

УРОЖАЙ И ОКУПАЕМОСТЬ УДОБРЕНИЙ ПРИ КОРНЕВОМ И НЕКОРНЕВОМ ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ

Шмалько И.А., (✉)Багринцева В.Н.

Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы

Пятигорск, Ставропольский край, Россия

(✉)e-mail: maize-techno@mail.ru

Представлены результаты исследования влияния корневого и некорневого питания на урожай зерна гибридов кукурузы. Полевые опыты проведены в 2018–2020 гг. в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Корневое питание растений проводили под предпосевную культивацию (весной) аммиачной селитрой и нитроаммофоской дозе 30 кг д.в. Некорневое питание вносили по листу в фазе 8 листьев удобрением Вуксал Макромикс в дозе 2,5 л/га. Удобрения изучали на среднераннем гибриде Машук 220 МВ и среднеспелом Машук 355 МВ. Наибольший урожай зерна гибридов в 2018 г. получен от внесения по листу удобрения Вуксал Макромикс в дозе 2,5 л/га, прибавка относительно контроля гибрида Машук 220 МВ составила 0,89 т/га, гибрида Машук 355 МВ – 1,44 т/га. В 2019 г. наибольший урожай зерна гибридов получен от внесения под предпосевную культивацию нитроаммофоски в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Прибавка урожая зерна гибрида Машук 220 МВ составила 0,78 т/га (11,2%), гибрида Машук 355 МВ – 0,90 т/га (11,7%). В 2020 г. наибольший урожай зерна гибрида Машук 220 МВ получен при подкормке растений через листья удобрением Вуксал Макромикс в дозе 2,5 л/га, гибрида Машук 355 МВ при внесении под предпосевную культивацию аммиачной селитры в дозе N_{30} , прибавки составили соответственно 0,37 т/га (8,1%) и 0,29 т/га (6,6%). В среднем за 2018–2020 гг. наибольший урожай гибридов отмечен при внесении удобрения Вуксал Макромикс 2,5 л/га по листу. Прибавка урожая зерна гибрида Машук 220 МВ составила 0,60 т/га (11,0%), гибрида Машук 355 МВ – 0,63 т/га (10,5%). Окупаемость удобрений зерном при выращивании гибрида Машук 220 МВ была выше в варианте корневого питания растений удобрением Вуксал Макромикс 2,5 л/га, на 1 р. затрат получено 0,90 р. дохода. При выращивании гибрида Машук 355 МВ при внесении под предпосевную культивацию аммиачной селитры в дозе N_{30} на 1 р. затрат получено 1,69 р. дохода.

Ключевые слова: кукуруза, удобрения, корневая и некорневая подкормка, урожайность, зерно

YIELD AND RETURN ON FERTILIZER WITH ROOT AND FOLIAR FEEDING OF CORN PLANTS

Shmalko I.A., (✉)Bagrintseva V.N.

All-Russian Scientific Research Institute of Corn

Pyatigorsk, Stavropol Territory, Russia

(✉)e-mail: maize-techno@mail.ru

The results of the study of the effect of root and foliar nutrition on grain yield of maize hybrids are presented. Field experiments were conducted in 2018–2020 in the zone of sufficient moisture of the Stavropol Territory. Root nutrition of plants was carried out under presowing cultivation (in spring) with ammonium nitrate and nitroammonium phosphate at a dose of 30 kg of active agent. Foliar feeding was applied in the 8-leaf phase with Vuxal Macromix fertilizer at a dose of 2.5 l/ha. Fertilizers were studied on the middle-early hybrid Mashuk 220 MV and the mid-season-ripening Mashuk 355 MV. The highest hybrid grain yield in 2018 was obtained from the leaf application of the Vuxal Makromiks fertilizer at a dose of 2.5 l/ha, the increase relative to the control of the hybrid Mashuk 220 MV was 0.89 t/ha, the hybrid Mashuk 355 MV - 1.44 t/ha. In 2019, the highest hybrid grain yield was obtained from the application of ammonium nitrate phosphate fertilizer at a dose of $N_{30}P_{30}K_{30}$ under pre-sowing cultivation. The grain yield increase of Mashuk 220 MV hybrid was 0.78 t/ha (11.2%), of Mashuk 355 MV hybrid - 0.90 t/ha (11.7%). In 2020, the highest yield of the grain hybrid Mashuk 220 MV was obtained when feeding the plants through the leaves with

the Vuxal Macromix fertilizer at a dose of 2.5 l / ha, the hybrid Mashuk 355 MV when applying ammonium nitrate phosphate fertilizer at a dose of N₃₀ under pre-sowing cultivation, the increase amounted to respectively 0.37 t / ha (8.1%) and 0.29 t / ha (6.6%). On average for 2018-2020, the highest hybrid yields were seen with a 2.5 L/ha application of Vuxal Macromix foliar fertilizer. Increase in grain yield of the hybrid Mashuk 220 MV was 0.60 t / ha (11,0%), the hybrid Mashuk 355 MV - 0.63 t / ha (10,5%). Payback of fertilizers by grain when growing hybrid Mashuk 220 MV was higher in the variant of root feeding of plants by fertilizer Vuxal Macromix 2,5 l/ha, for 1 ruble of costs 0,90 ruble of income was received. When growing the hybrid Mashuk 355 MV with the introduction of ammonium nitrate under pre-sowing cultivation at a dose of N₃₀, 1 ruble of costs received 1.69 rubles of income.

Keywords: corn, fertilizers, root and foliar feeding, productivity, grain

Для цитирования: Шмалько И.А., Багринцева В.Н. Урожай и окупаемость удобрений при корневом и некорневом питании растений кукурузы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 3. С. 17–23. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-3-2>. EDN HDJQBG.

For citation: Shmalko I.A., Bagrintseva V.N. Yield and return on fertilizer with root and foliar feeding of corn plants. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 3, pp. 17–23. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-3-2>. EDN HDJQBG.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Усвоение химических элементов в процессе минерального питания является важнейшей физиологической потребностью растений [1]. Кукуруза нуждается в плодородной почве, что создается соответствующей системой удобрений. Средством повышения урожайности кукурузы является правильное применение удобрений [2, 3]. Для этих целей используют различные способы улучшения обеспеченности растений элементами питания: внесение минеральных удобрений: взброс под основную обработку почвы, под предпосевную культивацию, при посеве, а также применение агрохимикатов в виде некорневых подкормок [4, 5]. Немаловажным фактором является корневое питание кукурузы. Особенности корневой системы кукурузы дают ей возможность для быстрого и значительного потребления питательных веществ из почвы [6].

Лист – основная лаборатория растения, где создается органическое вещество урожая. Через листья растения также способны усваивать макро- и микроэлементы удобрений. В листьях в результате биохимических реакций

происходит ускорение фотосинтеза, повышается содержание хлорофилла, что способствует углеводному и белковому обмену. В связи с этой особенностью листьев некорневое питание растений для кукурузы также имеет большое значение [7]. Исследованиями многих авторов отмечено положительное влияние на урожайность кукурузы азотных и комплексных удобрений, внесенных под предпосевную культивацию¹ [8–10]. Внекорневые подкормки кукурузы удобрениями, включая метаболизм растительного организма и увеличивая его потенциальные возможности, также положительно влияют на урожайность.

Производство и применение удобрений в России увеличиваются с каждым годом, расширяется их ассортимент. В последние годы возрос интерес к различным минеральным и органоминеральным удобрениям для улучшения условий питания растений полезными веществами через лист [11–13]. Кроме макро- и микроэлементов многие из них содержат аминокислоты, витамины, природные гормоны, ростостимулирующие и другие вещества. Современные наиболее эффективные агрохимикаты для некорневых подкормок растений

¹Сычев В.Г. Перспективы использования новых агрохимикатов в современных агротехнологиях / Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Материалы докладов участников 10-й науч.-практ. конф. «Анапа-2018» / Под редакцией академика РАН В.Г. Сычева. М.: ООО «Плодородие», 2018. С. 3–6. 244 с.

представляют собой сложные многокомпонентные и multifunctional продукты с инновационными решениями. Удобрения для некорневой подкормки растений, быстро включаясь в обмен веществ, транспортируются в органы растений и обеспечивают увеличение урожая зерна кукурузы. Мировая тенденция производства растениеводческой продукции направлена на научно обоснованное применение экономически эффективных и экологически безопасных агрохимикатов.

Цель применения удобрений состоит в устранении недостатка необходимого количества того или иного требующегося кукурузе питательного вещества и в получении окупаемости затрат. Поэтому вопрос научно обоснованного, рационального применения минеральных удобрений и агрохимикатов с наибольшей окупаемостью затрат является актуальным.

Цель исследований – сравнить эффективность, а также окупаемость аммиачной селитры и нитроаммофоски, внесенных под предпосевную культивацию, и некорневой подкормки растений кукурузы в фазе 7–8 листьев удобрением Вуксал Макромикс.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые опыты проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый. Объемная масса метрового слоя почвы в среднем составляет 1,25 г/м³. Гумуса в слое почвы 0–20 см содержится около 4,7%. Реакция почвенного раствора гумусового горизонта щелочная (рН водной вытяжки 7,5). Содержание в почве подвижного фосфора – низкое, обменного калия – среднее.

Исследования проводили на среднераннем гибриде Машук 220 МВ (ФАО 220) и средне-спелом Машук 355 МВ (ФАО 350). Площадь делянки, занимаемая одним гибридом кукурузы, равна 19,6 м² (7,0 × 2,8 м), учетная – 9,8 м² (7,0 × 1,4 м). Повторение вариантов в опыте четырехкратное. Предшественником кукурузы в опытах была озимая пшеница. Основная

обработка почвы отвальная. После уборки предшественника проведено двукратное лушение стерни, осенью – вспашка. Весной до посева проведены две культивации.

В 2018 г. сеяли кукурузу 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 – 70 тыс. шт./га. Для борьбы с сорными растениями посев кукурузы в фазе 3 листьев обработали гербицидом Аденго (0,5 л/га). С целью рыхления почвы в фазе 7–8 листьев культуры провели междурядную культивацию.

Аммиачную селитру и нитроаммофоску вносили весной под первую весеннюю 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.

Учет урожайности проводили в фазе полной спелости зерна. С учетной площади початки выламывали вручную и обмолачивали на молотилке. При обмолоте определяли влажность зерна и пересчитывали на стандартную 14%-ю влажность. Математическую обработку урожайных данных осуществляли по методике Б.А. Доспехова².

Аммиачная селитра (азотнокислый аммоний, нитрат аммония) NH_4NO_3 – содержит (N) 34–35%. Нитроаммофоска (дигидроортофосфат аммония, нитрат аммония, хлорид калия) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl}$ содержит (NPK) 16 : 16 : 16. Вуксал Макромикс – минеральное удобрение для некорневой подкормки кукурузы, имеющее в составе макроэлементы (N – 241,0 г/л, P_2O_5 – 241,0; K_2O – 181,0 г/л) и микроэлементы (B – 0,3 г/л, 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 прилипателя.

Образцы почвы для анализа на содержание элементов питания в слое 0–20 см отбирали в фазе 5 листьев у кукурузы. Химический анализ почвы на содержание нитратного азота

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

проводили по методу Грандваль-Ляжу, подвижного фосфора и обменного калия – по Мачигину.

Среднее многолетнее количество осадков за период вегетации кукурузы составляет 343,6 мм. В 2018–2020 гг. осадков за май – сентябрь (период вегетации кукурузы) 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%). Среднесуточная температура воздуха в течение вегетации кукурузы в годы исследований была выше средней многолетней (17,9 °C), в 2018 г. – на 3,1 °C, в 2019 г. – на 1,8 °C, в 2020 г. – на 2,3 °C.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Внесение удобрений оказало влияние на повышение в почве элементов питания. В 2018 г. на контроле без удобрений содержание нитратного азота составило 17,4 мг/кг, подвижного фосфора 15 мг/кг, обменного калия 312 мг/кг, в 2019 г. соответственно 17,6; 12,0; 270 мг/кг, в 2020 г. – 17,6; 9,0; 235 мг/кг. В 2018 г. внесение под предпосевную культивацию аммиачной селитры в дозе N_{30} повысило содержание нитратного азота на 8,9 мг/кг, подвижного фосфора на 1,3 мг/кг, обменного калия на 18 мг/кг, в 2019 г. соответственно на 6,4; 2,0; 21,0 мг/кг, в 2020 г. на 5,2; 1,0; 31,0 мг/кг. Внесение под предпосевную культивацию нитроаммофоски в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ в 2018 г. повысило содержание нитратного азота на 6,9 мг/кг, подвижного фосфора на 2,0 мг/кг. В 2019 г. содержание

азота повысилось на 16,3 мг/кг, подвижного фосфора – на 14 мг/кг, обменного калия – на 25 мг/кг, в 2020 г. соответственно – на 12,4; 6,0; 56 мг/кг. В среднем за три года от применения удобрений содержание нитратного азота повысилось на 11,9 мг/кг, подвижного фосфора – на 7,3 мг/кг, обменного калия – на 27 мг/кг.

Полученные данные свидетельствуют о положительной реакции растений на применение удобрений как под предпосевную культивацию, так и по листу. Питание растений разными удобрениями по сравнению с неудобренным контролем повышало урожай зерна кукурузы (см. табл. 1).

В 2018 г. наиболее высокоэффективным приемом внесения удобрений оказалось foliarное внесение удобрений Вуксал Макромикс в фазе 7–8 листьев.

При питании растений через листья удобрением Вуксал Макромикс урожай зерна гибрида Машук 220 МВ существенно повысился на 18,6%, гибрида Машук 355 МВ – на 24,4%. Усвоение питательных элементов через корни при внесении под культивацию полного минерального удобрения $N_{30}P_{30}K_{30}$ не существенно повысило урожай зерна гибридов Машук 220 МВ на 14,2% и Машук 355 МВ на 5,3%.

Исключение из корневого питания фосфора и калия и внесение только аммиачной селитры в дозе N_{30} тоже было несущественным, урожай зерна гибрида Машук 220 МВ повысился на 1,3%, Машук 355 МВ – на 12,8%.

В 2019 г. наибольшее повышение урожая зерна гибрида Машук 220 МВ на 11,2%, Машук 355 МВ на 11,7% отмечено при корневом

Табл. 1. Влияние удобрений на урожай зерна, т/га (2018–2020 гг.)

Table 1. Effect of fertilizers on grain yield, t/ha (2018–2020)

Гибрид	Год	Без удобрений	Внесение удобрений под культивацию		Обработка Вуксалом Макромикс 2,5 л/га в фазе 7–8 листьев	НСР _{0,05} , т/га
			N_{30}	$N_{30}P_{30}K_{30}$		
Машук 220 МВ	2018	4,79	4,85	5,47	5,68	0,71
	2019	6,98	7,53	7,76	7,60	0,30
	2020	4,55	4,64	4,38	4,92	0,36
В среднем		5,44	5,67	5,87	6,04	
Машук 355 МВ	2018	5,90	6,42	6,21	7,34	0,73
	2019	7,71	8,40	8,61	8,10	0,43
	2020	4,39	4,68	4,50	4,64	0,42
В среднем		6,00	6,50	6,44	6,63	

питании растений нитроаммофоской в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Некорневая подкормка растений удобрением Вуксал Макромикс по листу дала прибавку урожая зерна гибрида Машук 220 МВ 8,9%, однако ее преимущество не существенно отличалось от внесения под предпосевную культивацию аммиачной селитры в дозе N_{30} , давшей прибавку 7,9%. Корневое питание растений гибрида Машук 355 МВ аммиачной селитрой в дозе N_{30} существенно повысило урожай зерна на 8,9%. От внесения удобрения Вуксал Макромикс по листу прибавка урожая зерна была незначительной (5,1%).

В 2020 г. эффективность от применения удобрений для корневого питания была ниже, чем от некорневой подкормки растений по листу. Наилучшее использование питательных веществ через листья при применении удобрения Вуксал Макромикс в фазе 7–8 листьев существенно повысило урожай зерна гибрида Машук 220 МВ (на 8,1%). Отмечено незначительное повышение урожая зерна этого гибрида (на 2%) при внесении под предпосевную культивацию аммиачной селитры N_{30} , а при внесении под культивацию $N_{30}P_{30}K_{30}$ наблюдали отрицательный эффект и снижение урожая зерна на 3,7%. На гибриде Машук 355

МВ не отмечено преимущества внесения удобрения Вуксал Макромикс по листу по сравнению с внесением под предпосевную культивацию аммиачной селитры в дозе N_{30} , получены незначительные прибавки урожая зерна (5,7 и 6,6% соответственно).

В среднем за 2018–2020 гг. некорневая подкормка удобрением Вуксал Макромикс в фазе 7–8 листьев обеспечила максимальные прибавки урожая зерна гибридов (на 11,0 и 10,5%). Внесение для корневого питания под предпосевную культивацию нитроаммофоски $N_{30}P_{30}K_{30}$ повысило урожай гибридов на 7,9 и 7,3%. Для гибрида кукурузы Машук 355 МВ корневое питание растений аммиачной селитрой в дозе N_{30} , внесенной под предпосевную культивацию, было более эффективным, чем для гибрида Машук 220 МВ, прибавки урожая составили соответственно 8,3 и 4,2%.

Полученные данные по окупаемости затрат на применение удобрений показали целесообразность применения как аммиачной селитры под культивацию, так и некорневой подкормки растений удобрением Вуксал Макромикс (см. табл. 2).

Затраты на внесение удобрений по листу,

Табл. 2. Окупаемость удобрений в среднем за 2018–2020 гг.

Table 2. Payback on fertilizers on average for 2018–2020

Показатель	Гибрид	Внесение удобрений под культивацию		Обработка Вуксалом Макромикс 2,5 л/га в фазе 7–8 листьев
		N_{30}	$N_{30}P_{30}K_{30}$	
Прибавка урожая, т/га	Машук 220 МВ	0,23	0,43	0,60
	Машук 355 МВ	0,50	0,44	0,63
Стоимость дополнительной продукции, р./га	Машук 220 МВ	2300	4300	6000
	Машук 355 МВ	5000	4400	6300
Затраты на внесение удобрений, р./га	Машук 220 МВ	1857	3008	3153
	Машук 355 МВ	1857	3008	3153
В том числе стоимость удобрений, р./га	Машук 220 МВ	1004	2150	2500
	Машук 355 МВ	1004	2150	2500
Дополнительный чистый доход, р./га	Машук 220 МВ	443	1292	2847
	Машук 355 МВ	3143	1392	3147
Получено дохода на 1 р. затрат, р.	Машук 220 МВ	0,24	0,43	0,90
	Машук 355 МВ	1,69	0,46	1,00

включая их стоимость, при некорневой подкормке удобрением Вуксал Макромикс оказались выше, чем при внесении минеральных удобрений под культивацию. Однако стоимость прибавки урожая зерна в варианте некорневой подкормки растений удобрением Вуксал Макромикс в фазе 7–8 листьев превысила стоимость внесенных удобрений на гибриде Машук 220 МВ в 1,9 раза, Машук 355 МВ 2,0 раза, при внесении под культивацию нитроаммофоски $N_{30}P_{30}K_{30}$ соответственно в 1,4 и 1,5 раза, аммиачной селитры N_{30} – в 1,2 и 2,7 раза.

Применение для некорневой подкормки растений гибридов Машук 220 МВ и Машук 355 МВ удобрения Вуксал Макромикс дало наибольший дополнительный чистый доход, который был обусловлен более высокими прибавками урожая зерна. Полученные в вариантах применения под культивацию нитроаммофоски $N_{30}P_{30}K_{30}$ и селитры N_{30} меньшие прибавки урожая зерна сопровождались снижением дохода.

На один рубль дополнительных затрат при некорневой подкормке растений гибрида Машук 220 МВ удобрением Вуксал Макромикс в фазе 7–8 листьев дополнительной продукции приходилось 0,90 р., при внесении под культивацию нитроаммофоски $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 0,43 р., аммиачной селитры N_{30} – 0,24 р., гибрида Машук 355 МВ соответственно 1,00; 0,46 и 1,69 р.

ВЫВОДЫ

1. Анализ данных о влиянии корневого и некорневого питания растений показал, что внесение удобрения Вуксал Макромикс в дозе 2,5 л/га по листу имеет преимущество по сравнению с внесением удобрений N_{30} и $N_{30}P_{30}K_{30}$ под предпосевную культивацию. Корневое питание растений аммиачной селитрой в дозе N_{30} , внесенной под предпосевную культивацию, повышает урожай зерна кукурузы гибрида Машук 220 МВ на 4,2%, Машук 355 МВ – на 8,3%, нитроаммофоской $N_{30}P_{30}K_{30}$ – на 7,9 и 7,3%. Некорневая подкормка растений удобрением Вуксал Макромикс в фазе 7–8 листьев в дозе 2,5 л/га дала прибавку урожая 11,0 и 10,5%.

2. С экономической точки зрения при

выращивании гибрида Машук 220 МВ окупаемость внесения удобрений прибавкой урожая зерна выше при некорневой подкормке растений удобрением Вуксал Макромикс 2,5 л/га в фазе 7–8 листьев, гибрида Машук 355 МВ – при корневом питании растений аммиачной селитрой в дозе N_{30} , внесенной под предпосевную культивацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриенко С.С., Куперман Ф.М. Физиология кукурузы: монография. М: Издательство Московского университета, 1959. 288 с.
2. Агеев В.В., Чернов А.П., Куйдан А.П., Дёмкин В.И., Махуков, П.И., Подколзин А.И., Есaulко А.Н., Кузённая М.А., Литвиненко М.В. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур на юге России: монография. Ставрополь, ГСХА, 1999. 113 с.
3. Ермоленко В.П. Научные основы земледелия Дона: монография. М.: ИК «Родник», 1999. 176 с.
4. Крамарев С.М., Коваленко В.Е., Скрипник Л.Н. Прикорневая подкормка кукурузы в условиях северной части Степной зоны Украины // Агрохимия. 1999. № 11. С. 45–53.
5. Мамсилов Н.И., Тугуз Р.К., Тимов М.Р. Кукуруза в севооборотах короткой ротации и рациональное применение удобрений при ее монокультуре // Земледелие. 2014. № 1. С. 35–37.
6. Моисеев А.А., Власов П.Н., Ивойлов А.В. Реакция гибридов кукурузы на внесение удобрений и препарата Микроэл при возделывании кукурузы в условиях неустойчивого увлажнения // Агрохимия. 2017. № 6. С. 30–38.
7. Sharifi R.S., Taghizadeh R. Response of maize (*Zea mays* L.) cultivars to different levels of nitrogen fertilizer // Journal of Agricultural and Environment. 2009. Vol. 7. N 3–4. P. 518–521.
8. Стулин А.Ф. Влияние видов удобрений на урожайность кукурузы в условиях Воронежской области // Кукуруза и сорго. 2012. № 1. С. 19–24.
9. Шелганов И.И., Воронин А.Н. Особенности минерального питания кукурузы // Кукуруза и сорго. 2008. № 4. С. 10–11.
10. Никитишин В.И., Личко В.И. Минеральное питание кукурузы при взаимодействии азотного и фосфорного удобрения // Агрохимия. 2012. № 11. С. 9–15.
11. Васильченко С.А., Метлина Г.В. Влияние минеральных удобрений с микроэлементами на продуктивность гибридов кукурузы раз-

личных групп спелости // *Зерновое хозяйство России*. 2015. № 4 (40). С. 54–58.

12. Адаев Н.Л., Хамзатова М.Х., Амаева А.Г., Муев А.А., Адаев А.Н. Интенсификация системы удобрения кукурузы в условиях орошения в Чеченской Республике // *Кукуруза и сорго*. 2019. № 2. С. 14–21.
13. Шмалько И.А., Багринцева В.Н. Эффективные удобрения и регуляторы роста для кукурузы // *Кукуруза и сорго*. 2016. № 2. С. 17–20.

REFERENCES

1. Andrienko S.S., Kuperman F.M. *Corn Physiology*. Moscow, Moscow University Press, 1959, 288 p. (In Russian).
2. Ageev V.V., Chernov A.P., Kuydan A.P., Demkin V.I., Makhukov P.I., Podkolzin A.I., Esaulko A.N., Kuzennaya M.A., Litvinenko M.V. *Peculiarities of nutrition and fertilizer of agricultural crops in the South of Russia*. Stavropol, GSHA, 1999, 113 p. (In Russian).
3. Ermolenko V.P. *Scientific foundations of Don agriculture*. Moscow, IK "Rodnik", 1999. 176 p. (In Russian).
4. Kramarev S.M., Kovalenko V.E., Skripnik L.N. Preplanting fertilization of corn in the northern steppe zone of Ukraine. *Agrokhimiya = Agrochemistry*, 1999, no. 11, pp. 45–53. (In Russian).
5. Mamsirov N.I., Tuguz R.K., Timov M.R. Corn in crop rotations with short rotation and rational use of fertilizers in its monoculture. *Zemledelie = Zemledelie*, 2014, no. 1, pp. 35–37. (In Russian).
6. Moiseev A.A., Vlasov P.N., Ivoilov A.V. The effect of fertilizer application and preparation Microel for grain corn hybrids in the conditions of

unstable moistening. *Agrokhimiya = Agrochemistry*, 2017, no. 6, pp. 30–38. (In Russian).

7. Sharifi, R.S., Taghizadeh, R. Response of maize (*Zea mays* L.) cultivars to different levels of nitrogen fertilizer. *Journal of Agricultural and Environment*, 2009, vol. 7, no. 3–4, pp. 518–521.
8. Stulin, A.F. Effect of fertilizer on maize yields in the Voronezh region. *Kukuruza i sorgo = Corn and sorghum*, 2012, no. 1, pp. 19–24. (In Russian).
9. Shelganov I.I., Voronin A.N. Features of the mineral corn nutrition. *Kukuruza i sorgo = Corn and sorghum*, 2008, no. 4, pp. 10–11. (In Russian).
10. Nikitishen V.I., Lichko V.I. Mineral nutrition of corn plants on nitrogen- phosphorus fertilizers interaction. *Agrokhimiya = Agrochemistry*, 2012, no. 11, pp. 9–15. (In Russian).
11. Vasilchenko S.A., Metlina G.V. Effect of fertilizers with micro elements on productivity of maize hybrids of different groups of ripeness. *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain economy of Russia*, 2015, no. 4 (40), pp. 54–58. (In Russian).
12. Aдаев Н.Л., Хамзатова М.Х., Амаева А.Г., Муев А.А., Адаев А.Н. Intensification of corn fertilizer system in the conditions of irrigation in the Chechen Republic. *Kukuruza i sorgo = Corn and sorghum*, 2019, no. 2, pp. 14–21. (In Russian).
13. Shmalko I.A., Bagrintseva V.N. Effective fertilizers and growth regulators for corn. *Kukuruza i sorgo = Corn and sorghum*, 2016, no. 2, pp. 17–20. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шмалько И.А., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

✉ **Багринцева В.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 357528, Ставропольский край, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14Б, e-mail: maize-techno@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Irina A. Shmalko, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

✉ **Valentina N. Bagrintseva**, Doctor of Science in Agriculture, Professor, Head Researcher; **address:** 14-B, Ermolova St., Pyatigorsk, Stavropol Territory, 357528, Russia; e-mail: maize-techno@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 13.04.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 11.05.2022
Дата публикации / Published 25.07.2022