

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК АЗОТСОДЕРЖАЩИМИ УДОБРЕНИЯМИ НА КУКУРУЗЕ

И.Н. ИВАШЕНЕНКО, В.Н. БАГРИНЦЕВА

(ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы», г. Пятигорск)

В ходе проводимых изысканий в области эффективного применения азотных удобрений под кукурузу нами была выдвинута гипотеза о возможности существенного повышения урожайности за счет фолиарного применения азотсодержащих агрохимикатов. Программа исследований построена на оценке хозяйственной и экономической эффективности некорневого внесения традиционного азотного удобрения – мочевины (карбамид) – и новых азотсодержащих агрохимикатов на гибридах кукурузы разных групп спелости. Цель исследований: провести сравнительную оценку эффективности некорневой подкормки мочевиной, а также органоминеральным удобрением Батр 40 Азот и удобрением, стимулятором-антистрессантом Вуксал Аминоплант, на гибридах кукурузы разных сроков созревания. Исследования проходили на опытном поле Всероссийского НИИ кукурузы, расположенном на расстоянии 3 км от п. Пятигорский Предгорного района Ставропольского края, на высоте 541 м над уровнем моря, 44° с.ш., 43° в.д., в зоне достаточного увлажнения. Полевой опыт закладывали по 2-факторной схеме: фактор А – гибриды кукурузы; фактор В – некорневая подкормка удобрением. Варианты по фактору А: раннеспелый гибрид кукурузы Машук 185 МВ (ФАО 180); среднеранний – Машук 220 МВ (ФАО 220); среднеспелый – Машук 355 МВ (ФАО 350). Варианты по фактору В: без удобрений; некорневое внесение Батр 40 Азот (3,0 л/га); Вуксал Аминоплант (1,5 л/га); мочевины (N10). Установлено, что в зоне достаточного увлажнения на черноземе обыкновенном карбонатном мощном тяжелосуглинистом Ставропольского края фолиарное внесение азотсодержащих удобрений оказывало положительное действие на рост и урожайность гибридов кукурузы. Некорневые подкормки растений в фазе 7–8 листьев агрохимикатами Батр 40 Азот (3,0 л/га) и Вуксал Аминоплант (1,5 л/га) в среднем за 2018–2020 гг. повысили урожайность зеленой массы гибрида Машук 185 МВ на 3,63–3,97 т/га (11–12%), гибрида Машук 220 МВ – на 6,85–7,46 т/га (24–26%), гибрида Машук 355 МВ – на 4,63–5,05 т/га (14–16%). Урожайность зерна гибрида Машук 185 МВ повысилась на 0,21–0,47 т/га (3–8%), гибрида Машук 220 МВ – на 0,37–0,49 т/га (7–9%), гибрида Машук 355 МВ – на 0,30–0,33 т/га (5–6%). Подкормка растений гибридов кукурузы агрохимикатами Батр 40 Азот (3,0 л/га) и Вуксал Аминоплант (1,5 л/га) обеспечивала более высокие прибавки урожайности зеленой массы и зерна по сравнению с мочевиной (карбамидом) в дозе N10. Наибольшей отзывчивостью на фолиарное внесение азотсодержащих удобрений отличался среднеранний гибрид Машук 220 МВ. Затраты на применение удобрений Батр 40 Азот (3,0 л/га), Вуксал Аминоплант (1,5 л/га) и мочевины (N10) для некорневых подкормок окупались доходом. Наиболее высокая окупаемость 1 руб. затрат в среднем по гибридам кукурузы отмечена при некорневой подкормке растений удобрением Батр 40 Азот в дозе 3,0 л/га (1,31 руб. дохода) и Вуксал Аминоплант в дозе 1,5 л/га (1,11 руб. дохода).

Ключевые слова: удобрение, некорневая подкормка, кукуруза, гибрид, урожайность, зеленая масса, зерно, эффективность.

Введение

Кукуруза – одна из важнейших зерновых культур в мире, по занимаемой площади и валовому сбору зерна уступающая лишь пшенице и рису [16]. Благодаря своим свойствам, она является универсальной культурой с разносторонними направлениями

использования: для питания людей и животных, а также в качестве сырья для переработки на технические нужды и производство биогаза и электроэнергии [17].

Условия современного рынка, а также экономическая ситуация диктуют необходимость получения высоких и качественных урожаев зеленой массы и зерна кукурузы с наименьшими затратами. Одним из наиболее эффективных способов увеличения урожайности кукурузы является внесение удобрений в почву. В последнее время особое внимание обращено на питание растений кукурузы через лист, которое при определенных условиях является более экономичным и эффективным, способствующим сокращению затрат на производство растениеводческой продукции [7, 23]. Интерес к применению некорневой подкормки возрастает еще и в связи с тем, что, кроме традиционных удобрений, большое значение в системе питания приобретают современные агрохимикаты. Они представлены многокомпонентными, разнообразными по составу и принципу действия удобрениями, содержащими не только азот, фосфор и калий, но и комплекс микроэлементов, органических кислот, фитогормонов. Многими исследователями установлено положительное влияние листовых подкормок такими агрохимикатами на урожайность зеленой массы и зерна кукурузы [1, 4, 12, 14].

Азотсодержащим удобрениям отводится важная роль в формировании зеленой массы и зерна кукурузы [2, 13, 24]. По результатам изучения различных форм концентрированных (минеральных) азотных удобрений установлено, что мочевины, внесенная как в почву, так и некорневым способом, – самое лучшее из них, легко используемая растениями кукурузы для увеличения не только урожая, но и его качества [5, 15, 20, 21].

При применении удобрений также важно учитывать способность растений разных гибридов кукурузы усваивать питательные вещества агрохимикатов. Ранее нашими исследованиями выявлена вариабельность отзывчивости гибридов кукурузы на внесение минеральных удобрений, обусловленная их генотипическими особенностями [9, 18, 19].

С учетом фактов актуальной является задача сравнения хозяйственной и экономической эффективности некорневого внесения традиционных азотных удобрений и новых азотсодержащих агрохимикатов на различных гибридах кукурузы.

В рамках настоящей работы поставлена цель: провести сравнительную оценку эффективности некорневой подкормки мочевиной, а также органоминеральным удобрением Батр 40 Азот и удобрением, стимулятором-антистрессантом Вуксал Аминоплант, на гибридах кукурузы разных сроков созревания.

Методика исследований

В ходе экспериментальных исследований, проводимых на опытном поле Всероссийского НИИ кукурузы, расположенном на расстоянии 3 км от п. Пятигорский Предгорного района Ставропольского края, на высоте 541 м над уровнем моря, 44° с.ш., 43° в.д., в зоне достаточного увлажнения был заложен полевой опыт по 2-факторной схеме. Опыт включал в себя следующие варианты: фактор А – гибриды кукурузы; фактор В – некорневая подкормка удобрениями. Варианты по фактору А: раннеспелый гибрид кукурузы Машук 185 МВ (ФАО 180); среднеранний – Машук 220 МВ (ФАО 220); среднеспелый – Машук 355 МВ (ФАО 350). Это высокорослые гибриды, отзывчивые на благоприятные условия выращивания, в том числе на применение азотных удобрений [2, 8]. Варианты по фактору В: без удобрений; некорневое внесение Батр 40 Азот (3,0 л/га); некорневое внесение Вуксал Аминоплант (1,5 л/га); некорневое внесение мочевины (N10).

Батр 40 Азот представляет собой жидкое органоминеральное удобрение с содержанием макро- и микроэлементов (40% N; 4,1% SO₃; 0,25% MgO; 0,15% Zn; по 0,05%,

Cu и Mn; 0,03% Fe; 0,02% B; 0,01% Mo). Производитель и регистрант удобрения – ООО «Сервис-Агро» (Республика Татарстан). Вуксал Аминоплант – жидкое удобрение, биостимулятор-антистрессант растительного происхождения, в состав которого входит широкий спектр аминокислот (141,3 г/л), N (22,6 г/л), P₂O₅ (22,6 г/л), K₂O (22,6 г/л), ауксин, витамины. Производитель удобрения – компания «Аглюкон» (Германия), регистрант – ООО «Унифер» (Украина). Мочевину использовали в виде водного раствора с концентрацией 8% (10 кг д.в./га, или 21,7 кг физ. веса на 250 л воды).

Предшественник – озимая пшеница, высеваемая после сои. Обработка почвы – отвальная, после уборки предшественника проведено двукратное лушение стерни, затем – вспашка. Весной до посева проведены две культивации. Сеяли кукурузу в 2018 г. 28 апреля, в 2019 г. – 29 апреля, в 2020 г. – 30 апреля с повышенной нормой высева (90 тыс. шт/га) сеялкой УПС-8. Всходы появились в 2018 г. 6 мая, в 2019 г. – 10 мая, в 2020 г. – 11 мая. В фазе 2–3 листьев формировали оптимальную густоту стояния растений: для гибрида Машук 185 МВ – 80 тыс. шт/га, Машук 220 МВ – 70 тыс. шт/га, Машук 355 МВ – 60 тыс. шт/га.

Для защиты посева от сорных растений в фазе 3 листьев кукурузы участок обрабатывали страховым гербицидом с почвенным действием Аденго (0,5 л/га). С целью рыхления почвы в фазе 7–8 листьев провели междурядную культивацию.

Листовую подкормку растений кукурузы агрохимикатами во все годы проведения исследований проводили после междурядной культивации в фазе 7–8 листьев в 2018 и 2019 гг. 31 мая, в 2020 г. – 8 июня. Опрыскивание осуществляли при помощи опрыскивателя ОП-2500 серии АРГО при расходе рабочего раствора 250 л/га.

В ходе анализа научной литературы выяснили, что на черноземных почвах некорневые подкормки сельскохозяйственных культур агрохимикатами наиболее эффективны на неудобренном фоне [10, 11]. Поэтому до проведения подкормок минеральные удобрения под кукурузу не вносили.

Общая площадь делянки, занимаемая одним гибридом кукурузы, составляла 19,6 м² (7,0 м × 2,8 м), учетная – 9,8 м² (7,0 м × 1,4 м). В опыте соблюдалось четырехкратное повторение вариантов.

Результаты и их обсуждение

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый. Объемная масса метрового слоя почвы в среднем составляет 1,25 г/м³. Реакция почвенного раствора гумусового горизонта щелочная (рН водной вытяжки 7,5). Гумуса в слое почвы 0–20 см содержится 4,7%.

Образцы почвы для анализа на содержание элементов питания в слое 0–20 см отбирали после появления всходов кукурузы до проведения некорневых подкормок растений. В среднем за три года исследований содержание нитратного азота по Грандваль-Ляжу в слое почвы 0–20 см составило 17,5; подвижного фосфора по Мачигину – 12,0; обменного калия по Мачигину – 272 мг/кг.

Среднее многолетнее количество осадков в зоне проведения опытов за период вегетации кукурузы (май–сентябрь) составляет 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 выпадало меньше среднего многолетнего количества: в 2018 г. – на 47,1 мм (13,7%); в 2019 г. – на 41,5 мм (12,1%); в 2020 г. – на 71,3 мм (20,8%).

В 2018 г. погодные условия были неблагоприятными для формирования зерна кукурузы. Недостаток влаги наблюдался во второй и третьей декадах июня, после некорневой подкормки и во время интенсивного роста растений, а также в первой-второй

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 трех лет исследований 2020 год для кукурузы был самым неблагоприятным и засушливым ввиду недостаточного количества осадков в июне и июле.

Таблица 1

Погодные условия за период вегетации кукурузы

Показатель	Год	V	VI	VII	VIII	IX	V-IX
Осадки, мм	многолетнее	79,4	87,1	70,4	58,7	48,0	343,6
	2018 г.	80,2	79,8	64,6	38,9	20,5	296,5
	2019 г.	50,6	71,0	114,0	16,0	50,2	302,1
	2020 г.	138,7	45,0	18,0	65,1	5,5	272,3
Температура, °С	многолетнее	14,6	18,2	20,8	20,4	15,5	16,4
	2018 г.	17,9	21,6	24,5	21,3	19,5	19,1
	2019 г.	17,0	21,9	21,8	21,9	15,8	19,7
	2020 г.	15,2	21,7	24,0	21,9	18,3	20,2
ГТК	многолетнее	1,75	1,60	1,09	0,93	1,03	1,37
	2018 г.	1,49	1,23	0,85	0,59	0,35	1,01
	2019 г.	0,96	1,08	1,69	0,23	1,06	1,00
	2020 г.	2,94	0,69	0,24	0,96	0,10	0,88

Динамика поступления тепла отличается в годы исследований. Среднесуточная температура воздуха в течение вегетации кукурузы была выше средней многолетней: в 2018 г. – на 2,7°С; в 2019 г. – на 3,3°С; в 2020 г. – на 3,8°С.

Гидротермический коэффициент в годы проведения опытов как по месяцам, так и за весь период вегетации, был ниже среднего многолетнего. По этому показателю наиболее засушливым считается 2020 год, ГТК за вегетационный период составил 0,88, что меньше среднемноголетнего значения (1,37).

Эффективность некорневых подкормок растений кукурузы зависела от биологических особенностей гибрида и их способности усваивать питательные вещества, входящие в состав агрохимикатов.

Обработка кукурузы удобрениями оказала положительное влияние на рост растений гибридов кукурузы. При этом в условиях 2018 г. у всех гибридов интенсивный прирост в высоту (на 4–12 см) обеспечивал вариант с некорневым внесением удобрения Батр 40 Азот в дозе 3,0 л/га.

В 2019 г., более благоприятном по увлажнению, максимальный прирост высоты растений на раннеспелом гибриде Машук 185 МВ обеспечил вариант с агрохимикатом Батр 40 Азот (3,0 л/га), высота увеличилась на 6 см. Для более поздних по скороспелости гибридов Машук 220 МВ и Машук 355 МВ максимум высоты растений отмечен при некорневой подкормке удобрением Вуксал Аминоплант (1,5 л/га), прирост составил 13 и 11 см соответственно.

В засушливый 2020 год наибольшее влияние на рост гибридов кукурузы наблюдалось при обработке растений агрохимикатом Вуксал Аминоплант (1,5 л/га), высота увеличилась на 10–18 см.

Следует отметить, что во все годы исследования после опрыскивания мочевиной на листьях растений кукурузы были отмечены химические ожоги, которые наиболее сильнее проявились в 2018 г. По нашим наблюдениям, причина, вероятнее всего, связана с солнечной и ветреной погодой, дневная температура воздуха в первые дни после подкормки достигала 25–27°C [6]. Это оказало влияние на высоту растений гибридов кукурузы, которая была на уровне с контролем, где не вносили удобрения. В 2019–2020 гг. некорневая подкормка растений гибридов мочевиной способствовала увеличению высоты на 4–17 см. В эти же годы существенных различий по высоте растений в вариантах с подкормками разными удобрениями не выявлено.

В среднем за три года исследований удобрения увеличили высоту растений гибрида Машук 185 МВ на 4–8 см, Машук 220 МВ – на 5–9 см, Машук 355 МВ – на 10–13 см (табл. 2). Растения гибридов кукурузы были выше в вариантах с применением агрохимикатов Батр 40 Азот и Вуксал Аминоплант (на 9 см). Подкормка мочевиной также способствовала увеличению растений в высоту на 6 см, но в сравнении с Батр 40 Азот и Вуксал Аминоплант она была существенно ниже.

Таблица 2

Влияние некорневых подкормок удобрениями на высоту растений гибридов кукурузы, в среднем за 2018–2020 гг.

Вариант (фактор В)	Гибриды (фактор А)						Средняя по вариантам (В)
	Машук 185 МВ		Машук 220 МВ		Машук 355 МВ		
	высота, см	прирост, см	высота, см	прирост, см	высота, см	прирост, см	
Без удобрений	209	-	197	-	215	-	207
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	217	8	205	8	227	12	216
Вуксал Аминоплант (1,5 л/га)	216	7	206	9	228	13	216
Мочевина (N10)	213	4	202	5	225	10	213
НСР _{0,05} частных различий	3		4		3		НСР _{0,05} частных различий по фактору В = 2
Средняя по гибридам (А)	213	6	202	7	224	12	
НСР _{0,05} частных различий по фактору А	2						

Максимум накопления зеленой массы в 2018 г. отмечен в варианте с некорневым внесением удобрения Батр 40 Азот (3,0 л/га). Прибавки урожайности зеленой массы к варианту без удобрения составили: Машук 355 МВ – 3%, Машук 185 МВ – 11%, Машук 220 МВ – 14%. От подкормки мочевиной отмечено существенное снижение урожайности зеленой массы гибридов Машук 185 МВ и Машук 355 МВ, у гибрида Машук 220 МВ она находилась на уровне контроля без удобрения.

В условиях 2019 г. рост урожайности зеленой массы обеспечили все удобрения. На гибриде Машук 185 МВ была получена самая большая

прибавка (9%) от мочевины, на гибридах Машук 220 МВ и Машук 355 МВ – от Батр 40 Азот (39 и 32% соответственно).

В 2020 г. максимальный существенный рост урожайности зеленой массы кукурузы обеспечила фолиарная подкормка растений препаратом Вуксал Аминоплант, урожайность по гибридам увеличилась на 23–31%.

В среднем за 2018–2020 гг. среднеранний гибрид Машук 220 МВ характеризуется более интенсивным нарастанием вегетативной массы под воздействием агрохимикатов (прибавка – 8–24%) по сравнению с раннеспелым гибридом Машук 185 МВ (прибавка – 6–12%) и среднеспелым гибридом Машук 355 МВ (прибавка – 6–16%) (табл. 3). Наибольшее существенное увеличение урожайности зеленой массы гибридов кукурузы обеспечили агрохимикаты Батр 40 Азот (3,0 л/га) и Вуксал Аминоплант (1,5 л/га), прибавки по отношению к контролю без удобрения составили 17%. Обработка растений гибридов кукурузы мочевиной в дозе N10 также способствовала существенному увеличению урожайности зеленой массы, однако в сравнении с агрохимикатами прибавки были существенно ниже (на 8–9%).

Таблица 3

Влияние некорневых подкормок удобрениями на урожайность зеленой массы гибридов кукурузы, в среднем за 2018–2020 гг.

Вариант (фактор В)	Гибриды (фактор А)						Средняя по вариантам (В)
	Машук 185 МВ		Машук 220 МВ		Машук 355 МВ		
	урожай, т/га	прибавка, т/га	урожай, т/га	прибавка, т/га	урожай, т/га	прибавка, т/га	
Без удобрений	32,24	-	28,64	-	32,58	-	31,15
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	36,21	3,97	35,49	6,85	37,63	5,05	36,44
Вуксал Аминоплант (1,5 л/га)	35,87	3,63	36,10	7,46	37,21	4,63	36,39
Мочевина (N10)	34,29	2,05	31,06	2,42	34,69	2,11	33,34
НСР _{0,05} частных различий	2,44		2,09		2,59		НСР _{0,05} частных различий по фактору В = 1,51
Средняя по гибридам (А)	34,65	3,22	32,82	5,58	35,53	3,93	
НСР _{0,05} частных различий по фактору А	1,31						

В таблице 4 представлен анализ элементов структуры урожая гибридов кукурузы в среднем за 2018–2020 гг. Под влиянием удобрения Батр 40 Азот увеличилось число початков на 100 растений гибридов Машук 185 МВ и Машук 220 МВ – на 2 шт., гибрида Машук 355 МВ – на 4 шт. Удобрение Вуксал Аминоплант увеличило число початков на 100 растений гибридов на 1, 2 и 1 шт. соответственно. Под воздействием удобрений длина початков гибридов кукурузы слабо изменялась. Существенный рост початка в длину отмечен у гибрида Машук 220 МВ от удобрения Батр 40 Азот на 0,7 см и от удобрения Вуксал Аминоплант – на 1,1 см. Некорневые подкормки растений агрохимикатами обеспечивали формирование большего количества зерен в початках. У гибрида Машук 220 МВ максимальное количество зерен в початках сформировано при применении удобрения Вуксал Аминолант, увеличение относительно контроля

без удобрения составило 51 шт., тогда как от удобрения Батр 40 Азот – 36 шт. Изучаемые агрохимикаты оказали положительное действие на количество зерен в початках гибридов Машук 185 МВ и Машук 355 МВ, их число увеличивалось на 37–38 шт. и 17–20 шт. Масса початков и зерна с них наиболее значительно увеличилась у гибрида Машук 185 МВ от подкормки удобрением Вуксал Аминоплант – на 5,5 и 7,2 г соответственно. Максимальное увеличение этих же элементов структуры урожая початков гибридов Машук 220 МВ (на 4,5 и 4,7 г) и Машук 355 МВ (на 4,4 и 3,8 г) также отмечено от некорневого внесения удобрения Вуксал Аминоплант.

Таблица 4

Влияние некорневых подкормок удобрениями на структуру урожая зерна гибридов кукурузы, в среднем за 2018–2020 гг.

Вариант	Число початков на 100 растений, шт.	Длина початка, см	Число зерен в початке, шт.	Масса початка, г	Масса зерна с початка, г
Машук 185 МВ					
Без удобрений	96	16,1	394	107,9	88,1
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	98	16,6	431	109,6	89,9
Вуксал Аминоплант (1,5 л/га)	97	16,2	432	113,4	95,3
Мочевина (N10)	96	15,9	420	109,4	92,0
НСР _{0,05} частных различий	2	0,6	35	5,3	3,9
Машук 220 МВ					
Без удобрений	95	15,5	340	118,1	93,1
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	97	16,2	376	119,4	95,0
Вуксал Аминоплант (1,5 л/га)	97	16,6	391	122,6	97,8
Мочевина (N10)	97	15,9	373	116,3	93,9
НСР _{0,05} частных различий	3	0,5	26	6,4	5,0
Машук 355 МВ					
Без удобрений	91	15,9	390	138,1	112,1
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	95	16,4	407	141,1	114,4
Вуксал Аминоплант (1,5 л/га)	92	16,4	410	142,5	115,9
Мочевина (N10)	96	16,0	400	137,7	111,9
НСР _{0,05} частных различий	3	0,6	22	6,6	5,8

Фолиарное внесение мочевины слабо повлияло на показатели структуры урожая, в зависимости от гибридов длина початка увеличивалась на 0,1–0,4 см; число зерен – 10–33 шт.; масса початка – 1,5 г; масса зерна с початка – 0,8–3,9 г.

В соответствии с увеличением показателей элементов структуры урожая от действия удобрений изменялась и урожайность зерна гибридов кукурузы (табл. 5). В 2018 г. максимальную существенную прибавку урожайности зерна гибрида Машук 185 МВ (11%) получили при применении в подкормку удобрения Вуксал Аминоплант. Урожайность гибридов Машук 220 МВ и Машук 355 МВ значительно увеличилась от удобрения Батр 40 Азот на 10 и 9% соответственно.

Таблица 5

Влияние некорневых подкормок удобрениями на урожайность зерна гибридов кукурузы, в среднем за 2018–2020 гг.

Вариант (фактор В)	Гибриды (фактор А)						Средняя по вариантам (В)
	Машук 185 МВ		Машук 220 МВ		Машук 355 МВ		
	урожай, т/га	прибавка, т/га	урожай, т/га	прибавка, т/га	урожай, т/га	прибавка, т/га	
Без удобрений	6,01	-	5,36	-	5,92	-	5,76
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	6,22	0,21	5,73	0,37	6,25	0,33	6,07
Вуксал Аминоплант (1,5 л/га)	6,48	0,47	5,85	0,49	6,22	0,30	6,18
Мочевина (N10)	6,25	0,24	5,58	0,22	6,24	0,32	6,03
НСР _{0,05} частных различий	0,26		0,29		0,27		НСР _{0,05} частных различий по фактору В = 0,19
Средняя по гибридам (А)	6,24	0,31	5,63	0,36	6,16	0,32	
НСР _{0,05} частных различий по фактору А	0,16						

В 2019 г. самую высокую существенную прибавку урожая зерна дала фолиарная подкормка растений гибридов кукурузы удобрением Вуксал Аминоплант, для гибрида Машук 220 МВ она была равна 12%, для гибрида Машук 355 МВ – 6%. На раннеспелом гибриде кукурузы Машук 185 МВ существенный рост урожайности зерна на 4% отмечен в варианте с некорневым внесением мочевины.

В условиях 2020 г. существенная прибавка урожайности зерна отмечена во всех вариантах с удобрениями у гибрида Машук 185 МВ (11–15%), гибридов Машук 220 МВ и Машук 355 МВ – только в варианте с листовой подкормкой мочевиной (17 и 14% соответственно).

В среднем за три года максимальная существенная прибавка урожайности зерна гибридов кукурузы Машук 185 МВ и Машук 220 МВ отмечена при применении удобрений Вуксал Аминоплант, гибрида Машук 355 МВ – Батр 40 Азот. Наибольшим увеличением урожайности зерна в среднем по гибридам было от обработки растений кукурузы удобрением Вуксал Аминоплант, рост урожайности по сравнению

с контролем составил 0,42 т/га (7%). Агрохимикаты Батр 40 Азот и мочевина также существенно увеличили урожайность зерна гибридов, однако она была ниже на 0,11–0,15 т/га, или на 2% по сравнению с удобрением Вуксал Аминоплант.

На основании анализа полученных экспериментальных данных установлено, что интенсивность нарастания вегетативной массы, а также формирования урожая зерна под воздействием агрохимикатов у разных гибридов различная и не зависит от группы спелости. Это подтверждает гипотезу о необходимости целенаправленной селекции по созданию гибридов кукурузы, отзывчивых на фолиарные подкормки агрохимикатами [22].

С точки зрения целесообразности применения удобрений для некорневых подкормок разных гибридов кукурузы важно определить окупаемость затрат. Затраты на применение удобрений складываются из основных технологических операций (подвоз удобрения и воды, приготовление рабочего раствора в емкости опрыскивателя, внесение) и стоимости удобрения [3].

В среднем за 2018–2020 гг. при выращивании гибрида Машук 185 МВ на зерно самая высокая окупаемость 1 руб. затрат, равная 1,36 руб., отмечена в варианте с применением удобрения Вуксал Аминоплант (1,5 л/га) (табл. 6). На гибридах Машук 220 МВ и Машук 355 МВ самая высокая окупаемость (1,75 и 1,46 руб.) отмечена в варианте с применением удобрения Батр 40 Азот (3,0 л/га). В среднем по всем гибридам наиболее эффективным был вариант с некорневым внесением Батр 40 Азот, окупаемость затрат составила 1,31 руб., что связано с самой низкой стоимостью гектарной дозы удобрения. При листовой обработке мочевиной (N10) на кукурузе получен самый низкий доход на 1 руб. затрат (0,47 руб.) ввиду низкой прибавки урожая зерна и высокой стоимости удобрения. Несмотря на высокие затраты на фолиарную подкормку растений гибридов кукурузы удобрением Вуксал Аминоплант, ввиду высокой стоимости гектарной дозы удобрения, его применение не было убыточным и окупалось прибавкой урожая зерна.

Выводы

1. В зоне достаточного увлажнения на черноземе обыкновенном карбонатном мощном тяжелосуглинистом Ставропольского края фолиарное применение азотсодержащих удобрений оказывало положительное действие на рост и урожайность гибридов кукурузы.

2. Некорневые подкормки растений в фазе 7–8 листьев агрохимикатами Батр 40 Азот (3,0 л/га) и Вуксал Аминоплант (1,5 л/га) в среднем за 2018–2020 гг. повысили урожайность зеленой массы гибрида Машук 185 МВ на 3,63–3,97 т/га (11–12%); гибрида Машук 220 МВ – 6,85–7,46 т/га (24–26%); гибрида Машук 355 МВ – 4,63–5,05 т/га (14–16%).

3. Обработка растений в фазе 7–8 листьев агрохимикатами Батр 40 Азот (3,0 л/га) и Вуксал Аминоплант (1,5 л/га) в среднем за 2018–2020 гг. повысила урожайность зерна гибрида Машук 185 МВ на 0,21–0,47 т/га (3–8%); гибрида Машук 220 МВ – 0,37–0,49 т/га (7–9%); гибрида Машук 355 МВ – 0,30–0,33 т/га (5–6%).

4. Некорневые подкормки растений гибридов кукурузы в фазе 7–8 листьев агрохимикатами Батр 40 Азот (3,0 л/га) и Вуксал Аминоплант (1,5 л/га) обеспечивали более высокие прибавки урожайности зеленой массы и зерна по сравнению с некорневой подкормкой мочевиной (карбамидом) в дозе N10.

5. Наибольшей отзывчивостью на фолиарное внесение азотсодержащих удобрений отличался среднеранний гибрид Машук 220 МВ.

6. Затраты на применение удобрений Батр 40 Азот (3,0 л/га), Вуксал Аминоплант (1,5 л/га) и мочевины (N10) для некорневых подкормок окупались доходом. Наиболее высокая окупаемость 1 руб. затрат отмечена при некорневой подкормке растений в среднем по гибридам кукурузы удобрением Батр 40 Азот в дозе 3,0 л/га (1,31 руб. дохода) и Вуксал Аминоплант в дозе 1,5 л/га (1,11 руб. дохода).

Таблица 6

Окупаемость затрат на применение удобрений, 2018–2020 гг.

Вариант	Затраты на внесение и стоимость удобрения, руб./га	Прибавка урожая, т/га	Стоимость дополнительной продукции, руб./га	Дополнительный чистый доход, руб./га	Получено дохода на 1 руб. затрат, руб.
Машук 185 МВ					
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	1343,38	0,21	2100	756,62	0,56
Вуксал Аминоплант (1,5 л/га)	1988,38	0,47	4700	2711,62	1,36
Мочевина (N10)	1841,38	0,24	2400	558,62	0,30
Машук 220 МВ					
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	1343,38	0,37	3700	2356,62	1,75
Вуксал Аминоплант (1,5 л/га)	1988,38	0,49	4900	2911,62	1,46
Мочевина (N10)	1841,38	0,22	2200	358,62	0,19
Машук 355 МВ					
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	1343,38	0,33	3300	1956,62	1,46
Вуксал Аминоплант (1,5 л/га)	1988,38	0,30	3000	1011,62	0,51
Мочевина (N10)	1841,38	0,32	3200	1358,62	0,74
В среднем по вариантам					
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	1343,38	0,31	3100	1756,62	1,31
Вуксал Аминоплант (1,5 л/га)	1988,38	0,42	4200	2211,62	1,11
Мочевина (N10)	1841,38	0,27	2700	858,62	0,47

Библиографический список

1. Адаев Н.Л. и др. Интенсификация системы удобрения кукурузы в условиях орошения в Чеченской Республике / Н.Л. Адаев, М.Х. Хамзатова, А.Г. Амаев // Кукуруза и сорго. – 2019. – № 2. – С. 14–21.
2. Багринцева В.Н. Эффективность азотного удобрения на гибридах кукурузы в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края / В.Н. Багринцева, И.Н. Ивашененко // Агрохимия. – 2018. – № 1. – С. 72–76.
3. Багринцева В.Н. Рекомендации по применению удобрений на кукурузе в Ставропольском крае / В.Н. Багринцева, И.А. Шмалько, И.Н. Ивашененко. – Ставрополь: ГКУ «ССИКЦ», 2018. – С. 36–39.
4. Багринцева В.Н. и др. Эффективность применения удобрения Батр 40 Азот и Батр Макс на кукурузе / В.Н. Багринцева, И.Н. Ивашененко, Г.Ю. Каримов, М.Х. Шарафутдинов // Кукуруза и сорго. – 2019. – № 2. – С. 9–13.
5. Багринцева В.Н. Эффективность предпосевного внесения под кукурузу мочевины и аммиачной селитры в Ставропольском крае / В.Н. Багринцева, С.В. Никитин, М.Ю. Черкасова // Агрохимия. – 2019. – № 10. – С. 46–51.
6. Багринцева В.Н. Отзывчивость гибридов кукурузы *ZEA MAYS L.* на некорневые подкормки агрохимикатами / В.Н. Багринцева, И.Н. Ивашененко // Проблемы агрохимии и экологии. – 2020. – № 3. – С. 15–20.
7. Егоров В.С. Фолиарное применение удобрений и механизм их поступления в растения / В.С. Егоров, А.А. Дзержинская // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – № 2. – С. 51–57.
8. Ивашененко И.Н. Роль азотного удобрения в повышении урожая и кормовой ценности зерна гибридов кукурузы / И.Н. Ивашененко, В.Н. Багринцева // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 2. – С. 168–175.
9. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений // Агрохимия. – 1990. – С. 131–148.
10. Новичихин А.М. Взаимодействие агрохимических средств и урожайность озимых тритикале и ржи / А.М. Новичихин, С.В. Мухина, В.Ю. Сыромятов // Развитие и внедрение современных технологий и систем ведения сельского хозяйства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Пермского НИИСХ (г. Пермь, 3–5 июля 2013 г.). – В 3 т. – Т. 1. Агрохимия и земледелие. – Ч. 2. – Пермь: ОТ и ДО, 2013. – С. 110–117.
11. Новичихин А.М. и др. Применение агрохимических средств и их взаимодействие на урожайность различных сортов озимой пшеницы / А.М. Новичихин, С.В. Мухина, Н.И. Юрьева, Г.В. Гончаров // Развитие и внедрение современных технологий и систем ведения сельского хозяйства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Пермского НИИСХ (г. Пермь, 3–5 июля 2013 г.). – В 3 т. – Т. 1. Агрохимия и земледелие. – Ч. 2. – Пермь: ОТ и ДО, 2013. – С. 118–125.
12. Оказова З.П. Гумат калия в технологии возделывания кукурузы / З.П. Оказова, М.М. Токбаев // Аграрная наука. – 2008. – № 10. – С. 22–24.
13. Стулин А.Ф. Влияние видов удобрений на урожайность кукурузы в условиях Воронежской области // Кукуруза и сорго. – 2012. – № 1. – С. 19–24.
14. 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.

15. *Третьякова Т.Ю.* Вплив карбаміду на ріст та розвиток кукурудзи в умовах Лівобережного Степу України // Збірник статей учасників двадцять четвертої всеукраїнської практично-пізнавальної конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього» (24–30 листопада 2018 р.). – Дніпро, 2018. – С. 14–16.
16. *Хатефов Э.Б.* Селекция многопочатковой кукурузы в КБНИИСХ / Э.Б. Хатефов, В.В. Шорохов, А.М. Кагермазов // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции «Золотое наследие академика ВАСХНИЛ М.И. Хаджинова», посвященной 110-летию со дня его рождения. – Краснодар: ООО «Эдвин», 2009. – С. 65–70.
17. *Шпаар Д. и др.* Кукуруза / Д. Шпаар, К. Гинапп, Д. Дрегер. – М.: ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2014. – С. 17–19.
18. *Bagrintseva V.N.* Responsiveness of maize hybrids and their parental forms to nitrogen fertilizer / V.N. Bagrintseva, I.N. Ivashenko // Russian Agricultural Sciences. – 2017. – Vol. – 43. – № 5. – Pp. 376–380.
19. *Harvey P.H.* Hereditary variation in plant nutrition // Genetics. – 1939. – № 24. – Pp. 150–168.
20. *Mahmoodi P., Yarnia M., Amirnia R., Khorshidi Benam M.B.* Effect of nitrogen foliar application on grain filling rate and period in 3 cultivars of corn (*Zea mays L.*) // African Journal of Agricultural Research. – 2011. – Vol. 6 (29). – № 12. – Pp. 6226–6231.
21. *Sarakhsi H.S., Sarakhsi M.H.S.* Influence of foliar application of urea on yield and the other characteristics of corn // Advances in Environmental Biology. – 2014. – Vol. 8. – № 17. – Pp. 53–59.
22. *Seshadri Kannan* Foliar Fertilization for Sustainable Crop Production // Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming. – 2010. – Pp. 371–402.
23. *Shabana Ehsan, Shahid Javed, Ifra Saleem, Fareeha Habib, Tahir Majeed.* Effect of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizers management on wheat yield // International Journal of Agronomy and Agricultural Research. – 2014. – Vol. 4. – № 4. – P. 28–33.
24. *Sharifi R.S.* Response of maize (*Zea mays L.*) cultivars to different levels of nitrogen fertilizer / R.S. Sharifi, R. Taghizadeh // J. Food Agricult. – Environ. – 2009. – V. 7. – № 3–4. – P. 518–521.

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF FOLIAR FEEDINGS WITH NITROGEN-CONTAINING FERTILIZERS AS EXEMPLIFIED BY MAIZE

I.N. IVASHENENKO, V.N. BAGRINTSEVA

(All-Russian Research Institute of Maize, Pyatigorsk)

The studies were aimed at determining the methods for the effective use of nitrogen fertilizers on maize. In the course of the studies, the authors put forward a hypothesis that the foliar use of nitrogen-containing agrochemicals can significantly increase the productivity of maize. They assessed the economic efficiency of foliar application of conventional nitrogen fertilizer (urea) and new nitrogen-containing agrochemicals to maize hybrids of different ripeness groups. The study purpose was to make a comparative effectiveness assessment of the foliar feeding of maize hybrids belonging to different ripening groups with urea as well as organic fertilizer Batr 40 Azot and antistressant stimulant Vuksal Aminoplant. The studies were conducted on the experimental field of the All-Russian Research Institute of Maize located at a distance of 3 km from the Pyatigorskiy settlement in the Prdgorniy District of the Stavropol Krai, at an altitude of 541 m above sea level, 44° north latitude, 43° east longitudes in a zone of sufficient moisture. The effect of two factors was studied in the field experiment: factor A – maize hybrids, factor B – foliar

fertilization. The varieties used in the study of factor A included early ripening maize hybrid Mashuk 185 MV (FAO 180), mid-early ripening maize hybrid Mashuk 220 MB (FAO 220), and mid-ripening maize hybrid Mashuk 355 MB (FAO 350). The following options were studied as factor B: without fertilizers; foliar application of Batr 40 Azot (3.0 l/ha), Vuksal Aminoplant (1.5 l/ha), and urea (N10). It was found that in the zone of sufficient moisture on the ordinary carbonate thick heavy loamy chernozem of the Stavropol Krai foliar application of nitrogen-containing fertilizers had a positive effect on the growth and productivity of maize hybrids. On average for 2018–2020, foliar feeding of plants in the phase of 7–8 leaves with agrochemicals Batr 40 Azot (3.0 l/ha) and Vuksal Aminoplant (1.5 l/ha) increased the yield of green mass of hybrid Mashuk 185 MV by 3.63–3.97 t/ha (11–12%); the yield of green mass of the hybrid Mashuk 220 MV increased by 6.85–7.46 t/ha (24–26%); the yield of green mass of the hybrid Mashuk 355 MV increased by 4.63–5.05 t/ha (14–16%). The grain yield of the hybrid Mashuk 185 MV increased by 0.21–0.47 t/ha (3–8%); the grain yield of the hybrid Mashuk 220 MV increased by 0.37–0.49 t/ha (7–9%); the grain yield of the hybrid Mashuk 355 MV increased by 0.30–0.33 t/ha (5–6%). Fertilizing maize hybrids with agrochemicals Batr 40 Azot (3.0 l/ha) and Vuksal Aminoplant (1.5 l/ha) at a dose of N10 provided higher green mass and grain yield as compared to urea (carbamide). The mid-early ripening hybrid Mashuk 220 MB was most responsive to foliar application of nitrogen-containing fertilizers. The costs of using fertilizers Batr 40 Nitrogen (3.0 l/ha), Vuksal Aminoplant (1.5 l/ha), and urea (N10) for foliar dressing were compensated by the income received. The highest average payback of 1 ruble spent on maize hybrids was noted for foliar feeding of plants with the fertilizer Batr 40 Nitrogen at a dose of 3.0 l/ha (1.31 rubles of income) and Vuksal Aminoplant at a dose of 1.5 l/ha (1.11 rubles of income).

Key words: fertilizer, foliar feeding, maize, hybrid, yield, green mass, grain, efficiency

References

1. Adaev N.L., Khamzatova M.Kh., Amaev A.G. et al. Intensifikatsiya sistemy udobreniya kukuruzy v usloviyakh orosheniya v Chechenskoj Respublike [Intensification of corn fertilizer system in the conditions of irrigation in the Chechen Republic]. *Kukuruza i sorgo*. 2019; 2: 14–21. (In Rus.)
2. Bagrintseva V.N., Ivashenenko I.N. Effektivnost' azotnogo udobreniya na gibridakh kukuruzy v zone dostatochnogo uvlazhneniya Stavropol'skogo kraja [Effect of nitrogen fertilizer on maize hybrids productivity in sufficient moistening zone of the Stavropol Krai]. *Agrokhimiya*. 2018; 1: 72–76. (In Rus.)
3. Bagrintseva V.N., Shmal'ko I.A., Ivashenenko I.N. Rekomendatsii po primeneniyu udobrenii na kukuruze v Stavropol'skom krae [Recommendations for the use of fertilizers on corn in the Stavropol Krai]. Stavropol': GKU "SSIKTs", 2018: 36–39. (In Rus.)
4. Bagrintseva V.N., Ivashenenko I.N., Karimov G.Yu., Sharafutdinov M.Kh. Effektivnost' primeneniya udobreniya Batr 40 Azot i Batr Maks na kukuruze [Fertilizer efficiency of Batr 40 Nitrogen and Batr Max on corn]. *Kukuruza i sorgo*. 2019; 2: 9–13. (In Rus.)
5. Bagrintseva V.N., Nikitin S.V., Cherkasova M.Yu. Effektivnost' predposevnogo vneseniya pod kukuruзу mocheviny i ammiachnoi selitry v Stavropol'skom krae [Effectiveness of preplant application of urea and ammonium nitrate for corn in the Stavropol Krai]. *Agrokhimiya*. 2019; 10: 46–51. (In Rus.)
6. Bagrintseva V.N., Ivashenenko I.N. Otzyvchivost' gibridov kukuruzy ZEA MAYS L. na nekornevye podkormki agrokhimikatami [Effect of foliar nutrition by agrochemicals on corn hybrids *Zea mays* L.]. *Problemy agrokhimii i ekologii*. 2020; 3: 15–20. (In Rus.)

7. Egorov V.S., Dzerzhinskaya A.A. Foliarnoe primeneniye udobrenii i mekhanizm ikh postupleniya v rasteniya [Foliar application of fertilizers and factors affecting their penetration into the leaf]. Problemy agrokhemii i ekologii. 2015; 2: 51–57. (In Rus.)

8. Ivashenko I.N., Bagrintseva V.N. Rol' azotnogo udobreniya v povyshenii urozhaya i kormovoi tsennosti zerna gibridov kukuruzy [Role of nitrogen fertilizer in increasing the yield and fodder value of corn hybrids grain]. Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2018; 101; 2: 168–175. (In Rus.)

9. Klimashevskiy E.L. Geneticheskii aspekt mineral'nogo pitaniya rastenii [Genetic aspects of mineral nutrition in plants]. Agrokhemiya. 1990: 131–148. (In Rus.)

10. Novichikhin A.M., Mukhina S.V., Syromyatov V.Yu. Vzaimodeistvie agrokhemicheskikh sredstv i urozhainost' ozimyykh tritikale i rzhi [Fertilizers application impact on the yields of winter rye and triticale]. Razvitie i vnedrenie sovremennykh tekhnologii i sistem vedeniya sel'skogo khozyaistva, obespechivayushchikh ekologicheskuyu bezopasnost' okruzhayushchei sredy: materialy mezhdunarodnoi nauchno-praktich. konf., posvyashchennoi 100-letiyu Permskogo NIISKh, July 3–5, 2013. Perm'. In three vol. Vol. 1. Agrokhemiya i zemledelie. Part 2. Perm': OT i DO, 2013: 110–117. (In Rus.)

11. Novichikhin A.M., Mukhina S.V., Yur'eva N.I., Goncharov G.V. Primeneniye agrokhemicheskikh sredstv i ikh vzaimodeistvie na urozhainost' razlichnykh sortov ozimoi pshenitsy [Application of agrochemicals and their impact on the yields of different cultivars of winter wheat]. Razvitie i vnedrenie sovremennykh tekhnologii i sistem vedeniya sel'skogo khozyaistva, obespechivayushchikh ekologicheskuyu bezopasnost' okruzhayushchei sredy: materialy mezhdunarodnoi nauchno-praktich. konf., posvyashchennoi 100-letiyu Permskogo NIISKh, July 3–5, 2013. Perm'. In three volumes. Vol. 1. Agrokhemiya i zemledelie. Part 2. Perm': OT i DO, 2013: 118–125. (In Rus.)

12. Okazova Z.P., Tokbaev M.M., Gumat kaliya v tekhnologii vozdeleyvaniya kukuruzy [Potassium humate in corn cultivation technology]. Agrarnaya nauka. 2008; 10: 22–24. (In Rus.)

13. Stulin A.F. Vliyaniye vidov udobrenii na urozhainost' kukuruzy v usloviyakh Voronezhskoi oblasti [Effect of fertilizer on maize yields in the Voronezh region]. Kukuруза i sorgo. 2012; 1: 19–24. (In Rus.)

14. Taran D.A. Produktivnost' gibridov kukuruzy v zavisimosti ot priposevnogo vneseniya i podkormki azotom i Gumatom kaliya na chernozeme vyzhelochennom Zapadnogo Predkavkaz'ya [Productivity of corn hybrids depending on the pre-sowing application and feeding with nitrogen and potassium humate on leached chernozem of the Western Ciscaucasia]. Self-review of PhD (Ag) thesis. Krasnodar, 2013: 24. (In Rus.)

15. Tret'yakova T.Yu. Vplyv karbamidu na rist ta rozvytok kukurudzy v umovakh Livoberezhnoho Stepu Ukraïny [Influence of urea on growth and development of corn in the conditions of the Left-Bank Steppe of Ukraine]. Zbirnyk stately uchasnykyv dvadtsyat' chetvortoï vseukraïns'koï praktychno-piznaval'noï konferentsii "Naukova dumka suchasnosti i maybutnoho" (24–30 listopada 2018). Dnipro, 2018: 14–16. (In Ukrainian)

16. Khatefov E.B., Shorokhov V.V., Kagermazov A.M. Seleksiya mnogopochatkovoi kukuruzy v KBNIISKh [Selection of multi-cob corn in KBNIISH]. Genetika, seleksiya i tekhnologiya vozdeleyvaniya kukuruzy: sb. nauchnykh trudov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Zolotoe nasledie akademika VASKhNIL M.I. Khadzhinova", posvyashchennoi 110-letiyu so dnya ego rozhdeniya. Krasnodar: OOO "Edvin", 2009: 65–70. (In Rus.)

17. Shpaar D., Ginapp K., Dreger D. i dr. Kukuруза [Corn]. Moskva: OOO "DLV AGRODELO", 2014: 17–19. (In Rus.)

18. Bagrintseva V.N., Ivashenko I.N. Responsiveness of maize hybrids and their parental forms to nitrogen fertilizer. Russian Agricultural Sciences. 2017; 43; 5: 376–380.

19. *Harvey P.H.* Hereditary variation in plant nutrition. *Genetics*. 1939; 24: 150–168.
20. *Mahmoodi P., Yarnia M., Amirnia R., Khorshidi Benam M.B.* Effect of nitrogen foliar application on grain filling rate and period in 3 cultivars of corn (*Zea mays L.*). *African Journal of Agricultural Research*. 2011; 6(29); 12: 6226–6231.
21. *Sarakhsi H.S., Sarakhsi M.H.S.* Influence of foliar application of urea on yield and the other characteristics of corn. *Advances in Environmental Biology*. 2014; 8; 17: 53–59.
22. *Seshadri Kannan* Foliar Fertilization for Sustainable Crop Production. *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming*. 2010: 371–402.
23. *Shabana Ehsan, Shahid Javed, Ifra Saleem, Fareeha Habib, Tahir Majeed.* Effect of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizers management on wheat yield. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. 2014; 4; 4: 28–33.
24. *Sharifi R.S., Taghizadeh R.* Response of maize (*Zea mays L.*) cultivars to different levels of nitrogen fertilizer. *J. Food Agricult. Environ.* 2009; 7; 3–4: 518–521.

Ивашенко Иван Николаевич, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2316-1769>. Отдел технологии возделывания кукурузы ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы» (357528, РФ, г. Пятигорск, ул. Ермолова, д. 14Б. E-mail: ivan-grass@mail.ru, тел.: (906) 474-97-70).

Багринцева Валентина Николаевна, и.о. зав. отделом технологии возделывания кукурузы, главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7116-1974>. Отдел технологии возделывания кукурузы ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы» (357528, РФ, г. Пятигорск, ул. Ермолова, д. 14Б. E-mail: maize-techno@mail.ru, тел.: (962) 410-08-16).

Ivan N. Ivashenko, Key Research Associate, PhD (Ag), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2316-1769>. Department of Maize Cultivation Technology, All-Russian Research Scientific Institute of Maize: 14B Ermolova Str., Pyatigorsk, Russian Federation (357528. E-mail: ivan-grass@mail.ru, phone: (906) 474-97-70).

Valentina N. Bagrintseva, Acting Head of Maize Cultivation Technology Department, Chief Research Associate, DSc (Ag), Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7116-1974>. Maize Technology Cultivation Department, All-Russian Research Scientific Institute of Maize: 14B Ermolova Str., Pyatigorsk, Russian Federation (357528. E-mail: maize-techno@mail.ru).