 355 MV hybrid against the background of N_{30} by 3.6 t/ha and $N_{30}P_{30}K_{30}$ by 1.1 t/ha. Fertilizing plants in the 5-leaf phase without mineral fertilizers increased the grain yield of the corn hybrid Mashuk 220 MV by 0.66 t/ha (11.8%), in 8-leaf phase by 0.59 t/ha (10.6%), hybrid Mashuk 355 MV – by 0.90 t/ha (15.7%) and 0.63 t/ha (11.0 %). Additional fertilizing in the 5-leaf phase relative to the background of N_{30} , increased grain yield of the Mashuk 220 MV hybrid by 0.04 t/ha, Mashuk 355 MV hybrid by 0.38 t/ha. The increase in the yield of green mass and corn grain is not significant, but higher when feeding plants in the 5-leaf phase. Spraying plants in 5- and 8-leaf phases with microfertilizer increased the protein content in the grain of the Mashuk 220 MV hybrid by 1.09 and 0.91%, the Mashuk 355 MV hybrid – by 0.48 and 0.45%. Against the background of N_{30} , the protein content in the grain of the Mashuk 220 MV hybrid increased by 0.23 % from application in the 5-leaf phase. The amount of digestible protein in 1 kg of grain and in 1 fodder unit increased with an increase in the protein content in the grain.

Keywords: corn, fertilizers, microfertilizer, Батр Цинк, foliar application, green mass, grain, quality

For citation: Bagrintseva VN, Ivashenenko IN, Sotchenko DY. Influence of foliar application with Batr Zinc microfertilizer on corn yield and grain feeding quality. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(3):213-224. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-213>

Введение.

Кукурузное растение служит источником различных кормов для животных. Ценность представляют как зелёная масса, так и зерно, поэтому огромное значение имеет задача повышения их урожайности и кормовых качеств.

Применение минеральных удобрений является важнейшим агротехническим приёмом повышения урожайности кукурузы (Драчев Н.А. и др., 2019; Иванова О.М. и Макаров М.Р., 2022; Пальчиков Е.В. и др., 2021). Удобрениями можно не только повысить урожайность зелёной массы и зерна кукурузы, но и улучшить их питательность (Васин В.Г. и Кошелева И.К. 2018; Моисеев А.А., 2019; Тамазаев И.Т. и др., 2018).

В настоящее время система удобрения кукурузы не ограничивается внесением минеральных удобрений в почву, большое значение придаётся некорневым подкормкам растений различными агрохимикатами. Вносимые по листу питательные вещества существенно повышают урожайность зелёной массы и зерна кукурузы, (Адаев Н.Л. и др., 2019; Багринцева В.Н. и Ивашенко И.Н., 2020; Васильченко С.А. и др., 2021). Также с помощью некорневых подкормок кукурузы удобрениями и регуляторами роста растений можно значительно улучшить качество зерна (Есипенко С.В. и др., 2022; Хашдахилова Ш.М. и др., 2021).

Цель исследования.

Установить влияние сроков проведения некорневой подкормки кукурузы микроудобрением Батр Цинк на урожайность зелёной массы и зерна, а также его кормовые качества.

Материалы и методы исследования.

Объекты исследования. Гибриды кукурузы: среднеранний Машук 220 МВ и среднеспелый Машук 355 МВ селекции ВНИИ кукурузы.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Опытное поле Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы расположено на высоте 541 м над уровнем моря, 44° с. ш., 43° в. д. в четвёртой зоне (достаточного увлажнения) Ставропольского края. Почвенный покров опытного участка представлен чернозёмом обыкновенным карбонатным тяжёлоуглинистым.

Содержание гумуса в слое почвы 0-20 см – среднее (4,0%). Содержание подвижных форм элементов питания в почве ежегодно определяли после внесения удобрений, когда кукуруза находилась в фазе 5 листьев. В среднем за 2021-2022 гг. в варианте без внесения минеральных удобрений в слое почвы 0-20 см содержание нитратного азота по Грандваль-Ляжу составило 20 мг/кг, подвижного фосфора (по Мачигину) – 10 мг/кг, обменного калия (по Мачигину) – 227 мг/кг. После внесения аммиачной селитры (N30) содержание перечисленных элементов питания увеличилось до 38,6; 10,0; 236 мг/кг, после нитроаммофоски (N30P30K30) – до 37,8; 12,0; 247 мг/кг.

Метеорологические условия в годы проведения исследования были различными. В 2021 г. сумма осадков за май-сентябрь (период вегетации кукурузы) была выше средней за последние 10 лет (2011-2020 гг.) на 43,7 мм и составила 382,2 мм. В мае, во время появления всходов, а также в фазе 5 листьев, выпало 94,3 мм осадков, июне во время роста растений – 63,9 мм, июле во время цветения – 73,5 мм, августе во время налива зерна – 78,1 мм. Среднесуточная температура воздуха в среднем за май-сентябрь 2021 г. составила +20,3 °С и превысила среднюю за последние 10 лет на 1,1 °С. Температура воздуха в мае была равна +17,4 °С, июне – +20,9 °С, июле – +23,8 °С, августе – +24,3 °С.

В 2022 г. осадков за период вегетации выпало 234,9 мм, что на 109,8 мм меньше среднего показателя за 10 лет. В мае выпало 80,3 мм, июне – 92,5 мм, июле – 7,4 мм, августе – 1,2 мм. Если в период появления всходов, интенсивного роста растений кукурузы и формирования репродуктивных органов количество осадков было достаточным, то во время цветения и налива зерна наблюдался их недостаток. Среднесуточная температура воздуха в мае-сентябре 2022 г. была равна +18,2 °С, что на 1,4 °С ниже средней за 10-летний период. В мае температура воздуха составила +14,2 °С, июне – +21,1 °С, июле – +22,5 °С, августе – +24,3 °С.

Схема эксперимента. Исследования проводили в 2021-2022 гг. Изучали эффективность некорневой подкормки кукурузы микроудобрением Батр Цинк без внесения удобрений, на фоне азотного (N30) и полного минерального (N30P30K30) удобрения. Азотный фон создавали внесением до посева под культивацию аммиачной селитры, фон полного удобрения – внесением до посева под культивацию нитроаммофоски.

Батр Цинк (НПЦ «Сервис-Агро», Татарстан, Россия) – новое жидкое микроудобрение для листовых подкормок сельскохозяйственных культур. Преимущества этого микроудобрения состоят в том, что оно содержит 6 % доступной для растений хелатной формы цинка. Удобрение содержит также янтарную, лимонную, аскорбиновую кислоты, комплекс активных органических компонентов. Согласно рекомендациям производителя нормы применения удобрения составляют 0,5-1,0 л/га.

Некорневые подкормки микроудобрением Батр Цинк гибридов кукурузы Машук 220 МВ и Машук 355 МВ проводили в фазе 5 и 8 листьев.

Опыты закладывали в четырёхкратной повторности. Общая площадь делянки равна 28 м², учётная – 10,5 м².

Предшественником кукурузы в опыте была озимая пшеница после сои. Основная обработка почвы – отвальная (вспашка осенью).

Сев кукурузы проводили в оптимальные сроки: в 2021 г. – 28 апреля, в 2022 г. – 29 апреля с повышенной нормой высева.

В фазе 2-3 листа формировали оптимальную густоту стояния растений: для гибрида Машук 220 МВ – 70 тыс./га, для гибрида Машук 355 МВ – 55 тыс./га. Для защиты от сорных растений кукурузу в фазе 3 листа обрабатывали гербицидом Аденго (0,5 л/га). Для рыхления почвы в фазе 7-8 листьев провели междурядную культивацию. Некорневые подкормки кукурузы агрохимикатом Батр Цинк проводили при расходе рабочего раствора 250 л/га.

Оборудование и технические средства. Для проведения агротехнических мероприятий использовали сельскохозяйственную технику: трактор К-701, плуг ПТК-9-35, борону БДТ-7, культиваторы КПС-4 и КРН-5,6 (Россия), трактор МТЗ-82 (Белоруссия), сеялку Gaspardo MTR-8 (Италия), опрыскиватель навесной CLASS 600/12 (Турция).

Отбор проб почвы на агрохимический анализ осуществляли с помощью бура Качинского. Для определения подвижных форм азота, фосфора и калия в почве использовали спектрофотометр UNICO 1201 (США) и пламенный фотометр М410 (Россия). Показатели качества зерна определяли методом спекроскопии с использованием анализатора «Инфралюм ФТ-12 («Люмекс», Россия).

Учёт зелёной массы проводили вручную, для взвешивания использовали весы медицинские механические ВМ-20 (Россия). При учёте урожая зерна початки кукурузы выламывали вручную и обмолачивали их на молотилке LD 350 (Австрия). Для взвешивания зерна использовали весы медицинские электронные МК-А21 (Россия), для определения влажности зерна – влагомер Wille 55 (Финляндия).

Статистическая обработка. Обработку полученных данных провели с помощью компьютерной программы Ставропольского НИИСХ «AgCStat».

Результаты исследования.

Полученные в опытах данные позволили оценить, насколько некорневая подкормка микроудобрением Батр Цинк изменяет урожайность зелёной массы и зерна кукурузы с учётом особенностей гибридов. Без применения минеральных удобрений и микроудобрения Батр Цинк урожайность зелёной массы гибридов кукурузы была на одном уровне (табл. 1).

Таблица 1. Влияние некорневой подкормки удобрением Батр Цинк на урожайность зелёной массы кукурузы в среднем за 2021-2022 гг.

Table 1. Effect of foliar application with Batr Zinc fertilizer on green mass yield of corn on average for 2021-2022

Вариант опыта / Variant of experiment	Гибрид Машук 220 МВ / Mashuk 220 MV hybrid			Гибрид Машук 355 МВ / Mashuk 355 MV hybrid		
	урожай- ность, т/га / yield, t/ha	прибавка / increase		урожай- ность, т/га / yield, t/ha	прибавка / increase	
		т/га / t/ha	%		т/га / t/ha	%
Без удобрений / Without fertilizer	30,8	-	-	30,3	-	-
N30	36,9	6,1	19,8	32,8	2,5	8,3
N30P30K30	36,3	5,5	17,9	34,5	4,2	13,9
Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / Batr Zink (1.0 l/ha) ¹	36,5	5,7	18,5	35,5	5,2	17,2
Батр Цинк (1,0 л/га) ² / Batr Zink (1.0 l/ha) ²	36,1	5,3	17,2	33,6	3,3	10,9
N30+Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / N30+Batr Zink (1.0 l/ha) ¹	33,9	3,1	10,1	36,4	6,1	20,1
N30+Батр Цинк (1,0 л/га) ² / N30+Batr Zink (1.0 l/ha) ²	35,5	4,7	15,3	34,0	3,7	12,2
N30P30K30+Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / N30P30K30+Batr Zink (1.0 l/ha) ¹	36,0	5,2	16,9	35,6	5,3	17,5
N30P30K30+Батр Цинк (1,0 л/га) ² / N30P30K30+Batr Zink (1.0 l/ha) ²	35,9	5,1	16,6	34,5	4,2	13,9
НСР _{0,05} , т/га / LSD _{0,05} , t/ha		2,9			2,7	
Ошибка опыта, % / Error of experiment, %		2,8			2,8	

Примечание: ¹ – в 5 листьев; ² – в 8 листьев

Note: ¹ – at 5 leaves; ² – at 8 leaves

На внесение до посева аммиачной селитры и нитроаммофоски гибрид Машук 220 МВ был более отзывчивым, так как прибавки урожая зелёной массы были выше.

Применение микроудобрения Батр Цинк в фазе 5 листьев без минеральных удобрений существенно повысило урожайность зелёной массы гибридов кукурузы на 18,5 и 17,2 % соответственно.

На фоне азотного удобрения урожайность зелёной массы гибрида Машук 220 МВ от подкормок микроудобрением даже снизилась по отношению к фону N30. Урожайность зелёной массы гибрида Машук 355 МВ от подкормки микроудобрением повысилась по отношению к фону, особенно значительно при её проведении в фазе 5 листьев. При совместном применении нитроаммофоски и подкормки микроудобрением урожайность зелёной массы изучаемых гибридов была на уровне применения одной нитроаммофоски. В данном случае повышение урожайности зелёной массы обеспечивало минеральное удобрение, некорневая подкормка микроудобрением оказалась не эффективной.

Следует отметить, что по урожайности зерна между изучаемыми гибридами, принадлежащими к разным группам спелости, выявлена разница (табл. 2). Урожайность среднеспелого гибрида Машук 355 МВ без применения удобрений была выше, чем среднераннего гибрида Машук 220 МВ на 2,7 %, на фоне N30 – на 4,3 %, на фоне N30P30K30 – на 10,8 %. Выше были прибавки урожая зерна этого гибрида от подкормок микроудобрением Батр Цинк при их проведении без минеральных удобрений.

Таблица 2. Влияние некорневой подкормки удобрением Батр Цинк на урожайность зерна кукурузы в среднем за 2021–2022 гг.

Table 2. Effect of foliar application with Batr Zinc fertilizer on grain yield of corn on average for 2021–2022

Вариант опыта / Variant of experiment	Гибрид Машук 220 МВ / Mashuk 220 MV hybrid			Гибрид Машук 355 МВ / Mashuk 355 MV hybrid		
	урожай- ность, т/га / yield, t/ha	прибавка / increase		урожай- ность, т/га / yield, t/ha	прибавка / increase	
		т/га / t/ha	%		т/га / t/ha	%
Без удобрений / Without fertilizer	5,59	-	-	5,74	-	-
N30	6,25	0,66	11,8	6,52	0,78	13,6
N30P30K30	5,91	0,32	5,72	6,55	0,81	14,1
Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / Batr Zinc (1.0 l/ha) ¹	6,25	0,66	11,8	6,64	0,90	15,7
Батр Цинк (1,0 л/га) ² / Batr Zinc (1.0 l/ha) ²	6,18	0,59	10,6	6,37	0,63	11,0
N30+Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / N30+Batr Zinc (1.0 l/ha) ¹	6,29	0,70	12,5	6,90	1,16	20,2
N30+Батр Цинк (1,0 л/га) ² / N30+Batr Zinc (1.0 l/ha) ²	6,11	0,52	9,30	6,53	0,79	13,8
N30P30K30+Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / N30P30K30+Batr Zinc (1.0 l/ha) ¹	6,14	0,55	9,8	6,56	0,82	14,3
N30P30K30+Батр Цинк (1,0 л/га) ² / N30P30K30+Batr Zinc (1.0 l/ha) ²	6,10	0,51	9,1	6,55	0,81	14,1
HCP _{0,05} , т/га / LSD _{0,05} , t/ha		0,27			0,33	
Ошибка опыта, % / Error of experiment, %		1,55			1,81	

Примечание: ¹ – в 5 листьев; ² – в 8 листьев

Note: ¹ – at 5 leaves; ² – at 8 leaves

На фоне N30 повышение урожайности зерна изучаемых гибридов кукурузы на 0,6 % и 5,8 % по отношению к фону обеспечила некорневая подкормка микроудобрением Батр Цинк в

5 листьев. На фоне N30P30K30 от подкормок урожайность зерна гибрида Машук 220 МВ повышалась по отношению к фону на 3,9 % и 3,2 %, а гибрида Машук 355 МВ оставалась на одном уровне.

Зерно гибридов кукурузы различалось по химическому составу (табл. 3). В зерне гибрида Машук 220 МВ содержалось больше жира, сахара и крахмала. Гибрид Машук 355 МВ отличался более высоким содержанием протеина, которого в неудобренном контроле было больше на 1,17 %, чем в зерне гибрида Машук 220 МВ.

Таблица 3. Влияние некорневой подкормки удобрением Батр Цинк на показатели качества зерна кукурузы, %

Table 3. Effect of foliar application with Batr Zinc fertilizer on corn grain quality indicators on average for 2021-2022

Вариант опыта / Variant of experiment	Гибрид Машук 220 МВ / Mashuk 220 MV hybrid				Гибрид Машук 355 МВ / Mashuk 355 MV hybrid			
	протеин / protein	жир / fat	сахар / sugar	крахмал / starch	протеин / protein	жир / fat	сахар / sugar	крахмал / starch
Без удобрений / Without fertilizer	8,58	4,24	1,57	68,59	9,75	3,71	1,40	66,57
N30	9,08	4,25	1,44	67,74	10,02	3,74	1,33	66,47
N30P30K30	10,13	4,82	1,61	67,13	10,23	3,71	1,44	67,08
Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / Batr Zinc (1.0 l/ha) ¹	9,67	4,38	1,48	68,15	10,20	3,65	1,20	65,45
Батр Цинк (1,0 л/га) ² / Batr Zinc (1.0 l/ha) ²	9,49	4,61	1,68	67,93	10,24	3,60	1,26	65,39
N30+Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / N30+ Batr Zinc (1.0 l/ha) ¹	9,31	4,27	1,66	67,85	9,91	3,72	1,50	66,87
N30+Батр Цинк (1,0 л/га) ² / N30+ Batr Zinc (1.0 l/ha) ²	9,05	4,37	1,53	68,89	10,06	3,47	1,47	65,40
N30P30K30+Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / N30P30K30+ Batr Zinc (1.0 l/ha) ¹	9,72	4,36	1,64	67,38	9,82	3,60	1,36	66,38
N30P30K30+Батр Цинк (1,0 л/га) ² / N30P30K30+ Batr Zinc (1.0 l/ha) ²	9,34	4,29	1,63	68,63	9,92	3,58	1,39	67,07

Примечание: ¹ – в 5 листьев; ² – в 8 листьев

Note: ¹ – at 5 leaves; ² – at 8 leaves

Аммиачная селитра повышала содержание протеина в зерне гибридов кукурузы на 0,5 и 0,27 %, нитроаммофоска – на 1,55 и 0,48 %.

Некорневые подкормки растений в 5 и 8 листьев микроудобрением Батр Цинк тоже повышали содержание протеина, прибавки на гибриде Машук 220 МВ были равны 1,09 и 0,91 %, на гибриде Машук 355 МВ – 0,48 и 0,45 %. Влияние сроков проведения подкормок на содержание протеина в зерне более чётко проявлялось на гибриде Машук 220 МВ, опрыскивание растений микроудобрением в фазе 5 листьев было эффективнее.

Содержание жира в зерне наиболее значительно (на 0,58 %) увеличивалось в зерне гибрида Машук 220 МВ под влиянием нитроаммофоски. Увеличение содержания жира в зерне этого гибрида произошло от некорневой подкормки микроудобрением в 5 листьев на 0,14 % и в 8 листьев – на 0,37 %. Подкормки, проводимые на фоне минеральных удобрений, по отношению к ним не способствовали увеличению содержания жира в зерне. На гибриде Машук 355 МВ не отмечено изменений в содержании жира в зерне при применении удобрений.

Содержание сахара в большей степени увеличивалось в зерне гибрида Машук 220 МВ, нитроаммофоска увеличила этот показатель качества на 0,04 %, подкормка микроудобрением в

8 листьев – на 0,11 %, Подкормка на фоне азотного удобрения по отношению к фону повышала содержание сахара на 0,09-0,22 %, при внесении полного минерального удобрения – на 0,02-0,03 %.

Химический состав зерна непосредственно повлиял на его кормовую и энергетическую ценность (табл. 4). Более высокое содержание протеина в зерне гибрида Машук 355 МВ обеспечило большее содержание переваримого протеина в 1 кг зерна и большее количество переваримого протеина в 1 кормовой единице.

Таблица 4. Влияние удобрений на кормовую и энергетическую ценность зерна кукурузы
Table 4. The effect of fertilizers on the feed and energy value of corn

Вариант опыта / Variant of experiment	Содержание в 1 кг зерна / Content in 1 kg of grain				ПП на 1 КЕ, г / DP per 1 kg of FU, g
	перевари- мый протеин (ПП), г / digestible pro- tein (DP), g	валовая энергия (ВЭ), МДж / gross en- ergy (GE), MJ	обменная энергия (ОЭ), МДж / metaboliz- able energy (ME), MJ	кормо- вые еди- ницы (КЕ) / feed units (FU)	
Машук 220 МВ / Mashuk 220 MV					
Без удобрений / Without fertilizer	48,50	17,32	13,06	1,38	35,14
N30	53,00	17,34	13,04	1,38	38,41
N30P30K30	62,20	17,44	13,12	1,39	44,75
Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / Batr Zink (1.0 l/ha) ¹	58,20	17,39	13,02	1,37	42,48
Батр Цинк (1,0 л/га) ² / Batr Zink (1.0 l/ha) ²	56,50	17,49	13,12	1,39	40,65
N30+Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / N30+Batr Zink (1.0 l/ha) ¹	54,90	17,38	13,06	1,38	39,78
N30+Батр Цинк (1,0 л/га) ² / N30+Batr Zink (1.0 l/ha) ²	52,70	17,37	13,07	1,38	38,19
N30P30K30+Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / N30P30K30+Batr Zink (1.0 l/ha) ¹	58,60	17,42	13,05	1,38	42,46
N30P30K30+Батр Цинк (1,0 л/га) ² / N30P30K30+Batr Zink (1.0 l/ha) ²	55,30	17,39	13,06	1,38	40,07
Машук 355 МВ / Mashuk 355MV					
Без удобрений / Without fertilizer	58,90	17,24	12,92	1,35	43,63
N30	61,30	17,29	12,94	1,36	45,07
N30P30K30	63,10	17,27	12,92	1,35	46,74
Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / Batr Zink (1.0 l/ha) ¹	62,90	17,26	12,90	1,35	46,59
Батр Цинк (1,0 л/га) ² / Batr Zink (1.0 l/ha) ²	63,20	17,24	12,90	1,35	46,81
N30+Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / N30+Batr Zink (1.0 l/ha) ¹	60,20	17,30	12,95	1,36	44,26
N30+Батр Цинк (1,0 л/га) ² / N30+Batr Zink (1.0 l/ha) ²	61,60	17,25	12,91	1,35	45,63
N30P30K30+Батр Цинк (1,0 л/га) ¹ / N30P30K30+Batr Zink (1.0 l/ha) ¹	59,60	17,17	12,86	1,34	44,48
N30P30K30+Батр Цинк (1,0 л/га) ² / N30P30K30+Batr Zink (1.0 l/ha) ²	60,40	17,21	12,89	1,35	44,74

Примечание: ¹ – в 5 листьев; ² – в 8 листьев.

Note: ¹ – at 5 leaves; ² – at 8 leaves

Из минеральных удобрений наибольшую прибавку ПП в 1 кг зерна (гибрид Машук 220 МВ – 13,7 г и гибрид Машук 355 МВ – 4,2 г) дала нитроаммофоска. Аммиачная селитра также прибавила ПП на

4,5 г и 2,4 г соответственно. Некорневые подкормки микроудобрением Батр Цинк тоже увеличили содержание ПП в 1 кг зерна и обеспеченность кормовой единицы ПП. В зерне гибрида Машук 220 МВ содержание ПП от подкормок увеличивалось на 8,0-9,7 г, а обеспеченность кормовой единицы – на 5,51-7,34 г. Эти же показатели качества зерна гибрида Машук 355 МВ увеличивались соответственно на 4,0-4,2 г и 2,96-3,18 г.

По таким показателям, как валовая и обменная энергия преимущество имел гибрид Машук 220 МВ. На этом гибриде применение нитроаммофоски увеличило валовую энергию на 0,12 МДж, а подкормки – на 0,07-0,17 МДж. Энергетическая ценность зерна гибрида Машук 355 МВ под влиянием удобрений и подкормок повышалась менее значительно.

Обсуждение полученных результатов.

Мировая тенденция производства растениеводческой продукции направлена на научно обоснованное применение экономически эффективных и экологически безопасных агрохимикатов. Широкое применение некорневых подкормок кукурузы различными агрохимикатами в последние годы связано, прежде всего, с их высокой по сравнению с минеральными удобрениями экономической эффективностью и окупаемостью затрат (Шмалько И.А. и Багринцева В.Н., 2022). Современные, наиболее эффективные агрохимикаты для некорневых подкормок растений представляют собой сложные многокомпонентные и многофункциональные продукты с инновационными решениями. В отличие от минеральных удобрений, из которых элементы питания поступают в растения через корневую систему, при питании через лист полезные вещества быстрее вступают в биохимические реакции, ускоряют фотосинтез, углеводный и белковый обмены. В связи с этим некорневое питание для растений имеет большое значение (Егоров В.С. и Держинская А.А., 2015). В то же время в научной литературе имеются сведения о том, что на черноземных почвах некорневые подкормки зерновых культур агрохимикатами эффективны только на неудобренном фоне (Новичихин А.М. и др., 2013). В связи с этим с экономической точки зрения практический интерес представляет изучение совместного применения минеральных удобрений и некорневых подкормок агрохимикатами.

Полученные нами результаты исследования показывают, что на чернозёме обыкновенном Ставропольского края даже при низком содержании подвижного фосфора в почве некорневая подкормка микроудобрением Батр Цинк эффективна и без применения минеральных удобрений. По прибавкам урожая зелёной массы и зерна кукурузы подкормка растений в фазе 5 или 8 листьев равнозначна применению аммиачной селитры в дозе N30 и нитроаммофоски в дозе N30P30K30. Сочетание подкормки микроудобрением Батр Цинк с минеральными удобрениями не обеспечивало получение более высоких урожаев зелёной массы и зерна.

Что касается оптимальных сроков подкормки, то не установлено чёткой зависимости прибавок урожая зелёной массы от времени их проведения. На урожайность зерна кукурузы больше влияла подкормка в фазе 5 листьев.

Минеральные удобрения и микроудобрение Батр Цинк повышали кормовую ценность кукурузного зерна. На содержание протеина в зерне и его обеспеченность переваримым протеином наибольшее положительное влияние оказывала нитроаммофоска. Но и микроудобрение Батр Цинк, применяемое в подкормку, оказывало заметное влияние на содержание в зерне переваримого протеина, валовой и обменной энергии. Батр Цинк оказывал положительное влияние на содержание протеина в зерне гибрида кукурузы Машук 220 МВ как при отдельном применении, так и на фонах аммиачной селитры и нитроаммофоски. На гибриде Машук 355 МВ применение минеральных удобрений до проведения некорневой подкормки микроудобрением Батр Цинк не способствовало повышению кормовой ценности зерна.

Заключение.

1. Некорневая подкормка растений в фазе 5 листьев микроудобрением Батр Цинк без минеральных удобрений существенно повышала урожайность зелёной массы гибрида кукурузы Машук 220 МВ на 5,7 т/га (18,5 %), в 8 листьев – на 5,3 т/га (17,2 %), гибрида Машук 355 МВ – на 5,2 т/га (17,2 %) и 3,3 т/га (10,9 %). Подкормка растений в фазе 5 листьев увеличивала прибавку урожая зелёной массы гибрида Машук 355 МВ на фоне N30 на 3,6 т/га и на фоне N30P30K30 – на 1,1 т/га.

2. Некорневая подкормка растений в фазе 5 листьев микроудобрением Батр Цинк без минеральных удобрений существенно повышала урожайность зерна гибрида кукурузы Машук 220 МВ на 0,66 т/га (11,8 %), в 8 листьев – на 0,59 т/га (10,6 %), гибрида Машук 355 МВ – на 0,90 т/га (15,7 %) и 0,63 т/га (11,0 %). На фоне N30 подкормка в фазе 5 листьев увеличивала по отношению к фону прибавку урожая зерна гибрида Машук 220 МВ на 0,04 т/га, гибрида Машук 355 МВ – на 0,38 т/га.

3. Прибавки урожая зелёной массы и зерна кукурузы не существенно, но выше при подкормке микроудобрением Батр Цинк в фазе 5 листьев.

4. Некорневые подкормки растений в 5 и 8 листьев микроудобрением Батр Цинк повышали содержание протеина в зерне, без минеральных удобрений прибавки на гибриде Машук 220 МВ были равны 1,09 и 0,91 %, на гибриде Машук 355 МВ – 0,48 и 0,45 %. На фоне N30 содержание протеина в зерне гибрида Машук 220 МВ увеличивалось на 0,23 % от подкормки в фазе 5 листьев. С повышением содержания протеина в зерне увеличивалось количество переваримого протеина в 1 кг зерна и в 1 КЕ.

Список источников.

1. Багринцева В.Н., Ивашенко И.Н. Отзывчивость гибридов кукурузы *Zea mays* L. на некорневые подкормки агрохимикатами // Проблемы агрохимии и экологии. 2020. № 3. С. 15-20. [Bagrintseva VN, Ivashenko IN. The effect of foliar nutrition by agrochemicals on corn hybrids *Zea Mays* L. *Agrochemistry and Ecology Problems*. 2020;3:15-20. (In Russ.)]. doi: 10.26178/AE.2020.40.84.008

2. Васильченко С.А., Метлина Г.В., Лактионов Ю.В. Влияние применения биопрепаратов и микроэлементного удобрения Органомикс на урожайность зерна кукурузы на юге Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5(77). С. 81-85. [Vasilchenko SA, Metlina GV, Laktionov YuV. The effect of biological products and microelement fertilizer 'Organomix' on maize productivity in the southern part of the Rostov region. *Grain Economy of Russia*. 2021;5(77):81-85. (In Russ.)]. doi: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-9-14

3. Васин В.Г., Кошелева И.К. Урожайность и кормовые достоинства гибридов кукурузы при внесении минеральных удобрений и стимуляторов роста // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2(42). С. 45-53. [Vasin VG, Kosheleva IK. Yield and feed advantages of corn grain hybrids in case of application of mineral fertilizers and growth stimulators. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2018;2(42):45-53. (In Russ.)]. doi: 10.18286/1816-4501-2018-2-45-53

4. Влияние различных доз минеральных удобрений на формирование урожая кукурузы на силос / Е.В. Пальчиков, И.Н. Мацнев, Ю.С. Манаенкова, В.И. Горшенин // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 3. С. 147-151. [Palchikov EV, Matsnev IN, Manaenkova YuS, Gorshenin VI. The effect of different doses of mineral fertilizers on the formation of the corn crop on silage. *Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex-Healthy Food Products*. 2021;3:147-151. (In Russ.)]. doi: 10.24412/2311-6447-2021-3-147-151

5. Действие регуляторов роста и минеральных удобрений на продуктивность кукурузы на черноземе Ростовской области / Д.Н. Нестеров, Е.М. Нестерова, А.А. Громаков, В.В. Турчин // Вестник КрасГАУ. 2020. № 5(158). С. 80-85. [Nesterov DN, Nesterova EM, Gromakov AA, Turchin VV.

The effect of growth regulators and mineral fertilizers on corn productivity in the chernozem of Rostov region. Bulletin of KSAU. 2020;5(158):80-85. (*In Russ.*). doi: 10.36718/1819-4036-2020-5-80-85

6. Драчев Н.А., Миронова К.А., Кравченко В.А. Влияние минеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность кукурузы на силос в условиях Липецкой области // Агропромышленные технологии Центральной России. 2019. № 1(11) . С. 67-71. [Drachev NA, Mironova KA, Kravchenko VA. Influence of mineral fertilizers on fertility of the soil and productivity of corn on the silo in the conditions of the Lipetsk region. Agropromyshlennye tehnologii Centralnoi Rossii. 2019;1(11):67-71. (*In Russ.*). doi: 10.24888/2541-7835-2018-11-67-71

7. Егоров В.С., Держинская А.А. Фолиарное применение удобрений и механизм их поступления в растения // Проблемы агрохимии и экологии. 2015. № 2. С. 51-57. [Egorov VS, Dzerzhinskaya AA. Foliar application of fertilizers and factors affecting their penetration into the leaf. Agrochemistry and Ecology Problems. 2015;2:51-57. (*In Russ.*)].

8. Есипенко С.В., Давиденко А.С., Казанцева Н.А. Влияние листовых подкормок на урожайность и качество зерна кукурузы, выращиваемой на черноземе обыкновенном // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 184. С. 39-43. [Esipenko SV, Davidenko AS, Kazantseva NA. Influence of foliar dressings on the yield and quality of corn grain grown-my on ordinary chernozm. Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2022;184:39-43. (*In Russ.*)]. doi: 10.21515/1990-4665-184-004

9. Иванова О.М., Макаров М.Р. Эффективность возделывания кукурузы на зерно в зависимости от различных видов минеральных удобрений // Сахарная свекла. 2022. № 7. С. 28-30. [Ivanova OM, Makarov MR. Efficiency of corn for grain cultivation depending of different types of mineral fertilizers. Sakharnaya svekla. 2022;7:28-30. (*In Russ.*)]. doi: 10.25802/6266.2022.18.51.007

10. Интенсификация системы удобрения кукурузы в условиях орошения в Чеченской Республике / Н.Л. Адаев, М.Х. Хамзатова, А.Г. Амаева, А.А. Мууев, А.Н. Адаев // Кукуруза и сорго. 2019. № 2. С. 14-21. [Adaev NL, Khamzatova MH, Amaeva AG, Muuev AA, Adaev AN. Intensification of corn fertilizer system in the conditions of irrigation in the Chechen republic. Kukuruzi i sorgo. 2019;2:14-21. (*In Russ.*)]. doi: 10.25715/KS.2019.2.31829

11. Моисеев А.А., Ивойлов А.В. Влияние удобрений на содержание основных элементов питания в зерне кукурузы на чернозёме выщелоченном в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 4(29). С. 16-25. [Moiseev AA, Ivoilov AV. Influence of fertilizers on the content of main elements of nutrition in corn on leached black soil under conditions of forest-steppe of the middle Volga region. Agrarian journal of Upper Volga region. 2019;4(29):16-25. (*In Russ.*)]. doi: 10.35523/2307-5872-2019-29-4-16-25

12. Новичихин А.М., Мухина С.В., Сыромятов В.Ю. Взаимодействие агрохимических средств и урожайность озимых тритикале и ржи // Развитие и внедрение современных технологий и систем ведения сельского хозяйства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды: материалы междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 100-летию Пермского НИИСХ, (г. Пермь, 3-5 июля 2013 г.). Пермь: ОТ и ДО, 2013. Т. 1. Ч. 2. С. 110-117. [Novichikhin AM, Mukhina SV, Syromyatov VYu. Vzaimodeistvie agrokhimicheskikh sredstv i urozhainost ozimyykh tritikale i rzhi. (Conference proceedings) Razvitie i vnedrenie sovremennykh tekhnologii i sistem vedeniya selskogo khozyaistva, obespechivayushhikh ekologicheskuyu bezopasnost okruzhayushhei sredy: materialy mezhdunar. nauch.-praktich. konf., posvyashhennoi 100-letiyu Permskogo NIISH, (g. Perm', 3-5 ijulja 2013 g.). Perm': OT i DO; 2013;1(2):110-117. (*In Russ.*)].

13. Тамазаев И.Т., Мусаев М.Р., Гасанов Г.Н. Влияние способа содержания почвы в пожнивной период на продуктивность кукурузы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 4. С. 44-47. [Tamazaev IT, Musaev MR, Gasanov GN. Influence of soil management method during stubble period on corn productivity. Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2018;4:44-47. (*In Russ.*)]. doi: 10.30850/vrsn/2018/4/44-47

14. Хашдахилова Ш.М., Мусаев М.Р., Курамагомедов А.У. Влияние препаратов роста на урожайность и качество зерна гибридов кукурузы на каштановых почвах Предгорного Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2021. № 3(47). С. 93-98. [Khashdakhilova ShM, Musaev MR, Kuramagomedov AU. Influence of growth preparations on yield and grain quality of corn hybrids on chestnut soils of Piedmont Dagestan. Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex. 2021;3(47):93-98. (*In Russ.*)]. doi: 10.52671/20790996_2021_3_93
15. Шмалько И.А., Багринцева В.Н. Урожай и окупаемость удобрений при корневом и некорневом питании растений кукурузы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 3. С. 17-23. [Shmalko IA, Bagrintseva VN. Yield and return on fertilizer with root and foliar feeding of corn plants. Siberian Herald of Agricultural Science. 2022;52(3):17-23. (*In Russ.*)]. doi: 10.26898/0370-8799-2022-3-2

References

1. Bagrintseva VN, Ivashenko IN. The effect of foliar nutrition by agrochemicals on corn hybrids *Zea Mays* L. *Agrochemistry and Ecology Problems*. 2020;3:15-20. doi: 10.26178/AE.2020.40.84.008
2. Vasilchenko SA, Metlina GV, Laktionov YuV. The effect of biological products and microelement fertilizer 'Organomix' on maize productivity in the southern part of the Rostov region. *Grain Economy of Russia*. 2021;5(77):81-85. doi: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-9-14
3. Vasin VG, Kosheleva IK. Yield and feed advantages of corn grain hybrids in case of application of mineral fertilizers and growth stimulators. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2018;2(42):45-53. doi: 10.18286/1816-4501-2018-2-45-53
4. Palchikov EV, Matsnev IN, Manaenkova YuS, Gorchenin VI. The effect of different doses of mineral fertilizers on the formation of the corn crop on silage. *Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex-Healthy Food Products*. 2021;3:147-151. doi: 10.24412/2311-6447-2021-3-147-151
5. Nesterov DN, Nesterova EM, Gromakov AA, Turchin VV. The effect of growth regulators and mineral fertilizers on corn productivity in the chernozem of Rostov region. *Bulletin of KSAU*. 2020;5(158):80-85. doi: 10.36718/1819-4036-2020-5-80-85
6. Drachev NA, Mironova KA, Kravchenko VA. Influence of mineral fertilizers on fertility of the soil and productivity of corn on the silo in the conditions of the Lipetsk region. *Agro-industrial Technologies of Central Russia*. 2019;1(11):67-71. doi: 10.24888/2541-7835-2018-11-67-71
7. Egorov VS, Dzerzhinskaya AA. Foliar application of fertilizers and factors affecting their penetration into the leaf. *Agrochemistry and Ecology Problems*. 2015;2:51-57.
8. Esipenko SV, Davidenko AS, Kazantseva NA. Influence of foliar dressings on the yield and quality of corn grain grown-my on ordinary chernozm. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2022;184:39-43. doi: 10.21515/1990-4665-184-004
9. Ivanova OM, Makarov MR. Efficiency of corn for grain cultivation depending of different types of mineral fertilizers. *Sugar Beet*. 2022;7:28-30. doi: 10.25802/6266.2022.18.51.007
10. Aдаев NL, Khamzatova MH, Amaeva AG, Muuev AA, Aдаев AN. Intensification of corn fertilizer system in the conditions of irrigation in the Chechen republic. *Corn and Sorghum*. 2019;2:14-21. doi: 10.25715/KS.2019.2.31829
11. Moiseev AA, Ivoilov AV. Influence of fertilizers on the content of main elements of nutrition in corn on leached black soil under conditions of forest-steppe of the middle Volga region. *Agrarian journal of Upper Volga region*. 2019;4(29):16-25. doi: 10.35523/2307-5872-2019-29-4-16-25
12. Novichikhin AM, Mukhina SV, Syromyatov VYu. Interaction of agrochemical agents and productivity of winter triticale and rye. (Conference proceedings) *Development and implementation of modern technologies and farming systems that ensure the environmental safety: materials of International*

scientific and practical conference dedicated 100th anniversary of the Perm Research Institute of Agriculture, (Perm, 3-5 July 2013) Perm: OT I DO;2013;1(2):110-117.

13. Tamazaev IT, Musaev MR, Gasanov GN. Influence of soil management method during stubble period on corn productivity. Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2018;4:44-47. doi: 10.30850/vrsn/2018/4/44-47

14. Khashdakhilova ShM, Musaev MR, Kuramagomedov AU. Influence of growth preparations on yield and grain quality of corn hybrids on chestnut soils of Piedmont Dagestan. Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex. 2021;3(47):93-98. doi: 10.52671/20790996_2021_3_93

15. Shmalko IA, Bagrintseva VN. Yield and return on fertilizer with root and foliar feeding of corn plants. Siberian Herald of Agricultural Science. 2022;52(3):17-23. doi: 10.26898/0370-8799-2022-3-2

Информация об авторах:

Валентина Николаевна Багринцева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела технологии возделывания кукурузы, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, 357528, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14о, помещение 1, тел.: 8(8793)97-60-67.

Иван Николаевич Ивашенко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологии возделывания кукурузы, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, 357528, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14о, помещение 1, тел.: 8(8793)97-60-67.

Дмитрий Юрьевич Сотченко, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований отдела селекции кукурузы, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, 357528, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14о, помещение 1, тел.: 8(8793)97-60-67.

Information about the authors:

Valentina N Bagrintseva, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Chief Researcher of Department of Maize Cultivation Technology, All-Russian Research Scientific Institute of Maize, 14 o Ermolova Str., 1 room, Pyatigorsk, 357528, phone: 8(8793)97-60-67.

Ivan N Ivashenko, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of Department of Maize Cultivation Technology, All-Russian Research Scientific Institute of Maize, 14 o Ermolova Str., 1 room, Pyatigorsk, 357528, phone: 8(8793)97-60-67.

Dmitry Y Sotchenko, Postgraduate Student, Junior Researcher of Laboratory of Breeding and Genetic Research of Department of Maize Breeding, All-Russian Research Scientific Institute of Maize, 14 o Ermolova Str., 1 room, Pyatigorsk, 357528, phone: 8(8793)97-60-67.

Статья поступила в редакцию 22.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2023; принята к публикации 11.09.2023.

The article was submitted 22.05.2023; approved after reviewing 15.06.2023; accepted for publication 11.09.2023.