

УДК 631.8:631.816.36:633.15

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЯ ВУКСАЛ МАКРОМИКС ДЛЯ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ КУКУРУЗЫ

© 2021 г. В. Н. Багринцева<sup>1</sup>, \*, И. А. Шмалько<sup>1</sup><sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы 357528 Пятигорск, ул. Ермолова, 14б, Россия

\*E-mail: maize-techno@mail.ru

Поступила в редакцию 25.01.2021 г.

После доработки 20.02.2021 г.

Принята к публикации 10.03.2021 г.

В Ставропольском крае на типичных черноземах в 2018–2020 гг. изучали эффективность некорневой подкормки растений кукурузы в фазе 7–8 листьев удобрением Вуксал Макромикс (2.5 л/га) на фоне применения минеральных удобрений N30 и N30P30K30, а также и без них. Некорневая подкормка минеральным удобрением Вуксал Макромикс (2.5 л/га) повысила в среднем за 2018–2020 гг. урожайность зеленой массы раннеспелого гибрида кукурузы Машук 185 МВ на 4.5 т/га (на 14.0%), среднераннего Машук 220 МВ – на 6.19 т/га (на 22.8%), среднеспелого Машук 355 МВ – на 4.44 т/га (на 13.3%). Получены прибавки урожая зерна гибрида Машук 185 МВ 0.48 т/га (на 8.0%), Машук 220 МВ – 0.60 т/га (на 11.0%), Машук 355 МВ – 0.69 т/га (на 11.5%). Некорневая подкормка растений удобрением Вуксал Макромикс без минеральных удобрений увеличивала число зерен в початках, в среднем за 3 года у гибрида Машук 185 МВ оно возросло на 13, Машук 220 МВ – на 38, Машук 355 МВ – на 27 шт. За счет увеличения числа зерен масса початков повышалась соответственно на 4.7, 7.8, 11.1 г. При подкормке растений на фоне внесения в почву аммиачной селитры в дозе N30 прибавки урожая зеленой массы увеличивались по сравнению с применением одного азота у разных гибридов кукурузы на 0.78–1.38 т/га. При этом на фоне внесения в почву N<sub>aa</sub> подкормка растений кукурузы не обеспечивала рост прибавок урожая зерна по сравнению с применением азотного удобрения. Выявлена зависимость эффективности некорневой подкормки растений удобрением Вуксал Макромикс на фоне нитроаммофоски в дозе N30P30K30 от биологических особенностей гибридов кукурузы. Существенный рост прибавки урожая зерна на 0.42 т/га наблюдали только у раннеспелого гибрида Машук 185 МВ.

*Ключевые слова:* кукуруза, удобрение Вуксал Макромикс, некорневая подкормка, урожайность, зеленая масса, зерно.

DOI: 10.31857/S0002188121070036

### ВВЕДЕНИЕ

Минеральные удобрения – это эффективное средство повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Внесение их в почву является наиболее распространенным способом снабжения растений кукурузы необходимыми элементами питания [1–5]. Однако в последние годы возрастает интерес к применению различных минеральных и органо-минеральных удобрений для улучшения условий питания растений полезными веществами через лист. Кроме макро- и микроэлементов многие из них содержат аминокислоты, витамины, природные гормоны, ростстимулирующие и др. вещества. Современные, наиболее эффективные агрохимикаты для некорневых подкормок растений представляют собой сложные многокомпонентные и многофункциональные продукты с инновационными решения-

ми. Мировая тенденция роста производства растениеводческой продукции направлена на научно обоснованное применение экономически эффективных и экологически безопасных агрохимикатов [6].

Некорневые подкормки агрохимикатами во время вегетации растений существенно повышают урожайность зеленой массы и зерна кукурузы [7–10]. Однако, несмотря на многочисленные исследования эффективности некорневых подкормок растений минеральными и органо-минеральными удобрениями, многое в технологии их использования не достаточно глубоко изучено. Часто в сельхозпредприятиях для получения наибольшего эффекта применяют некорневые подкормки растений на фоне минеральных удобрений. При этом не учитывают концентрации макроэлементов в жидких удобрениях для подкормок.

Не изучен вопрос о возможном взаимодействии агрохимикатов, применяемых для листовых подкормок, с минеральными удобрениями, внесенными до посева кукурузы в почву. В данном случае, при совместном применении минеральных удобрений и агрохимикатов в подкормки возможен эффект несовместимости или перенасыщения растений питательными веществами и снижение урожайности вместо повышения. В научной литературе, например, имеются сведения о том, что на черноземных почвах некорневые подкормки зерновых колосовых культур агрохимикатами эффективны только на неудобренном фоне [11, 12].

Большое практическое значение имеет сравнительное изучение эффективности некорневых подкормок растений и внесения твердых минеральных удобрений в почву. Подобные исследования позволили бы ответить на вопрос, можно ли некорневой подкормкой растений добиться такого же эффекта, как и от традиционного применения минеральных удобрений. Ввиду высокой стоимости твердых минеральных удобрений, а также в связи с различными потерями элементов питания из почвы, замена корневого питания растений некорневым очень актуальна.

При применении как минеральных удобрений, так и агрохимикатов, для подкормки кукурузы следует учитывать способность растений различных гибридов усваивать питательные вещества и трансформировать их в более высокий урожай. Специфическая реакция сортов и гибридов кукурузы на удобрения доказана многими учеными [13–15].

В связи с разной отзывчивостью гибридов кукурузы не только на внесение минеральных удобрений в почву, но и на некорневые подкормки растений [8, 16–18], исследования необходимо проводить на гибридах разных групп спелости.

Цель работы – изучение влияния некорневой подкормки растений удобрением Вуксал Макромикс (2.5 л/га) на фоне применения минеральных удобрений N30 и N30P30K30, а также без них на урожайность гибридов кукурузы разных групп спелости.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевые опыты проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле Всероссийского НИИ кукурузы в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Схема опыта представлена в таблицах.

Удобрения N<sub>aa</sub>30 и НАФК (N30P30K30) внесли под предпосевную культивацию. Указанные

дозы минеральных удобрений под кукурузу в Ставропольском крае при современных ценах считаются экономически наиболее эффективными [1, 16, 17].

Вуксал Макромикс – минеральное удобрение для некорневой подкормки кукурузы, имеющее в составе макроэлементы (N – 241, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 241, K<sub>2</sub>O – 181 г/л) и микроэлементы (B – 0.3, Cu – 0.76, Fe – 1.51, Mn – 0.76, Mo – 0.015, Zn – 0.76 г/л). Препаративная форма – суспензия с дополнительными эффектами рН-корректора и прилипания.

Исследование проводили на гибридах кукурузы разных групп спелости: раннеспелом Машук 185 МВ (ФАО 185), среднераннем Машук 220 МВ (ФАО 220) и среднеспелом Машук 355 МВ (ФАО 350).

Площадь делянки, занимаемая одним гибридом кукурузы, равна 19.6 м<sup>2</sup> (7.0 м × 2.8 м), учетной – 9.8 м<sup>2</sup> (7.0 м × 1.4 м). Повторность в опыте четырехкратная.

Предшественником кукурузы в опытах была озимая пшеница. Основная обработка почвы – отвальная. После уборки предшественника проведено двукратное лущение стерни, осенью – вспашка. Весной до посева проведено 2 культивации. Сеяли кукурузу в 2018 г. 28 апреля, в 2019 г. – 29 апреля, в 2020 г. – 30 апреля сеялкой УПС-8. Всходы кукурузы в 2018 г. появились 6 мая, в 2019 г. – 10 мая, в 2020 г. – 11 мая. После появления всходов в фазе 2–3 листьев формировали оптимальную густоту стояния растений: для гибрида Машук 185 МВ – 80, Машук 220 МВ – 70, Машук 355 МВ – 60 тыс. шт./га. Для борьбы с сорными растениями посев кукурузы в фазе 3-х листьев обработали гербицидом Аденго (0.5 л/га). С целью рыхления почвы в фазе 7–8 листьев провели междурядную культивацию.

Некорневую подкормку растений кукурузы удобрением Вуксал Макромикс проводили после междурядной культивации в фазе 7–8 листьев опрыскивателем ОП-2500 серии АРГО при расходе рабочего раствора 250 л/га.

Среднее многолетнее количество осадков за период вегетации кукурузы составило 343.6 мм, в том числе: в мае – 79.4, июне – 87.1, июле – 70.4, августе – 58.7, сентябре – 48 мм (табл. 1). В 2018–2020 гг. осадков за май–сентябрь (период вегетации кукурузы) выпадало меньше среднего многолетнего количества: в 2018 г. – на 47.1 мм (на 13.7%), в 2019 г. – на 41.5 мм (на 12.1%), в 2020 г. – на 71.3 мм (на 20.8%).

В 2018 г. недостаток влаги наблюдали во 2-й и 3-й декадах июня, после некорневой подкормки

**Таблица 1.** Погодные условия в период вегетации кукурузы

Месяц	Осадки, мм			Температура, °С			ГТК					
	средне много-летние	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средне много-летняя	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средне много-летний	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Май	79.4	80.2	50.6	138.7	14.6	17.9	17.0	15.2	1.75	1.49	0.96	2.94
Июнь	87.1	79.8	71.0	45.0	18.2	21.6	21.9	21.7	1.60	1.23	1.08	0.69
Июль	70.4	64.6	114.0	18.0	20.8	24.5	21.8	24.0	1.09	0.85	1.69	0.24
Август	58.7	38.9	16.0	65.1	20.4	21.3	21.9	21.9	0.93	0.59	0.23	0.96
Сентябрь	48.0	20.5	50.2	5.5	15.5	19.5	15.8	18.3	1.03	0.35	1.06	0.10
Май–сентябрь	343.6	296.5	302.1	272.3	16.4	19.1	19.7	20.2	1.37	1.01	1.00	0.88

и во время интенсивного роста растений, а также в 1-й–2-й декадах июля во время цветения кукурузы. В 2019 г. условия увлажнения были более благоприятными для кукурузы по сравнению с предыдущим годом, осадки выпадали регулярно, в критические периоды роста и развития растений (в июне–июле) их было достаточно. Из 3-х лет исследования 2020 г. для кукурузы был самым неблагоприятным и засушливым ввиду недостаточного количества осадков в июне и июле.

Среднесуточная температура воздуха в течение вегетации кукурузы в годы исследования была выше средней многолетней: в 2018 г. – на 3.1°С, в 2019 г. – на 1.8°С, в 2020 г. – на 2.3°С. Гидротермический коэффициент в годы проведения опытов как по месяцам, так и за весь период вегетации, был ниже среднего многолетнего.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый. Объемная масса метрового слоя почвы в среднем составляет 1.25 г/м<sup>3</sup>. Реакция почвенного раствора гумусового горизонта щелочная (рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 7.5). Содержание гумуса в слое почвы 0–20 см – ~4.7%.

Образцы почвы для анализа на содержание элементов питания в слое 0–20 см отбирали после внесения минеральных удобрений перед проведением некорневой подкормки растений. В среднем за 3 года исследования содержание нитратного азота в почве контроля составило: 17.5, подвижного фосфора – 12, обменного калия – 272 мг/кг (табл. 2).

Согласно принятой в Ставропольском крае градации, в почве делянок без удобрений содержание нитратного азота, а также подвижного фосфора по Мачигину было низким, обменного калия – средним [19]. Внесенные до посева кукурузы минеральные удобрения повысили содержание элементов питания в почве. В среднем за го-

ды исследования содержание нитратного азота в почве варианта с внесением N<sub>aa</sub>30 составило 24.4, подвижного фосфора – 13.4, обменного калия – 296 мг/кг, в варианте с внесением НАФК – соответственно 29.4, 19.3, 310 мг/кг.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение минеральных удобрений и некорневая подкормка удобрением Вуксал Макромикс оказали положительное влияние на рост растений гибридов кукурузы (табл. 3).

Отмечено увеличение высоты растений всех 3-х гибридов кукурузы. Однако действие удобрений и подкормки Вуксал Макромикс на рост растений среднераннего и среднеспелого гибридов было более значительным. В среднем за годы наблюдений наименьшее увеличение высоты растений на 5–9 см наблюдали при внесении в почву N<sub>aa</sub>30. Внесение в почву НАФК в дозе N30P30K30 увеличивало высоту растений гибридов кукурузы на 7–12 см. Некорневая подкормка растений вызывала увеличение их высоты на 7–14 см. При применении удобрения Вуксал Макромикс на фоне N30 и N30P30K30 растения кукурузы были выше, чем без них на 1–3 см, что было не существенным.

**Таблица 2.** Содержание элементов питания в слое 0–20 см почвы, мг/кг

Вариант	N-NO <sub>3</sub>			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Без удобрений	17.4	17.6	17.6	15.0	12.0	9.0	311	270	235
N30	26.3	24.0	22.8	16.3	14.0	10.0	330	291	266
N30P30K30	24.3	33.9	30.0	17.0	26.0	15.0	344	295	291

Примечание. В графе 1 – 2018 г., 2 – 2019 г., 3 – 2020 г.

Таблица 3. Влияние удобрений на высоту растений кукурузы, см

Вариант	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средние	
				высота	прибавка
Гибрид Машук 185 МВ					
Контроль без удобрений	200	225	209	211	—
N30	205	230	212	216	5
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	212	230	209	217	6
N30P30K30	211	232	211	218	7
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	212	234	215	220	9
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	213	232	210	218	7
<i>HCP</i> <sub>05</sub> , см	6	4	5	5	
Гибрид Машук 220 МВ					
Контроль без удобрений	192	206	200	199	—
N30	197	221	203	207	8
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	198	221	207	209	10
N30P30K30	203	226	200	210	11
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	209	227	204	213	14
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	204	220	203	209	10
<i>HCP</i> <sub>05</sub> , см	6	4	7	7	
Гибрид Машук 355 МВ					
Контроль без удобрений	208	235	208	217	—
N30	218	246	215	226	9
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	222	247	218	229	12
N30P30K30	221	251	215	229	12
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	225	247	224	232	15
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	226	247	221	231	14
<i>HCP</i> <sub>05</sub> , см	5	4	8	6	

Действие на рост растений кукурузы как минеральных удобрений, так и некорневой подкормки, было подвержено влиянию погодных условий и было разным в годы исследования. Например, в наиболее благоприятном по увлажнению 2019 г. в варианте применения аммиачной селитры высота растений гибридов увеличивалась на 5–15 см, в засушливом 2020 г. — на 3–7 см, в варианте применения нитроаммофоски — соответственно на 7–20 см и 2–7 см.

При некорневой подкормке удобрением Вуксал Макромикс увеличение высоты растений также было более значительным в 2019 г., варьируя у разных гибридов от 7 до 14 см.

Несмотря на различия погодных условий, во все годы под влиянием минеральных удобрений и некорневой подкормки удобрением Вуксал Макромикс увеличивалась урожайность зеленой массы кукурузы (табл. 4). В среднем внесение в почву  $N_{aa}$  дало прибавку урожая зеленой массы гибрида

кукурузы Машук 185 МВ на 8.4%, Машук 220 МВ — на 22.6%, Машук 355 МВ — на 7.2%, внесение НАФК — соответственно на 21.4, 35.5, 16.8%. Некорневая подкормка растений существенно повышала урожайность зеленой массы гибридов кукурузы на 14.0, 22.8, 13.2%.

Следует отметить, что при подкормке растений удобрением Вуксал Макромикс на фоне внесения в почву  $N_{aa}$  прибавки урожая зеленой массы всех 3-х гибридов кукурузы увеличивались по сравнению с применением одного минерального удобрения. Эту тенденцию наблюдали во все годы исследования, независимо от различий в погодных условиях, и на всех гибридах, независимо от продолжительности их вегетации. Однако увеличение прибавки урожая зеленой массы от подкормки растений удобрением Вуксал Макромикс на фоне  $N_{aa}$  по отношению к контролю было незначительное. Обработка растений не способ-

**Таблица 4.** Влияние удобрений на урожай зеленой массы кукурузы и прибавку урожая, т/га

Вариант	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средние	
				урожай	прибавка
<b>Гибрид Машук 185 МВ</b>					
Контроль без удобрений	35.9	35.0	25.3	32.1	—
N30	38.1	36.9	29.3	34.7	2.7
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	39.1	37.8	31.5	36.1	4.1
N30P30K30	43.2	44.7	28.8	38.9	6.9
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	44.3	42.9	32.9	40.0	8.0
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	40.3	38.3	31.2	36.6	4.5
<i>HCP</i> <sub>05</sub> , т/га	3.9	4.3	3.7	3.2	
<b>Гибрид Машук 220 МВ</b>					
Контроль без удобрений	29.1	27.7	24.6	27.1	—
N30	32.0	35.9	31.9	33.3	6.1
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	29.9	37.0	36.5	34.5	7.4
N30P30K30	30.9	42.6	36.7	36.7	9.6
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	29.0	43.0	36.5	36.2	9.1
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	28.5	36.5	34.9	33.3	6.2
<i>HCP</i> <sub>05</sub> , т/га	2.8	3.7	3.3	5.7	
<b>Гибрид Машук 355 МВ</b>					
Контроль без удобрений	36.8	30.8	32.8	33.5	—
N30	34.7	38.6	34.3	35.9	2.4
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	36.7	37.2	36.0	36.7	3.2
N30P30K30	37.4	41.5	38.4	39.1	5.6
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	38.0	39.0	38.5	38.5	5.0
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	40.1	37.2	36.5	37.9	4.4
<i>HCP</i> <sub>05</sub> , т/га	4.0	4.4	4.0	3.7	

ствовала достоверному увеличению зеленой массы по сравнению с вариантом N<sub>aa</sub>30.

Применение N30P30K30 на всех гибридах обеспечивало достоверную прибавку урожая зеленой массы по сравнению с контролем. Обработка Вуксал Макромикс не привела к достоверному росту зеленой массы, по сравнению с вариантом НАФК.

Необходимо отметить, что повышение урожайности зеленой массы всех гибридов кукурузы за счет некорневой подкормки было существенным и больше, чем от предпосевного внесения N<sub>aa</sub> в почву.

Минеральные удобрения и Вуксал Макромикс положительно влияли не только на урожайность зеленой массы, но и повышали урожайность зерна (табл. 5). В среднем за 3 года опыта при внесении в почву N<sub>aa</sub> прибавка урожая зерна гибрида кукурузы Машук 185 МВ была существенной и равнялась 8.5%. У гибрида Машук 220 МВ полу-

чена несущественная прибавка урожая зерна (4.2%). Прибавка урожая зерна гибрида Машук 355 МВ, равная 8.3%, была достоверной. Внесение НАФК повысило урожай зерна гибридов на 5.0, 7.9, 7.3%, и прибавки были существенными у гибридов Машук 220 МВ и Машук 355 МВ. Некорневая подкормка растений повышала урожай зерна этих гибридов достоверно на 8.0, 11.0, 11.5%. В среднем за 2018–2020 гг. прибавка урожая зерна гибрида Машук 220 МВ при подкормке удобрением Вуксал Макромикс (0.60 т/га) была существенно больше, чем при допосевном внесении N<sub>aa</sub> (0.23 т/га).

Подкормка растений кукурузы удобрением Вуксал Макромикс на фоне внесения N<sub>aa</sub> не обеспечивала рост прибавок урожая зерна. Подкормка растений удобрением Вуксал Макромикс в сочетании с допосевным внесением НАФК в почву в среднем за 3 года существенно (на 0.42 т/га) по-

Таблица 5. Влияние удобрений на урожай зерна и прибавку урожая кукурузы, т/га

Вариант	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средние	
				урожай	прибавка
Гибрид Машук 185 МВ					
Контроль без удобрений	6.07	7.95	3.88	5.97	—
N30	6.16	8.17	5.12	6.48	0.51
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	5.98	8.14	5.14	6.42	0.45
N30P30K30	5.78	8.54	4.50	6.27	0.30
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	6.46	8.32	5.30	6.69	0.72
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	6.17	8.34	4.83	6.45	0.48
<i>HCP</i> <sub>05</sub> , т/га	0.87	0.38	0.44	0.33	
Гибрид Машук 220 МВ					
Контроль без удобрений	4.79	6.98	4.55	5.44	—
N30	4.85	7.53	4.64	5.67	0.23
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	4.86	7.48	4.68	5.67	0.23
N30P30K30	5.47	7.76	4.38	5.87	0.43
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	5.00	7.78	4.84	5.87	0.43
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	5.68	7.60	4.92	6.04	0.60
<i>HCP</i> <sub>05</sub> , т/га	0.71	0.30	0.36	0.29	
Гибрид Машук 355 МВ					
Контроль без удобрений	5.90	7.71	4.39	6.00	—
N30	6.42	8.40	4.68	6.50	0.50
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	6.69	7.61	4.96	6.42	0.42
N30P30K30	6.21	8.61	4.50	6.44	0.44
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	5.62	7.83	5.09	6.18	0.18
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	7.34	8.10	4.64	6.69	0.69
<i>HCP</i> <sub>05</sub> , т/га	0.73	0.43	0.42	0.36	

высила урожай зерна гибрида Машук 185 МВ. У остальных гибридов это не было отмечено.

На величину урожая зерна кукурузы сильное влияние оказали погодные условия во время вегетации, в основном влияла сумма осадков за июнь и июль. Например, в самом благоприятном для этой сельскохозяйственной культуры 2019 г. при применении минеральных удобрений и удобрения Вуксал Макромикс урожайность раннеспелого гибрида Машук 185 МВ варьировала от 8.14 до 8.54 т/га, среднераннего гибрида Машук 220 МВ — от 7.48 до 7.78 т/га, среднеспелого гибрида Машук 355 МВ — от 7.61 до 8.61 т/га. В засушливом 2020 г. вследствие недостатка осадков урожайность зерна была значительно меньше и для гибридов составила соответственно 4.50–5.30, 4.38–4.92, 4.50–5.09 т/га. Некорневая подкормка растений кукурузы удобрением Вуксал Макромикс, как и применение минеральных

удобрений, повышала урожайность зерна во все годы, независимо от погодных условий.

Анализ полученных данных за 2018–2020 гг. показал низкую эффективность подкормки растений гибридов кукурузы Машук 220 МВ и Машук 355 МВ удобрением Вуксал Макромикс на фоне допосевного внесения  $N_{aa}$  и НАФК. Рост урожайности зерна при сочетании допосевного внесения НАФК с некорневой подкормкой наблюдали только у раннеспелого гибрида Машук 185 МВ.

Результаты исследования показали высокую эффективность применения удобрения Вуксал Макромикс для некорневой подкормки растений кукурузы. Некорневая подкормка кукурузы в фазе 7–8 листьев в среднем за 2018–2020 гг. существенно повышала урожайность зеленой массы гибридов разных групп спелости на 4.44–6.19 т/га

Таблица 6. Влияние удобрений на число зерен в початке кукурузы, шт.

Вариант	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средние	
				число	прибавка
Гибрид Машук 185 МВ					
Контроль без удобрений	396	476	366	413	—
N30	443	486	404	444	31
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	404	482	389	425	12
N30P30K30	424	482	399	435	22
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	423	497	403	441	28
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	419	479	379	426	13
HCP <sub>05</sub> , шт.	35	31	43	18	
Гибрид Машук 220 МВ					
Контроль без удобрений	332	405	305	347	—
N30	380	420	354	385	38
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	360	455	324	380	33
N30P30K30	376	457	337	390	43
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	372	444	328	381	34
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	365	451	340	385	38
HCP <sub>05</sub> , шт.	44	39	38	25	
Гибрид Машук 355 МВ					
Контроль без удобрений	398	440	298	379	—
N30	383	476	326	395	16
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	380	444	330	385	6
N30P30K30	435	484	376	432	53
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	417	464	347	409	30
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	416	465	338	406	27
HCP <sub>05</sub> , шт.	53	39	61	27	

(на 13.3–22.8%), зерна – на 0.48–0.69 т/га (на 8.0–11.5%).

Чтобы выяснить, какие биометрические показатели початка обеспечивали изменения урожайности, провели анализ структуры урожая. Оказалось, что длина початков при применении как минеральных удобрений, так и Вуксал Макромикс, изменялась незначительно. В среднем за 3 года увеличение длины початка гибрида Машук 185 МВ варьировало от 0.1 до 0.2 см, гибридов Машук 220 МВ и Машук 355 МВ – от 0.3 до 0.8 см.

Наибольшее число зерен в початках гибрида Машук 185 МВ выявлено в варианте опыта с внесением аммиачной селитры (444 шт.) и нитроаммофоски с подкормкой (441 шт.). В початках гибрида Машук 220 МВ максимальное число зерен было при применении НАФК (390 шт.) и меньше на 5 шт. в вариантах с внесением N<sub>aa</sub> в почву и

удобрения Вуксал Макромикс в подкормку. В початках гибрида Машук 355 МВ существенное увеличение числа зерен наблюдали при внесении НАФК, подкормке Вуксал Макромикс и их совместном применении (табл. 6).

Некорневая подкормка растений удобрением Вуксал Макромикс без минеральных удобрений существенно увеличивала число зерен в початках гибрида Машук 220 МВ (на 38 шт.) и Машук 355 МВ (на 27 шт.). За счет увеличения числа зерен существенно повышалась масса початков: соответственно на 7.8 и 11.1 г. Сочетание подкормки растений с внесением N<sub>aa</sub> и НАФК не увеличивало достоверно массу початков гибридов кукурузы (табл. 7).

На число зерен и массу початков сильное влияние оказывали погодные условия, особенно количество осадков, выпадавших за июнь и июль.

Таблица 7. Влияние удобрений на массу початка кукурузы, г

Вариант	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средние	
				масса	прибавка
Гибрид Машук 185 МВ					
Контроль без удобрений	110	139	87	112	—
N30	109	144	102	118	7
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	107	142	99	116	5
N30P30K30	105	148	88	114	2
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	113	143	100	119	7
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	115	144	91	116	5
HCP <sub>05</sub> , г	11	8	9	6	
Гибрид Машук 220 МВ					
Контроль без удобрений	121	139	87	116	—
N30	117	146	98	120	5
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	113	146	96	118	2
N30P30K30	128	151	98	126	10
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	123	152	98	124	8
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	129	147	94	124	8
HCP <sub>05</sub> , г	13	6	6	6	
Гибрид Машук 355 МВ					
Контроль без удобрений	139	161	122	141	—
N30	141	170	126	146	5
N30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	150	161	124	145	4
N30P30K30	156	171	121	149	8
N30P30K30 + Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	139	161	133	145	4
Вуксал Макромикс (2.5 л/га)	154	165	137	152	11
HCP <sub>05</sub> , г	15	7	12	7	

Например, в наиболее благоприятном 2019 г. с суммой осадков за 2 критических месяца 185 мм при применении удобрения Вуксал Макромикс в подкормку в початках гибрида Машук 185 МВ сформировалось 479, гибрида Машук 220 МВ — 451, Машук 355 МВ — 465 зерен. В засушливом 2020 г. при сумме осадков за указанный период 63 мм число зерен в початках этих гибридов составило 379, 340, 338 шт.

Масса початка кукурузы также в сильной степени была подвержена влиянию условий увлажнения в июне и июле. В 2019 г. за счет некорневой подкормки растений удобрением Вуксал Макромикс масса початка гибридов была равна: Машук 185 МВ — 116, Машук 220 МВ — 124, Машук 355 МВ — 152 г., в 2020 г. — значительно меньше: соответственно 90.7, 94.2, 137 г. Несмотря на различия между годами по количеству осадков не-

корневая подкормка растений всегда способствовала увеличению массы початков изученных гибридов кукурузы.

Положительное влияние некорневой подкормки растений на формирование зерен и, как следствие, на массу початков кукурузы проявлялось во все годы исследования независимо от погодных условий.

## ВЫВОДЫ

1. Некорневая подкормка растений удобрением Вуксал Макромикс (2.5 л/га) в среднем за 2018–2020 гг. существенно повысила урожайность зеленой массы гибрида кукурузы Машук 185 МВ на 4.5 т/га (на 14.0%), Машук 220 МВ — на 6.19 т/га (на 22.8%), Машук 355 МВ — на 4.44 т/га (на 13.3%).

2. Некорневая подкормка кукурузы позволила получить существенные прибавки урожая зерна гибрида Машук 185 МВ – 0.48 т/га (8.0%), Машук 220 МВ – 0.60 т/га (11.0%), Машук 355 МВ – 0.69 т/га (11.5%). Рост урожая зерна при некорневой подкормке был обусловлен формированием большего числа зерен в початках гибридов на 13–38 шт., а также увеличением массы початков на 4.7–11.1 г.

3. При подкормке растений изученных гибридов кукурузы удобрением Вуксал Макромикс на фоне внесения N30 и N30P30K30 прибавки урожая зеленой массы увеличились по сравнению с применением одних минеральных удобрений не существенно. Подкормка растений удобрением Вуксал Макромикс обеспечивала существенный рост прибавки урожая зерна на фоне допосевного внесения НАФК только у раннеспелого гибрида Машук 185 МВ.

4. Полученные данные дают основание на типичных черноземах Ставропольского края рекомендовать некорневую подкормку удобрением Вуксал Макромикс для гибридов кукурузы Машук 220 МВ и Машук 355 МВ как самостоятельный агроприем. Для гибрида Машук 185 МВ некорневая подкормка удобрением Вуксал Макромикс эффективна на фоне внесения N30P30K30.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев В.В., Чернов А.П., Куйдан А.П. Особенности питания и удобрение сельскохозяйственных культур на Юге России. Ставрополь: ГСХА, 1999. 113 с.
2. Ермоленко В.П. Научные основы земледелия Дона. М.: ИК “Родник”, 1999. 176 с.
3. Мелихов В.В., Кружилин И.П., Кузнецова И.П. Руководство по возделыванию кукурузы на зерно / Под ред. Мелихова В.В. Волгоград: ГУ “Издатель”, 2003. 88 с.
4. Стулин А.Ф. Влияние видов удобрений на урожайность кукурузы в условиях Воронежской области // Кукуруза и сорго. 2012. № 1. С. 19–24.
5. Sharifi R.S., Taghizadeh R. Response of maize (*Zea mays* L.) cultivars to different levels of nitrogen fertilizer // J. Food Agricult. Environ. 2009. V. 7. № 3–4. P. 518–521.
6. Сычев В.Г. Перспективы использования новых агрохимикатов в современных агротехнологиях // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Мат-лы докл. участников 10-й научн.-практ. конф. “Анапа-2018” / Под ред. Сычева В.Г. М.: ООО “Плодородие”, 2018. С. 3–6.
7. Ломовский Д.В. Продуктивность кукурузы в зависимости от обработки семян протравителями, микроудобрениями и прикорневой подкормки макроудобрениями на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Краснодар, 2007. 24 с.
8. Багринцева В.Н., Иващенко И.Н., Каримов Г.Ю., Шарафутдинов М.Х. Эффективность применения удобрений Батр 40 Азот и Батр Макс на кукурузе // Кукуруза и сорго. 2019. № 2. С. 9–13.
9. Адаев Н.Л., Хамзатова М.Х., Амаева А.Г. Интенсификация системы удобрения кукурузы в условиях орошения в Чеченской Республике // Кукуруза и сорго. 2019. № 2. С. 14–21.
10. Таран Д.А. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от припосевного внесения и подкормки азотом и гуматом калия на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Краснодар, 2013. 24 с.
11. 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. Мат-лы Международ. научн.-практ. конф., посвящ. 100-летию Пермского НИИСХ, 3–5 июля 2013 г. Пермь. Т. 1. Агрохимия и земледелие. Ч. 2. Пермь: ОТ и ДО. Пермь, 2013. С. 110–117.
12. Новичихин А.М., Мухина С.В., Юрьева Н.И., Гончаров Г.В. Применение агрохимических средств и их взаимодействие на урожайность различных сортов озимой пшеницы // Там же. С. 118–125.
13. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. М.: Агропромиздат, 1991. 415 с.
14. Dobertmann A. Procedure for measuring dry matter, nutrient uptake, yield and components of yield in maize. Vers. 1.1. University of Nebraska–Lincoln, 2005. 12 p.
15. Шелганов И.И., Воронин А.Н. Особенности минерального питания кукурузы // Кукуруза и сорго. 2008. № 4. С. 10–11.
16. Багринцева В.Н., Иващенко И.Н. Эффективность азотного удобрения на гибридах кукурузы в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края // Агрохимия. 2018. № 1. С. 72–76.
17. Багринцева В.Н., Иващенко И.Н., Никитин С.В., Черкасова М.А. Сравнение эффектов от разных удобрений на гибридах кукурузы (*Zea mays* L.) в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Пробл. агрохим. и экол. 2019. № 3. С. 15–19.
18. Багринцева В.Н., Иващенко И.Н. Отзывчивость гибридов кукурузы (*Zea mays* L.) на некорневые подкормки агрохимикатами // Пробл. агрохим. и экол. 2020. № 3. С. 15–20.
19. Подколзин А.И. Эволюция, воспроизводство плодородия почв и оптимизация применения удобрений в агроландшафтах Центрального Предкавказья: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2008. 45 с.

## Efficiency of Application of Agrochemical Vuksal Macromix for Foliar Feeding of Corn

V. N. Bagrintseva<sup>a, #</sup> and I. A. Shmalko<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *All-Russian Research Scientific Institute of Corn  
ul. Ermolova 14-b, Pyatigorsk 357528, Russia*

<sup>#</sup> *E-mail: maize-techno@mail.ru*

In the Stavropol region, on typical black soils in 2018–2020, the effectiveness of foliar feeding of corn plants in the phase of 7–8 leaves with the fertilizer Vuksal Macromix (2.5 l/ha) was studied against the background of mineral fertilizers N30 and N30P30K30, and also without them. Foliar feeding with mineral fertilizer Vuksal Macromix (2.5 l/ha) increased on average for 2018–2020 the yield of green mass of an early-ripening corn hybrid Mashuk 185 MV by 4.5 t/ha (14.0%), a mid-early Mashuk 220 MV – by 6.19 t/ha (22.8%), a mid-ripening Mashuk 355 MV – by 4.44 t/ha (13.3%). Increases were obtained in the grain yield of the hybrid Mashuk 185 MV – 0.48 t/ha (8.0%), Mashuk 220 MV – 0.60 t/ha (11.0%), Mashuk 355 MV – 0.69 t/ha (11.5%). Foliar feeding of plants with the fertilizer Vuksal Macromix without mineral fertilizers increased grains amount on the cob, on average over three years for the hybrid Mashuk 185 MV it increased by 13, Mashuk 220 MV – by 38, Mashuk 355 MV – 27 kernels. Due to the increase in the number of grains, the weight of the ears increased correspondingly to hybrids by 4.7, 7.8, 11.1 g. When feeding plants against the background of the introduction of ammonium nitrate into the soil at a dose of N30, the increase in the yield of green mass in comparison with the use of nitrogen alone in different corn hybrids was by 0.78–1.38 t/ha. At the same time, against the background of the introduction of N<sub>aa</sub> into the soil, fertilizing corn plants with an agrochemical did not provide an increase in grain yield increments in comparison with the use of nitrogen fertilizer. The dependence of the effectiveness of foliar feeding of plants with the fertilizer Vuksal Makromix against the background of nitroammophoska at a dose of N30P30K30 on the biological characteristics of corn hybrids was revealed. Significant an increase in the yield of grain by 0.42 t/ha was observed only in the early ripening hybrid Mashuk 185 MV.

*Key words:* corn, Vuksal Macromix fertilizer, foliar top dressing, yield, green mass, grain.