

НЕКОРНЕВОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ ВОДОРАСТВОРИМЫМИ УДОБРЕНИЯМИ МАРКИ AQUALIS

**В.Н. Багринцева, д.с.-х.н., И.Н. Иващенко, к.с.-х.н., В.В. Дридигер, к.с.-х.н.,
Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы,
ул. Ермолова, д. 14а, пом. 1, Пятигорск, Ставропольский край, 357528, Российская Федерация
Т.В. Гребенникова, М.М. Визирская, к.б.н.,
Минерально-химическая компания ЕвроХим,
ул. Дубининская, 53, стр. 6, Москва, 115054, Российская Федерация**

Проведены научные исследования в 2022-2023 г. в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края на черномоземе обыкновенном. На среднеспелом гибриде кукурузы Машук 390 МВ (ФАО 390) селекции ВНИИ кукурузы изучали эффективность некорневых подкормок растений водорастворимыми удобрениями «МХК «ЕвроХим» марки Aqualis. Целью исследований было изучение эффективности и экономической окупаемости разных сочетания удобрений Aqualis, внесенных по листьям в сравнении с прикорневыми подкормками растений аммиачной селитрой. Схема опыта состояла из четырех вариантов: 1 – контроль (без удобрений), 2 – аммиачная селитра, 100 кг/га в физической массе в фазе 6 + в фазе 8 листьев, 3 – Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев; Aqualis 18-18-18 + 3 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в 5 фазе листьев + Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев. Аммиачную селитру вносили под междурядную культивацию. В среднем за 2022-2023 г. после двойной подкормки аммиачной селитрой высота растений кукурузы в фазе цветения увеличивалась на 4 см. Некорневые подкормки удобрениями Aqualis 13-40-13 + МЭ и Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ увеличили высоту растений на 4 см, а при дополнительной подкормке растений ещё и удобрением Aqualis 18-18-18 + 3 MgO + МЭ высота растений увеличилась на 5 см. Подкормка аммиачной селитрой дала прибавку урожая зерна кукурузы в среднем за 2022-2023 г. 0,76 т/га (11,6%). Схема подкормок, состоящая из применения удобрения Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев, существенно повышала урожайность зерна кукурузы, прибавка равна 0,77 т/га (11,7%). При дополнении этой схемы подкормок удобрением Aqualis 18-18-18 + 3 MgO + МЭ в фазе 5 листьев урожайность повысилась на 0,69 т/га (10,5%). Окупаемость затрат на применение удобрений была наибольшей при использовании Aqualis 13-40-13 + МЭ и Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ. Каждый затраченный на удобрения рубль в среднем за 2 года дал 2,76 руб. дохода. Окупаемость 1 руб. затрат на подкормки растений тремя марками удобрений была значительно ниже (1,76 руб.). Применение для двукратной подкормки кукурузы аммиачной селитры было убыточным, на 1 руб. затрат получено 0,74 руб. дохода.

Ключевые слова: кукуруза, удобрения Aqualis, некорневые подкормки, урожайность, затраты, окупаемость.

Для цитирования: Багринцева В.Н., Иващенко И.Н., Дридигер В.В. Некорневое питание растений кукурузы водорастворимыми удобрениями марки Aqualis// Плодородие. 2024. – №4. – С.27-31. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.06.

Увеличение производства зерна кукурузы требует совершенствования технологии возделывания. В комплексе мер, направленных на повышение продуктивности кукурузы, важное место занимает система удобрения, оказывающая значительное влияние на рост, развитие растений и урожайность кукурузы [9, 11]. В большинстве сельскохозяйственных предприятий, согласно рекомендациям ученых, используются традиционные системы питания кукурузы, т. е. минеральные удобрения вносят в почву [8]. Из минеральных удобрений, применяемых под кукурузу на Ставрополье, наиболее эффективны азотные [1]. Система удобрения кукурузы в Ставропольском крае предполагает прикорневые подкормки растений аммиачной селитрой, эффективность которых высокая [1, 8].

В последние годы популярность получают системы питания растений кукурузы, рассчитанные на использование более глубоких знаний и современных средств, за которыми стратегическое будущее растениеводства. Эти технологии питания растений ориентированы на точное управление процессами потребления растениями питательных веществ с помощью использования приемов их доставки через лист [6].

Значение foliarного питания растений велико в связи с тем, что с его помощью можно скорректировать недостаток отдельных элементов питания на разных этапах роста и развития, так как периоды максимального потребления азота, фосфора и калия не совпадают [4].

Листовые подкормки растений водорастворимыми удобрениями повышают доступность элементов питания, что особенно актуально при низкой эффективности корневого питания. Некорневое питание имеет преимущество и более эффективно по сравнению с корневым в условиях почвенной засухи [2].

Подкормки растений во время вегетации разными агрохимикатами существенно повышают урожайность зеленой массы и зерна кукурузы [2, 4]. Особенно эффективны на кукурузе агрохимикаты, содержащие важные для кукурузы макро- и микроэлементы [7, 5, 10, 12].

Применение водорастворимых удобрений за счет компенсации питания листовыми подкормками позволяет в Ставропольском крае снизить дозы внесения минеральных удобрений, повысить рентабельность производства зерна кукурузы [3].

Водорастворимые удобрения марки Aqualis, производимые АО «МХК «ЕвроХим», при некорневом внесении

обеспечивают прямое поступление элементов питания в растения и быстрое их усвоение.

Удобрения Aqualis представлены линейкой комплексов с разным содержанием макроэлементов. Aqualis 13-40-13 + МЭ содержит макро- и микроэлементы: N – 13%, P₂O₅ – 40, K₂O – 13, S – 1,5, Cu – 0,005, Fe – 0,07, Mn – 0,005, Mo – 0,004, Zn – 0,01, B – 0,02%. Это удобрение используют в начале вегетации для стартового формирования растения, стимулирования роста корневой системы, повышения устойчивости к неблагоприятным условиям. Aqualis 18-18-18 + 3MgO + МЭ содержит макроэлементы и микроэлементы: N – 18%, P₂O₅ – 18, K₂O – 18, S – 3, Mg – 3, Cu – 0,005, Fe – 0,07, Mn – 0,005, Mo – 0,004, Zn – 0,01, B – 0,02%. Удобрение рекомендуется использовать в середине вегетации для усиления фотосинтеза и роста вегетативной массы. Aqualis 6-14-35 + 2MgO + МЭ содержит макро- и микроэлементы: N – 6%, P₂O₅ – 14, K₂O – 35, S – 1,5, Mg – 2, Cu – 0,005, Fe – 0,07, Mn – 0,005, Mo – 0,004, Zn – 0,01, B – 0,02%. Удобрение положительно влияет на плодообразование, повышает продуктивность растений. Его применяют на более поздних стадиях развития растений в начале формирования репродуктивных органов.

Исучаемые водорастворимые удобрения для листовых подкормок зарегистрированы и производятся ООО «ЕвроХим – БМУ» в г. Белореченск Краснодарского края.

Цель исследований – изучить эффективность некорневых подкормок растений кукурузы водорастворимыми удобрениями марки Aqualis в сравнении с прикорневой подкормкой кукурузы аммиачной селитрой.

Методика. Научные исследования проводили в 2022-2023 г. на опытном поле ВНИИ кукурузы в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный малогумусный мощный тяжелосуглинистый. Плотность почвы в слое 0-100 см составляет в среднем 1,25 г/см³.

Почвенные образцы для анализа на содержание нитратного азота по Грандваль-Ляжу (*ГОСТ 26488-85*), подвижного фосфора по Мачигину (*ГОСТ 26205-91*) и подвижного калия по Мачигину (*ГОСТ 26205-91*) в слое почвы 0-20 см отбирали в фазе пяти листьев кукурузы до проведения подкормок.

Содержание нитратного азота в слое почвы 0-20 см было в 2022 г. 14,6, в 2023 г. 11,8 мг/кг, подвижного фосфора, соответственно, 10 и 11, обменного калия – 231 и 258 мг/кг.

Предшественником кукурузы в опыте была озимая пшеница. После уборки озимой пшеницы проведено двукратное дискование, в сентябре – вспашка. Весной до посева кукурузы провели две культивации.

Сеяли гибрид кукурузы Машук 390 МВ сеялкой Gasparto MTR-8 с густотой стояния растений 65 тыс. шт/га. После появления всходов в фазе 2-3 листьев формировали оптимальную для гибрида густоту стояния растений 55 тыс. шт/га.

Схема опыта состояла из четырех вариантов: 1 – контроль, без удобрений; 2 – аммиачная селитра, 100 кг/га в физической массе в фазе 6 листьев + в фазе 8 листьев; 3 – Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев; 4 – Aqualis 18-18-18 + 3 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 5 листьев + Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе

8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев.

Обработку опытных участков против двудольных и однодольных (злаковых) сорных растений провели в фазе пяти листьев кукурузы гербицидом Титус Плюс (0,385 кг/га) с адъювантом ДАР (0,2 л/га). В варианте 4 удобрение Aqualis 18-18-18 + 3 MgO + МЭ внесли в баковой смеси с гербицидом Титус Плюс.

Против гусениц хлопковой совки и стеблевого мотылька кукурузу в фазе выметывания метелки обрабатывали инсектицидом Кораген (0,2 л/га).

Аммиачную селитру вносили культиватором-растениепитателем КРН-5,6А. Некорневые подкормки растений удобрениями Aqualis, внесение гербицида и инсектицида осуществляли навесным опрыскивателем CLASS 600/12 при расходе рабочего раствора 250 л/га.

Размер площади делянки 39,2 м² (5,6 м x 7,0 м). Повторность в опыте 4-кратная.

Осадков за период вегетации кукурузы (май-сентябрь) в 2022 г. выпало 234,9 мм, что в 1,5 раза меньше среднего многолетнего значения за 10 лет, отклонение составило 109,8 мм. Несмотря на то, что за период вегетации кукурузы осадков выпало меньше нормы, в период появления всходов и формирования репродуктивных органов в мае – июне их количество было оптимальным. В мае выпало 80,3 мм, в июне – 92,5, в июле 7,4, в августе 1,2 мм. Во время цветения растений кукурузы наблюдался недостаток осадков, их выпало на 66,4 мм меньше средней нормы. В августе также был дефицит осадков, отклонение от среднего количества за 10 лет составило 30,2 мм.

В 2023 г. за период вегетации кукурузы (май-сентябрь) осадков выпало 322,3 мм, что на 11,1 мм меньше средней многолетней суммы. В мае сумма осадков 95,3 мм была близка к средней за 10 лет. В июне выпало 133,5 мм осадков, что на 41 мм больше среднего. В июле и августе наблюдался недостаток осадков, их выпало, соответственно, 38,5 и 5,0 мм. Оба года наблюдений характеризовались недостаточным количеством осадков в июле – августе. В 2023 г. погодные условия во время вегетации кукурузы были более благоприятными для культуры.

Результаты и их обсуждение. Сеяли кукурузу в 2022 г. 29 апреля, в 2023 г. 20 апреля. Всходы кукурузы появились в 2022 г. 16 мая, в 2023 г. – 9 мая, период от посева до всходов был равен, соответственно, 17 и 20 дням. Фаза 3-го листа отмечена в 2022 г. 25 мая, в 2023 г. 18 мая, межфазный период всходы – 3-й лист составил в оба года 9 дней. Фаза 5 листьев наступила в 2022 г. 1 июня, в 2023 г. 31 мая, период всходы – 5 листьев был равен по годам 16 и 22 дням. Фазу 8 листьев в 2022 г. наблюдали 14 июня, в 2023 г. 8 июня, период от всходов до фазы 8 листьев варьировал от 29 до 30 дней. Цветение растений кукурузы отмечено в 2022 г. 19 июля, в 2023 г. 15 июля, на 64-й и 67-й день. Полная спелость зерна наблюдалась в 2022 г. 10 сентября, в 2023 г. 8 сентября, период вегетации составил, соответственно, 116 и 121 день.

Некорневые подкормки растений удобрениями марки Aqualis и прикорневые подкормки аммиачной селитрой не повлияли на сроки наступления фазы цветения и полной спелости зерна.

Удобрения положительно влияли на рост растений и их высоту в фазе цветения (табл. 1).

1. Влияние удобрений на высоту растений кукурузы

Вариант опыта	Высота растений, см			Прирост, см
	2022 г.	2023 г.	средняя	
Контроль (б/у)	231	221	226	-
Naа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + Naа (100 кг/га) в фазе 8 листьев	232	228	230	4
Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев	233	226	230	...
Aqualis 18-18-18 + 3 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 5 листьев + Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев	233	229	231	...
НСР _{0,5} , т/га	3	4	-	-

Как отмечалось ранее, в 2022 г. в июне во время интенсивного роста и в июле до цветения растений кукурузы осадков выпало значительно меньше по сравнению с 2023 г. В связи с этим действие удобрений на рост растений в 2022 г. было несущественным, высота увеличилась на 1-2 см. В 2023 г. от прикорневой подкормки аммиачной селитрой высота растений увеличилась на 7 см, а от некорневых подкормок удобрениями Aqualis – на

5-8 см. В оба года наблюдений установлена одинаковая закономерность: изучаемые удобрения оказывали равнозначное влияние на высоту растений.

Все варианты опыта как с прикорневой, так и с некорневой подкормками удобрениями положительно повлияли на структурные показатели початков кукурузы (табл. 2). Подкормки растений способствовали увеличению числа початков, массы початка и массы зерна в них.

2. Влияние удобрений на структурные показатели початков кукурузы

Вариант опыта	Год	Число початков на 100 растений	Масса, г	
			початка	зерна с 1 початка
Контроль (б/у)	2022	100	137,4	112,6
	2023	102	177,9	143,5
	Среднее	101	157,7	128,1
Naа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + Naа (100 кг/га) в фазе 8 листьев	2022	102	154,8	124,0
	2023	108	192,3	155,9
	Среднее	105	173,6	139,9
Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев	2022	100	159,4	130,7
	2023	106	192,9	155,6
	Среднее	103	176,2	143,2
Aqualis 18-18-18 + 3 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 5 листьев + Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев	2022	100	163,3	133,0
	2023	107	182,4	148,2
	Среднее	104	172,9	140,6
НСР _{0,5}	2022	1	9,7	6,6
	2023	6	16,6	14,5
	Среднее	4	22,6	17,9

В 2022 г. число початков на 100 растений кукурузы существенно возросло только в варианте с двукратной подкормкой аммиачной селитрой, по сравнению с контролем без удобрений их количество было больше на 2 шт. В благоприятном 2023 г. существенное увеличение количества початков относительно контроля (на 6 шт.) отмечено только в варианте с аммиачной селитрой, которую вносили под междурядную культивацию в фазах 6-и и 8-и листьев кукурузы. В остальных вариантах опыта влияние удобрений на число початков было незначительным.

В среднем за два года исследований достоверный рост числа початков на 100 растений наблюдали в варианте с аммиачной селитрой, внесенной под междурядную культивацию в фазах 6-и и 8-и листьев кукурузы – на 4 шт. больше контроля (при НСР₀₅=4 шт.).

Прибавки массы початка и зерна с початка от применяемых удобрений относительно контроля были существенными только в 2022 г. Масса початка кукурузы увеличивалась на 17,4-25,9 г, масса зерна с початка – на 11,4-20,4 г. При этом наибольший прирост отмечен в варианте первой подкормки Aqualis 18-18-18 в фазе 5 листьев кукурузы + второй – Aqualis 13-40-13 в фазе 8 листьев кукурузы + третьей – Aqualis 6-14-35 в фазе 14 листьев кукурузы. В 2023 г. повышение массы початка и зерна с початка было несущественным и составило, соответственно, 4,5-15,0 и 4,7-12,4 г, с максимальным

приростом в вариантах опыта при двух подкормках кукурузы удобрением Aqualis, в фазах 8 и 14 листьев кукурузы и двукратном прикорневом внесении аммиачной селитры в фазах 6 и 8 листьев кукурузы.

В среднем за 2022–2023 г. наибольшее повышение массы початка и зерна с початка зафиксировано в варианте с двукратной подкормкой растений водорастворимым удобрением Aqualis. Внесение Aqualis 13-40-13 в фазе 8-и листьев и Aqualis 6-14-35 в фазе 14-и листьев увеличивало массу початков на 18,5 г, а массу зерна с них – на 15,1 г. Анализ данных выявил равнозначность влияния изучаемых видов удобрений (аммиачной селитры и Aqualis) на параметры початков кукурузы.

С ростом показателей структуры початков соответственно увеличивалась и урожайность зерна – важнейший хозяйственно-ценный признак культуры.

В связи с менее благоприятным режимом увлажнения в 2022 г., урожайность зерна была ниже по сравнению с 2023 г. (табл. 3). Прибавка урожая зерна от прикорневых подкормок растений аммиачной селитрой составила 0,49 т/га (8,4%). Некорневые подкормки растений удобрениями Aqualis 13-40-13 + МЭ и Aqualis 6-14-35 + 2MgO + МЭ повысили урожайность на 0,80 т/га (13,8%). Некорневые подкормки удобрениями Aqualis 18-18-18 + 3 MgO + МЭ в фазе 5 листьев, Aqualis 13-40-13 + МЭ в фазе 8 листьев, Aqualis 6-14-35 + 2MgO + МЭ в 14 листьев дали прибавку урожая зерна 0,61 т/га (10,5%).

3. Влияние удобрений на урожайность зерна кукурузы

Вариант опыта	Урожайность, т/га			Прибавка	
	2022 г.	2023 г.	средняя	т/га	%
Контроль (б/у)	5,81	7,30	6,56	-	-
Naa (100 кг/га) в ф. 6 листьев + Naa (100 кг/га) в ф. 8 листьев	6,30	8,34	7,32	0,76	11,6
Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в ф. 14 листьев	6,61	8,04	7,33	0,77	11,7
Aqualis 18-18-18 + 3 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 5 листьев + Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2MgO + МЭ (3,0 кг/га) в ф. 14 листьев	6,42	8,08	7,25	0,69	10,5
НСР _{0,5} , т/га	0,51	0,72	0,71		

В 2023 г. наибольшую прибавку урожая зерна (1,04 т/га, или 14,2%) обеспечивало применение аммиачной селитры. Некорневые подкормки удобрениями марки Aqualis повышали урожайность кукурузы на 0,74 и 0,78 т/га (10,1 и 10,7%), что также существенно по отношению к контролю. Между вариантами с применением удобрений марки Aqualis значительных различий не было. В среднем за 2 года существенное повышение урожайности на 0,77 т/га (11,7%) обеспечило применение Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев. Значимым (на 0,76 т/га, или 11,6%) было

увеличение урожайности зерна кукурузы в варианте с прикорневой подкормкой аммиачной селитрой.

В современных экономических условиях минеральные удобрения являются дорогостоящим средством повышения урожайности кукурузы. Затраты на применение удобрений складываются из таких технологических операций, как подвоз удобрений, погрузка, внесение, стоимость, которая часто является определяющей статьей расхода. В данном опыте стоимость гектарной нормы аммиачной селитры превышала стоимость удобрений марки Aqualis, вносимых на 1 га, в 4,3 и 2,9 раза (табл. 4).

4. Окупаемость затрат на применение удобрений (в среднем за 2022-2023 г.)

Показатель эффективности	Naa + Naa	Aqualis 13-40-13 + МЭ + + Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ	Aqualis 18-18-18 + 3 MgO + МЭ + + Aqualis 13-40-13 + МЭ + + Aqualis 6-14-35 + 2 MgO + МЭ
Прибавка урожая, т/га	0,76	0,77	0,69
Стоимость дополнительной продукции, руб/га	9120,00	9240,00	8280,00
Стоимость удобрений, руб/га	4680,00	1080,00	1620,00
Затраты на внесение удобрений, руб/га	573,96	1377,33	1377,33
Общие затраты, руб/га	5253,96	2457,33	2997,33
Условный чистый доход, руб/га	3866,04	6782,67	5282,67
Получено дохода на 1 руб. затрат, руб.	0,74	2,76	1,76

В связи с этим затраты на применение изучаемых удобрений значительно различаются. Затраты на применение под кукурузу аммиачной селитры по сравнению с удобрениями марки Aqualis выше, соответственно, в 2,1 и 1,8 раза. При почти равных прибавках урожая зерна условный чистый доход при удобрении кукурузы аммиачной селитрой ниже по сравнению с применением удобрений марки Aqualis в 1,8 и 1,4 раза. При этом наибольший доход получен в варианте опыта Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + 6-14-35 + 2MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев. Эта схема некорневого питания кукурузы обеспечила и наибольшую окупаемость 1 руб. затрат.

Заключение. Водорастворимые удобрения марки Aqualis, применяемые для некорневых подкормок кукурузы, являются достойной альтернативой минеральным удобрениям, вносимым в почву. Схема подкормок, состоящая из применения удобрения Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 8 листьев + Aqualis 6-14-35 + 2MgO + МЭ (3,0 кг/га) в фазе 14 листьев существенно повышает урожайность зерна кукурузы, прибавки урожая в зависимости от погодных условий могут составлять 0,74-0,80 т/га (10,1-13,8%). Окупаемость затрат на применение удобрений Aqualis 13-40-13 + МЭ (3,0 кг/га) и Aqualis 6-14-35 + 2MgO + МЭ (3,0 кг/га) высокая. Каждый затраченный на удобрения рубль окупается и дает дополнительно 1,76 руб. дохода.

Литература

1. Багринцева В.Н., Сухоярская Г.Н. Эффективность аммиачной селитры, аммофоса и нитроаммофоски при возделывании кукурузы // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. – №4. – С. 24–26.

2. Багринцева В.Н., Иващенко И.Н. Влияние некорневой подкормки растений удобрением Батр Цинк на формирование урожая кукурузы в Ставропольском крае // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – №6. – С. 24-27.

3. Багринцева В.Н., Иващенко И.Н., Дриггер В.В., Ожередова А.Ю., Ряшенцева М.В. Влияние удобрений на урожайность кукурузы в Ставропольском крае // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – №7. – Т. 37. – С. 43-47.

4. Бендер Р.Р., Хаегеле Д.В., Руффо М.Л., Беллоу Ф.Е. Динамика поглощения элементов питания современными гибридами кукурузы // Питание растений. – 2014. – №1. – С. 8-13.

5. Васин В.Г., Кошелев И.К. Урожайность и кормовые достоинства гибридов кукурузы при внесении минеральных удобрений и стимуляторов роста // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. – №2. – С. 45-53.

6. Егоров В.С., Держинская А.А. Фолиарное применение удобрений и механизм их поступления в растения // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – № 2. – С. 51-57.

7. Семин С.А., Гаврюшина И.В. Влияние препаратов с микроэлементами на морфобиометрические показатели и урожайность кукурузы // Агрохимический вестник. – 2017. – №6. – С. 43-46.

8. Сычев В.Г., Есаулко А.Н., Агеев В.В., Подколзин А.И., Сигида М.С. Особенности применения систем удобрения под сельскохозяйственные культуры в Ставропольском крае // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – №2. – С. 53-66.

9. Усанова З.И., Шальнов И.В., Васильев А.С. Влияние расчетных доз удобрений и густоты стояния на продуктивность кукурузы, вынос и хозяйственный баланс основных элементов питания // Земледелие. – 2016. – №3. – С. 23-26.

10. Effect of zinc application strategies on maize grain yield and zinc concentration in mollisols / N. Martinez-Cuesta, W. Carciocchi, H. Sainz-Rozas, et al. // Journal of Plant Nutrition. – 2021. – Vol. 44. – No. 4. – P. 486-497.

11. Modelling long-term yield and soil organic matter dynamics in a maize cropping system / S. Maseko, M. Van der Laan, D. Marais, et al. // Nutrient Cycling in Agroecosystems. – 2022. – Vol. 124. – No. 3. – P. 299-313.

12. Palai, J.B., Jena, J., Lenka, S.K. Growth, yield and nutrient of maize as affected by zinc application // Indian Journal of Pure Applied Biosciences. – 2020. – No. 8. – P. 332-339.

V.N. Bagrintseva, Doctor of agricultural sciences, I.N. Ivashenko, candidate of agricultural sciences

V.V. Dridiger, candidate of agricultural sciences,

All-Russian research scientific institute of corn, 14-a Ermolov str., placement 1, Pyatigorsk, Stavropol region, 357528, Russian Federation

*T.V. Grebennikova, head of the department, M.M. Vizirskaya, candidate of biological sciences, leading specialist
Mineral and chemical company EuroChem, 53 Dubinskaya str., building 6, Moscow, 115054, Russian Federation*

Scientific researches were carried out in 2022-2023 in the zone of sufficient moistening of the Stavropol region on ordinary chernozem. The effectiveness of foliar feeding of plants with water-soluble fertilizers from the MCC EuroChem of Aqualis brand was studied at registered mid-ripening corn hybrid Mashuk 390 MV (FAO 390) bred by ARRSI of corn. The purpose of the research was to study the effectiveness and economic payback of different combinations of Aqualis fertilizers applied on the leaves in comparison with root feeding of plants with ammonium nitrate. The experimental scheme consisted of 4 variants: 1) control without fertilizers; 2) ammonium nitrate 100 kg/ha in physical weight/ha at the phases of 6 and 8 leaves; 3) Aqualis 13-40-13 + ME (3.0 kg/ha) at 8 leaves + Aqualis 6-14-35 + 2MgO + ME (3.0 kg/ha) at 14 leaves; 4) Aqualis 18-18-18 + 3MgO + ME (3.0 kg/ha) at 5 leaves + Aqualis 13-40-13 + ME (3.0 kg/ha) at 8 leaves + Aqualis 6-14-35 + 2MgO + ME (3.0 kg/ha) at 14 leaves. Ammonium nitrate was applied at inter-row cultivation. After double fertilizing with ammonium nitrate, corn plants height in the flowering phase increased by 4 cm on average for 2022-2023. Foliar fertilizing with fertilizers Aqualis 13-40-13 + ME and Aqualis 6-14-35 + 2MgO + ME increased plant height by 4 cm and with additional fertilizing with fertilizer Aqualis 18-18-18 + 3MgO + ME increased plant height also by 5 cm. Fertilizing with ammonium nitrate gave an increase in corn grain yield on average for 2022-2023 0.76 t/ha (11.6%). A feeding scheme consisting of the use of fertilizer Aqualis 13-40-13 + ME (3.0 kg/ha) at 8 leaves + Aqualis 6-14-35 + 2MgO + ME (3.0 kg/ha) at 14 leaves is significantly increased the yield of corn grain, the increase was 0.77 t/ha (11.7%). When this feeding scheme was supplemented with fertilizer Aqualis 18-18-18 + 3MgO + ME at 5 leaves, the yield increased by 0.69 t/ha (10.5%). The payback for fertilizers use was greatest when using fertilizers Aqualis 13-40-13 + ME and Aqualis 6-14-35 + 2MgO + ME. Each ruble spent on fertilizers yielded 2.76 rubles of income on average for 2 years. The return on investment per ruble for feeding plants with three brands of fertilizers was significantly lower (1.76 rubles). The use of ammonium nitrate for double feeding of corn was unprofitable, by 1 ruble of costs received 0.74 ruble of income.

Keywords: corn, Aqualis fertilizers, foliar feeding, yield, costs, payback.

УДК: 63:54; 631.452; 631.811.1

DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.07

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТА КУЛЬТУРАМИ ЗВЕНА ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ

А.В. Ерегин, к.с.-х.н., ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Вологодский»

160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Студенческая, д.11

e-mail: al.eregin2018@yandex.ru; тел.: (8172) 52 – 57 – 30

В стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение органоминеральной системы удобрения позволило увеличить продуктивность звена полевого севооборота: вико-овсяная смесь – озимая пшеница – ячмень в I ротации на 101% и во II ротации на 73% по отношению к варианту без удобрения. Положительный баланс азота был достигнут только при внесении его в дозе 300 кг д.в./га с удобрением и 45-50% от дозы с возвратом элемента азотфиксацией и урожаем соломы. Наиболее полно азот удобрений использовался при применении системы удобрения, состоящей из навоза, 50 т/га + N₁₅₀P₁₂₀K₂₂₅. В I ротации показатель составил 85% на неизвесткованном фоне и 100% на известкованном, аналогичные показатели во II ротации равны 51 и 43%. Агрономическая окупаемость азота была наибольшей в варианте с внесением навоза, 25 т/га в сочетании с N₇₅P₆₀K₁₁₃ и составила, в среднем по фонам кислотности, в I ротации – 32,1, во II – 21,4 кг з.е./кг д.в.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, урожайность, звено севооборота, баланс азота, коэффициент использования азота удобрений, агрономическая окупаемость.

Для цитирования: Ерегин А.В. Эффективность использования азота культурами звена полевого севооборота при различных системах удобрения// Плодородие. – 2024. – №4. – С. 31-37. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.07.

Увеличение коэффициента использования азота удобрений – одна из ключевых задач агрохимии. Решение данной задачи позволит, в первую очередь, сократить непроизводительные потери элемента питания (денитрификация, выщелачивание и т.д.), что поможет сохранить экологический баланс в агроэкосистеме и смежных с ней экотопах [6, 7, 14].

Кроме того, увеличение коэффициента использования азота из удобрений приведет к снижению дозы удобрений на единицу площади, и тем самым позволит более

рационально подходить к проблеме обеспечения азотом растений в разные фазы их роста и развития. Это приведет к увеличению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции (например, к возрастанию содержания сырого протеина), что дает как прямой, так и отложенный положительный экономический эффект [2, 5].

В ряде полевых опытов, проводимых на различных культурах и в разных почвенно-климатических зонах, установлено, что коэффициент использования азота из удобрений возрастает при увеличении общего уровня