

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ**Р. И. Сафин, А. А. Зиганшин**

Реферат. Исследования проводили с целью изучения влияния жидких органоминеральных удобрений на продуктивность и качество зеленой массы кукурузы для совершенствования системы удобрений культуры. Работу выполняли в 2022–2024 годы в Предкамской зоне Республики Татарстан на серой лесной почве. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: без удобрений (контроль); удобрение BATR 40N 4 л/га в фазе шести настоящих листьев культуры; баковая смесь BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га в фазе шести настоящих листьев культуры. Объект исследования – гибрид кукурузы ДКС 3006. Агрометеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения опыта существенно различались: в 2022 году ГТК был равен 0,9, в 2023 году – 0,4, в 2024 году – 0,6 ед. Некорневая подкормка способствовала увеличению урожайности зеленой массы в среднем за годы исследований на 2,6...4,5 т/га, початков – на 1,6...3,2 т/га, сбора сухого вещества – на 1,15...1,86 т/га, крахмала – на 0,6...1,1 т/га. Одновременно содержание сырого протеина возрастало на 0,6...1,0%, его выход – на 0,15...0,25 т/га, выход обменной энергии с 1 га – на 11,52...18,71 ГДж/га. Наибольший в опыте эффект отмечен при применении баковой смеси удобрений BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га. В среднем за годы исследований в этом варианте прибавка урожая зеленой массы составила 4,5 т/га, сбора сухого вещества – 13,37, крахмала – 4,45, сырого протеина – 1,08 т/га. Максимальная в опыте прибавка сбора обменной энергии составила 18,71 ГДж/га.

Ключевые слова: азот, цинк, органоминеральные удобрения, зеленая масса, кукуруза (*Zea Mays*).

Введение. Уникальные свойства кукурузы – высокий уровень питательной ценности для животных и человека, возможность производства биотоплива, газа, различных концентрированных кормов, а также многие другие, делают эту культуру одной из самых популярных в мировом сельском хозяйстве [1, 2, 3].

Кукурузу выращивают практически во всех сельскохозяйственных регионах России. Однако ее распространению мешает недостаток тепла в более северных широтах. В условиях пониженных температур растения постоянно находятся в стрессовых условиях и неспособны реализовать свой потенциал [3, 4].

Для получения максимальных урожаев кукурузы необходимо строго соблюдать весь комплекс агротехнических мероприятий, в том числе внесение минеральных удобрений [5].

В последние годы, набирает популярность применение минеральных и органоминеральных удобрений некорневым способом [6, 7, 8].

Эффективность применения удобрений некорневым способом подтверждается многочисленными исследованиями в различных природно-климатических зонах России и зарубежных стран [9, 10, 11].

Этот приём эффективен для выращивания кукурузы как на зерно, так и на силос.

При выращивании кукурузы на силос некорневые подкормки, проведенные в период формирования початков, позволяют существенно увеличить их массу, и, соответственно, выход крахмала с единицы площади, поскольку кормовая ценность кукурузы заключена прежде всего в питательности зерна [12, 13].

Удобрения служат основным фактором, способствующим увеличению питательности зеленой массы кукурузы [14].

Вследствие этого технология выращивания кукурузы на силос должна быть ориентирована на максимальный выход зерна с гектара, чему способствуют, в том числе, некорневые подкормки.

Основным питательным элементом, применяющимся в посевах кукурузы в виде некорневой подкормки, выступает цинк, так как кукуруза наиболее чувствительна к недостатку этого элемента питания и хорошо отзывается на его применение [15, 16].

На территории Республики Татарстан находится предприятие по производству жидких органоминеральных удобрений марки BATR, эффективность которых доказана в посевах кукурузы и других сельскохозяйственных культур.

В условиях Поволжья, в частности в Республике Татарстан, проведено недостаточное количество исследований влияния препаратов марки BATR на различные показатели продуктивности кукурузы. В связи с этим, актуальна необходимость проведения таких исследований в течение нескольких лет для определения зависимости продуктивности кукурузы от применения удобрений некорневым способом.

Цель исследования – изучить влияние некорневых подкормок жидкими органоминеральными удобрениями на урожайность зеленой массы, початков кукурузы, содержание и выход с единицы площади сухого вещества, крахмала, сырого протеина и обменной энергии.

Условия, материалы и методы. Работу выполняли в 2022–2024 годы на территории Агробιοтехнопарка Казанского государственного аграрного университета (КГАУ) в Лаишевском районе Республики Татарстан. Основные агрохимические характеристики серой лесной легкосуглинистой почвы опытного

участка: содержание гумуса по Тюрину в пахотном слое (0...22 см) составляло 3,5...4,7%, подвижных форм фосфора и калия по Кирсанову – соответственно 140...155 и 112...120 мг/кг, реакция среды слабокислая – рН солевой вытяжки – 5,3...6,5 ед. Обеспеченность почвы микроэлементами (по Пейв-Ринкису): цинком и молибденом – низкая; марганцем, медью и бором – высокая.

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов: без удобрений (контроль); BATR 40N 4 л/га в фазе шести настоящих листьев культуры; баковая смесь BATR 40 4 л/га + BATR Zn 1 л/га в фазе шести настоящих листьев культуры.

Общая площадь опытных делянок составляла 126 м², учетная – 20 м². Повторность трехкратная, размещение делянок систематическое. Полевой опыт и статистическая обработка данных проведены в соответствии с методикой Доспехова Б. А. (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Колос, 1973. 336 с.).

Биохимические анализы проведены в соответствии с принятыми ГОСТами: содержание сухого вещества – по ГОСТ 31640–2012; содержание крахмала – по ГОСТ Р 57543–2017; содержание сырого протеина – по ГОСТ 32044.1–2012; обменной энергии – по ГОСТ 23638–90. Посев кукурузы проводили пропашной сеялкой с нормой высева 80 тыс. всхожих семян на 1 га. Общим фоном в опыте вносили минеральные удобрения из расчета по 70 кг/га диаммофоски и 50 кг/га аммиачной селитры (по физической массе) под предпосевную

культивацию. Для борьбы с сорняками в опыте также общим фоном применяли гербициды: до всходов культуры – Симба, КЭ 1,5л/га; в фазе четвертого настоящего листа – Дублон, СК 1 л/га + Балерина, СЭ 0,3 л/га. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Объект исследования – гибрид кукурузы ДКС 3006 (ФАО 190), характеризующийся зубовидным типом зерна и повышенной отзывчивостью на факторы интенсификации.

Состав изучаемых удобрений: BATR 40N – N (411 г/л), SO₃ (53,3 г/л), MgO (5 г/л), B (0,5 г/л), Zn (2 г/л), Cu (0,74 г/л), Fe (0,63 г/л), Mn (0,44 г/л), Mo (0,15 г/л), Co (0,1 г/л), комплекс органических кислот (20 г/л); BATR Zn – Zn (60 г/л), SO₃ (86 г/л), комплекс органических кислот (150 г/л).

Погодные условия в годы исследований существенно различались. Вегетационный период 2022 году оказался наиболее благоприятным для роста и развития кукурузы – в период с мая по октябрь выпало более 300 мм осадков, температура в период вегетации была умеренная, без резких колебаний, ГТК составил 0,9. Вегетационные периоды 2023 и 2024 годы оказались существенно менее благоприятными – количество осадков было ниже среднеемноголетних значений, температуры периода вегетации оказались повышенными, иногда экстремально высокими (до 42°C), ГТК составил: в 2023 – 0,4; в 2024 – 0,6 ед.

Результаты и обсуждение. Результаты оценки урожайности зеленой массы и початков гибрида кукурузы ДКС 3006 в фазе молочно-восковой спелости при уборочной влажности показали ее существенное изменение при использовании изучаемых удобрений (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы и початков гибрида кукурузы ДКС 3006 в фазе молочно-восковой спелости в зависимости от применяемых удобрений при уборочной влажности

Вариант	Год			Среднее	Прибавка	
	2022	2023	2024		т/га	%
Урожайность зеленой массы, т/га						
Без обработки (контроль)	44,7	22,3	33,4	33,5	-	-
BATR 40N 4 л/га	46,8	24,6	37	36,1	2,6	7,8
BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га	48,3	26,4	39,4	38,0	4,5	13,4
HCP ₀₅	0,8	0,7	1,2			
Урожайность початков, т/га						
Без обработки (контроль)	21,7	11,1	13,9	15,6	-	
BATR 40N 4 л/га	22,5	12,3	16,8	17,2	1,6	10,3
BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га	23,8	13,7	18,8	18,8	3,2	20,5
HCP ₀₅	0,7	1,1	1,0			

По результатам проведенной оценки урожайности зеленой массы гибрида кукурузы ДКС 3006 можно свидетельствовать о том, что варианты удобрений показывают достоверное увеличение величины этого показателя в сравнении с контролем и между собой. Основная часть прироста урожайности зеленой массы приходится на початок, то есть некорневые подкормки повлияли, прежде всего, на закладку элементов продуктивности

початка.

Наибольшая в опыте урожайность зеленой массы и початков достигнута в варианте с применением баковой смеси BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га в фазе шести настоящих листьев. Средняя по годам урожайность зеленой массы составила 38 т/га (прибавка к контролю 4,5 т/га, или 13,4%), початков – 18,8 т/га (прибавка к контролю 3,2 т/га, или 20,5%).

Обработка BATR 40N 4 л/га в этой же фазе также оказала выраженное положительное влияние на показатели продуктивности, но с меньшей отдачей.

Урожайность по вариантам обработок удобрениями имеет существенные различия – 1,9 т/га по зеленой массе и 1,6 т/га по массе початков. Эта тенденция прослеживается во все годы исследований – как в благоприятном для формирования

надземной массы растений 2022 году, так и в засушливом 2023 году. В 2024 году относительно засушливые условия первой половины вегетации также не позволили полностью реализовать потенциал гибрида, при сохранении прибавки по изучаемым вариантам.

Содержание в растении и выход сухого вещества с 1 га при использовании изучаемых удобрений существенно изменялось (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание в растении и выход сухого вещества (СВ) с 1 га посева гибрида кукурузы ДКС 3006

Вариант	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее по годам
Содержание СВ, %				
Без обработки (контроль)	33,9	35,9	34,0	34,6
BATR 40N 4 л/га	35,0	35,8	34,6	35,1
BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га	35,2	35,8	34,7	35,2
HCP ₀₅	1,2	0,5	0,8	
Выход СВ, т/га				
Без обработки (контроль)	15,18	8,00	11,36	11,51
BATR 40N 4 л/га	16,39	8,79	12,79	12,66
BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га	17,00	9,46	13,65	13,37
HCP ₀₅	0,74	0,29	0,30	

Содержание сухого вещества в растениях кукурузы в 2022 и 2024 годы имело тенденцию к некоторому нарастанию, в сравнении с контролем, а в острозасушливом 2023 году практически не изменялось. В то же время выход сухого вещества с 1 га во все годы исследований возрастал существенно – увеличение составляло до 1,82 т/га в 2022 году, до 1,46 т/га – в 2023 году и до 2,29 т/га – в 2024 году.

Максимальный в опыте прирост выхода сухого вещества с 1 га зафиксирован в 2024 году, когда проявлялись контрастные условия обеспеченности теплом и влагой.

Также в острозасушливом 2023 году отмечен достаточно высокий прирост выхода сухого вещества.

По вариантам опыта максимальный прирост отмечен при использовании баковой смеси BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га (в среднем за годы исследований 1,86 т/га). Применение BATR 40N 4 л/га также обеспечивало достоверный прирост выхода сухого вещества с гектара (1,15 т/га).

Содержание в сухом веществе растений и выход крахмала с 1 га при использовании изучаемых удобрений существенно изменялось (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание в сухом веществе растения и выход крахмала с 1 га посева гибрида кукурузы ДКС 3006

Вариант	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее по годам
Содержание крахмала, %				
Без обработки (контроль)	35,5	24,1	26,4	28,7
BATR 40N 4 л/га	38,3	26,2	27,8	30,8
BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га	39,9	27,8	29,1	32,3
HCP ₀₅	1,2	0,6	0,7	
Выход крахмала, т/га				
Без обработки (контроль)	5,40	1,93	3,00	3,44
BATR 40N 4 л/га	6,27	2,29	3,56	4,04
BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га	6,77	2,63	3,94	4,45
HCP ₀₅	0,30	0,10	0,04	

Содержание крахмала в растении коррелировало с агрометеорологическими условиями года исследований. Максимальное в опыте содержание крахмала отмечено в благоприятном 2022 году, минимальное – в самом неблагоприятном, засушливом 2023 году.

По вариантам опыта прослеживалась

существенное увеличение содержания крахмала в растениях кукурузы. Максимальная в опыте прибавка отмечена в варианте BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га – от 2,7 до 4,4% по годам исследований (в среднем – 3,6%). Вариант BATR 40N 4 л/га обеспечивал менее значимую прибавку содержания крахмала – 1,4...2,8%.

Выход крахмала с 1 га существенно зависел от года исследования, что объясняется ростом и урожайности, и содержания крахмала в благоприятных условиях. Соответственно, выход крахмала в 2022 году превышал таковой в 2023 году в 2,6...2,8 раза по вариантам опыта.

Максимальная прибавка выхода крахмала в опыте отмечена при использовании баковой смеси BATR 40N 4 л/га + BATR Zn

1 л/га – от 0,7 до 1,37 т/га по годам исследований (в среднем 1,01 т/га). Применение BATR 40N 4 л/га обеспечивало менее значимую прибавку выхода крахмала – 0,37...0,87 т/га.

Содержание сырого протеина в сухом веществе растений кукурузы и выход сырого протеина с 1 га при использовании изучаемых удобрений существенно изменялись (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание сырого протеина в сухом веществе растений и выход сырого протеина с 1 га посева гибрида кукурузы ДКС 3006

Вариант	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее по годам
Содержание сырого протеина, %				
Без обработки (контроль)	7,4	6,5	7,0	7,0
BATR 40N 4 л/га	8,1	7,1	7,6	7,6
BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га	8,3	7,5	8,2	8,0
HCP ₀₅	0,2	0,3	0,4	
Выход сырого протеина, т/га				
Без обработки (контроль)	1,17	0,52	0,8	0,83
BATR 40N 4 л/га	1,33	0,62	0,98	0,98
BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га	1,40	0,71	1,12	1,08
HCP ₀₅	0,09	0,02	0,06	

Максимальное в опыте содержание сырого протеина в растениях кукурузы (от 7,4 до 8,3% в зависимости от варианта) отмечено в 2022 году, вероятно этому способствовали благоприятные условия для роста, развития культуры и оптимального метаболизма у растений. Напротив, в острозасушливом 2023 году содержание сырого протеина отмечено на минимальном уровне во всех изучаемых вариантах (6,5...7,5%) – растения находились в условиях дефицита влаги, в общем стрессовом состоянии.

Среди изучаемых вариантов некорневой подкормки лучшие в опыте результаты по содержанию сырого протеина обеспечивало применение баковой смеси BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га (от 7,5 до 8,3%). Вариант с применением BATR 40N 4 л/га также обеспечивал прирост содержания сырого протеина, но в меньшей степени (7,1...8,1%).

Содержание обменной энергии (для КРС) в 1 кг зеленой массы и выход обменной энергии с 1 га при использовании изучаемых удобрений существенно изменялись (табл. 5).

Таблица 5 – Содержание обменной энергии (для КРС) в 1 кг зеленой массы и выход обменной энергии с 1 га посева гибрида кукурузы ДКС 3006 в зависимости от применяемых удобрений

Вариант	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее по годам
Обменная энергия, мДж/кг				
Без обработки (контроль)	3,43	3,62	3,43	3,49
BATR 40N 4 л/га	3,54	3,61	3,49	3,55
BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га	3,55	3,62	3,50	3,56
HCP ₀₅	0,10	0,05	0,08	
Выход обменной энергии, ГДж/га				
Без обработки (контроль)	153,39	80,75	114,77	116,30
BATR 40N 4 л/га	165,54	88,71	129,21	127,82
BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га	171,67	95,50	137,86	135,01
HCP ₀₅	7,43	2,96	3,00	

Самое высокое в опыте содержание обменной энергии в 1 кг зеленой массы было отмечено в засушливом 2023 году (3,61...3,62 мДж/кг). Поскольку этот показатель рассчитывали исходя из содержания сухого вещества, это можно объяснить меньшей влажностью растений к моменту уборки. В 2022 году и в 2024 году были получены близкие значения содержания обменной энергии в 1 кг зеленой массы (3,43...3,55 мДж и 3,49...3,56 мДж соответственно).

В 2022 и 2024 году отмечена тенденция к нарастанию величины обменной энергии при применении BATR 40N 4 л/га и BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га В неблагоприятном 2023 году содержание обменной энергии в 1 кг зеленой массы практически не менялось по вариантам опыта.

Максимальный в опыте выход обменной энергии с 1 га в годы исследований отмечен в 2022 году (153,39...171,67 ГДж/га), минимальный – в 2023 году (80,75...95,5 ГДж).

Среди изучаемых вариантов лучшие результаты по величине этого показателя отмечены при применении баковой смеси BATR 40N 4 л/га + BATR Zn 1 л/га (95,5...171,67 ГДж/га). Увеличение по сравнению с контрольным вариантом составило 18,71 ГДж/га. Использование BATR 40N 4 л/га также достоверно увеличивало выход обменной энергии с 1 га – на 11,52 ГДж/га, по отношению к контролю, в среднем за годы исследований.

Выводы. Применении BATR 40N 4 л/га и его баковой смеси с BATR Zn 1 л/га обеспечивало увеличение урожайности зеленой массы, по отношению к контролю, на 2,6...4,5 т/га, початков – на 1,6...3,2 т/га,

сухого вещества – на 1,15...1,86 т/га, содержания в растениях сырого протеина и крахмала – соответственно на 0,6...1,0% и 2,1...3,6%, выхода сырого протеина и крахмала с урожаем – на 0,15...0,25 т/га и 0,60...1,01 т/га, обменной энергии – на 11,52...18,71 ГДж/га.

Применение жидких органоминеральных удобрений марки BATR в фазе шести настоящих листьев кукурузы оказывает положительное влияние на количественные и качественные показатели зеленой массы, способствует росту кормовой ценности растений кукурузы и может быть рекомендовано в современных технологиях выращивания культуры.

Литература

- 1.Ивашенко И. Н., Багринцева В. Н. Оценка эффективности некорневых подкормок азотсодержащими удобрениями на кукурузе // Известия ТСХА. 2021. № 3. С. 40–54.
- 2.Кладовщиков Е. А. Выращивание кукурузы и ее рентабельность // Научный журнал молодых ученых. 2019. № 3 (16). С. 20–23.
- 3.Lyons J. M. Chilling injury in plants // Annual review of plant physiology. 1973. No. 1. P. 445–466.
- 4.Ranking of dark chilling tolerance in soybean genotypes probed by the chlorophyll a fluorescence transient OJIP / A. J. Strauss, G. Kruger, R. J. Strasser, et al. // Environmental and experimental botany. 2006. No. (2) 56. С. 147–157.
- 5.Пузырчатая головня на посевах кукурузы / Т. Х. Резвицкий, Р. А. Тикиджан, А. В. Позднякова и др. // The Scientific Heritage. 2021. № 58-1. С. 19–21. doi: 10.24412/9215-0365-2021-58-1-19-21.
- 6.Шмалько И. А., Багринцева В. Н. Повышение урожайности кукурузы посредством некорневой подкормки растений // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3(55). С. 66–68. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-3-63-68>
- 7.Багринцева В. Н., Шмалько И.А. Эффективность применения удобрения вуксал макромикс для некорневой подкормки кукурузы // Агрохимия. 2021. № 7. С. 47–56. doi: 10.31857/S0002188121070036.
- 8.Влияние удобрений на урожайность кукурузы в Ставропольском крае / В. Н. Багринцева, И. Н. Ивашенко, В. В. Дриггер и др. // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т.37. № 7. С. 29–33. doi: 10.53859/02352451-2023-37-7-29.
- 9.Багринцева В. Н., Ивашенко И. Н. Эффективность некорневых подкормок кукурузы удобрениями марки Батр // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 1 (99). С. 28–36. doi: 10.35330/1991–6639-2021-1-99-28-36.
- 10.Efficacy of Boron as Foliar Feeding on Yield and Quality Attributes of Maize (Zea mays L.) / M. Aq. Sarwar, M. Tahir, W. Shehzad, et al. // Biological Sciences-PJSIR. 2018. Vol. 61. No. 1. P. 9–14.
- 11.Biological responses of wheat and corn to foliar feeding of macronutrient fertilizers during their middle and latter growing periods / X. Guo-hua, Sh. Qi-rong, Z. Wen-juan, et al. // Acta pedologica sinica. 1999. Vol. 36. No. 4. P. 462–468.
- 12.Влияние некорневых подкормок на формирование генеративных органов у кукурузы / М. Ю. Михайлова, Р. В. Миникаев, М. Ф. Амиров и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19. № 1 (73). С. 12–17. doi: 10.12737/2073-0462-2024-12-17.
- 13.Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С., Шевченко Н. А. Продуктивность, кормовая ценность и биоэнергетическая эффективность возделывания гибридов кукурузы на зеленый корм и силос // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 4 (20). С. 63–69. doi: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-63-69.
- 14.Девтерова Н. И. Урожайность кукурузы на зеленый корм при использовании удобрений, возобновляемых биоресурсов и уменьшении интенсивности обработок почвы // Вестник Адыгейского государственного университета. 2018. № 3 (226). С. 118–121.
- 15.Palai J. B. Growth, yield and nutrient of maize as affected by zinc application – A Review // Indian journal of pure & Applied biosciences. 2020. Vol. 8. No. 2. P. 332–339.
- 16.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. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-213.

Сведения об авторах:

Сафин Радик Ильясович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: radiksaf2@mail.ru
 Зиганшин Андрей Алексеевич – аспирант, e-mail: ziganshinandrei@mail.ru
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

EFFECT OF LIQUID ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF CORN GREEN MASS

R. I. Safin, A. A. Ziganshin

Abstract. The study was conducted to assess the effect of liquid organic and mineral fertilizers on productivity and quality of corn green mass to improve the crop's fertilization system. The work was conducted from 2022 to 2024 in Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan on gray forest soil. The experimental design included the following treatments:

no fertilizer (control); BATR 40N fertilizer at 4 l/ha during the six-leaf stage; a tank mixture of BATR 40N at 4 l/ha + BATR Zn at 1 l/ha during the six-leaf stage. The object of the study is DKS 3006 corn hybrid. The agrometeorological conditions of the growing seasons in the experiment years varied significantly: in 2022 the HTC was 0.9, in 2023 - 0.4, in 2024 - 0.6 units. Foliar feeding contributed to an increase in the yield of green mass on average over the years of research by 2.6...4.5 t/ha, cobs - by 1.6...3.2 t/ha, dry matter collection - by 1.15...1.86 t/ha, starch - by 0.6...1.1 t/ha. At the same time, the content of crude protein increased by 0.6...1.0%, its yield - by 0.15...0.25 t/ha, the yield of exchangeable energy from 1 ha - by 11.52...18.71 GJ/ha. The greatest effect in the experiment was observed with a tank mix of BATR 40N fertilizer at 4 l/ha + BATR Zn at 1 l/ha. On average, over the years of research, this treatment yielded 4.5 t/ha of green mass, 13.37 t/ha of dry matter, 4.45 t/ha of starch, and 1.08 t/ha of crude protein. The maximum increase in metabolizable energy yield in the experiment was 18.71 GJ/ha.

Key words: nitrogen, zinc, organic and mineral fertilizers, green mass, corn (*Zea mays*).

References

1. Ivashenko IN, Bagrintseva VN. [Evaluation of effectiveness of foliar feeding with nitrogen-containing fertilizers on corn]. *Izvestiya TSKhA*. 2021; 3. 40-54 p.
2. Kladovshchikov EA. [Growing corn and its profitability]. *Nauchnyy zhurnal molodykh uchenykh*. 2019; 3 (16). 20-23 p.
3. Lyons JM. Chilling injury in plants. *Annual review of plant physiology*. 1973; No.1. 445-466 p.
4. Strauss AJ, Kruger G, Strasser RJ. Ranking of dark chilling tolerance in soybean genotypes probed by the chlorophyll a fluorescence transient OJIP. *Environmental and experimental botany*. 2006; No.(2) 56. 147-157 p.
5. Rezvitskiy TKh, Tikidzhan RA, Pozdnyakova AV. [Corn smut on crops]. *The Scientific Heritage*. 2021; 58-1. 19-21 p. doi: 10.24412/9215-0365-2021-58-1-19-21.
6. Shmalko IA, Bagrintseva VN. [Increasing corn yields through foliar feeding of plants]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*. 2021; 3(55). 66-68 p. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-3-63-68>
7. Bagrintseva VN, Shmalko IA. [Efficiency of Vuksal macromix fertilizer application for foliar feeding of corn]. *Agrokimiya*. 2021; 7. 47-56 p. doi: 10.31857/S0002188121070036.
8. Bagrintseva VN, Ivashenko IN, Dridiger VV. [The influence of fertilizers on corn yield in Stavropol Krai]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2023; Vol.37. 7. 29-33 p. doi: 10.53859/02352451-2023-37-7-29.
9. Bagrintseva VN, Ivashenko IN. [Efficiency of foliar feeding of corn with Batr brand fertilizers]. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2021; 1 (99). 28-36 p. doi: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36.
10. Sarwar MAq, Tahir M, Shehzad W. Efficacy of Boron as foliar feeding on yield and quality attributes of maize (*Zea mays* L.). *Biological Sciences-PJSIR*. 2018; Vol.61. No.1. 9-14 p.
11. Guo-hua X, Qi-rong Sh, Wen-juan Z. Biological responses of wheat and corn to foliar feeding of macronutrient fertilizers during their middle and latter growing periods. *Acta pedologica sinica*. 1999; Vol.36. No.4. 462-468 p.
12. Mikhaylova MYu, Minikaev RV, Amirov MF. [Effect of foliar feeding on the formation of generative organs in corn]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024; Vol.19. 1 (73). 12-17 p. doi: 10.12737/2073-0462-2024-12-17.
13. Krivosheev GYa, Ignatev AS, Shevchenko NA. [Productivity, feed value and bioenergetic efficiency of growing corn hybrids for green fodder and silage]. *Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki*. 2019; 4 (20). 63-69 p. doi: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-63-69.
14. Devterova NI. [Yield of corn for green fodder with the use of fertilizers, renewable bioresources and reduced intensity of tillage]. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2018; 3 (226). 118-121 p.
15. Palai JB. Growth, yield and nutrient of maize as affected by zinc application. A review. *Indian journal of pure & Applied biosciences*. 2020; Vol.8. No.2. 332-339 p.
16. Bagrintseva VN, Ivashenko IN, Sotchenko DYU. [Effect of foliar application of Batr Zinc microfertilizer on corn yield and grain forage quality]. *Zhivotnovodstvo i kormoproduktstvo*. 2023; Vol.106. 3. 213-224 p. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-213.

Authors:

Safin Radik Ilyasovich – Doctor of Agricultural Sciences, Head of Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: radiksaf2@mail.ru
Ziganshin Andrey Alekseevich – postgraduate student, e-mail: ziganshinandrei@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.