

УДК 633.15:631.8

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-5-191-199

EDN: LRZRJJ

Научная статья

Эффективность применения аммиачной селитры и удобрения КАС-32 при возделывании кукурузы на зерно

В. Н. Багринцева[✉], И. Н. Ивашененко

Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы
357528, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 140

Аннотация. Аммиачная селитра – эффективное азотное удобрение для прикорневой подкормки кукурузы. Применение этого удобрения на кукурузе ограничивают высокие цены. Альтернативой аммиачной селитре может быть удобрение КАС-32 (карбамидно-аммиачная смесь), стоимость которого ниже и затраты на внесение меньше.

Цель исследования – определить эффективный вариант применения удобрений аммиачная селитра и КАС-32 для прикорневых подкормок кукурузы. Варианты опыта: 1) контроль без удобрений; 2) аммиачная селитра (Naa) 100 кг/га в физическом весе в фазе 6 листьев + в фазе 8 листьев; 3) аммиачная селитра (Naa) 100 кг/га в физическом весе в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев; 4) КАС-32 (107 кг/га) в фазе 6 листьев + 8 листьев. Эффективность подкормок азотными удобрениями изучали на гибриде кукурузы Машук 390 МВ (ФАО 390). Работа выполнена в 2022–2024 гг. в Ставропольском крае.

Результаты. После двойной подкормки аммиачной селитрой высота растений кукурузы в фазе цветения увеличилась в среднем за 2022–2024 гг. на 10 см. При применении аммиачной селитры и удобрения КАС-32 растения стали выше на 12 см. Подкормки кукурузы удобрением КАС-32 увеличили высоту растений на 9 см. Прикорневые подкормки кукурузы в фазе 6 и 8 листьев аммиачной селитрой в дозе 100 кг/га повысили урожайность зерна в среднем за 2022–2024 гг. на 0,71 т/га (11,8 %). Применение аммиачной селитры для подкормки кукурузы в фазе 6 листьев и КАС-32 в фазе 8 листьев повысило урожайность зерна в среднем на 0,81 т/га (13,4 %). Двукратная подкормка растений кукурузы в фазе 6 и 8 листьев только жидким азотным удобрением КАС-32 увеличила урожайность зерна в среднем на 0,71 т/га (11,8 %). Наименьшие затраты (4535,09 руб./га в среднем за 2022–2024 гг.) складывались при применении для подкормок кукурузы жидкого удобрения КАС-32 в дозе 107 кг/га, наибольшие (4973,96 руб./га) – при применении аммиачной селитры. Наибольшую окупаемость 1 рубля затрат, составлявших 4754,52 руб./га, обеспечивали подкормки растений аммиачной селитрой в фазе 6 листьев и КАС-32 в фазе 8 листьев, каждый рубль дал 1,04 руб. дохода.

Выводы. В связи с высокой эффективностью и меньшей стоимостью целесообразно проводить подкормку растений кукурузы в фазе 6 листьев аммиачной селитрой Naa (100 кг/га), вторую подкормку в фазе 8 листьев удобрением КАС-32 (107 кг/га) или для подкормок использовать только КАС-32.

Ключевые слова: кукуруза, удобрения, аммиачная селитра, КАС-32, урожайность зерна, затраты, окупаемость

Поступила 08.07.2025, одобрена после рецензирования 11.09.2025, принята к публикации 25.09.2025

Для цитирования. Багринцева В. Н., Ивашененко И. Н. Эффективность применения аммиачной селитры и удобрения КАС-32 при возделывании кукурузы на зерно // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 5. С. 191–199. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-5-191-199

Effectiveness of ammonium nitrate and CAS-32 fertilizer in cultivation of corn

V.N. Bagrintseva[✉], I.N. Ivashenenko

All-Russian Research Institute of Corn
14o Yermolova street, Pyatigorsk, 357528, Russia

Abstract. Ammonium nitrate is a highly effective nitrogen fertilizer that can be used to feed the roots of corn. However, the use of this fertilizer is limited due to its high price. An alternative to ammonium nitrate could be the fertilizer KAS-32, which is a urea-ammonia mixture. the cost of which is lower and the application costs are also lower.

Aim. The research aims to determine the most efficient application of ammonium nitrate and CAS-32 fertilizer for root-zone fertilization of corn plants. The experimental variants includes: 1) control (no fertilizers); 2) ammonium nitrate (Naa) at 100 kg/ha in physical weight applied during the 6-leaf stage + 8-leaf stage; 3) ammonium nitrate (Naa) at 100 kg/ha during the 6-leaf stage + CAS-32 (107 kg/ha) during the 8-leaf stage; 4) CAS-32 (107 kg/ha) applied during both the 6-leaf and 8-leaf stages. The effectiveness of nitrogen fertilization was studied on the corn hybrid Mashuk 390 MV (FAO 390). The study was conducted in the Stavropol Krai from 2022 to 2024.

Results. After double fertilization with ammonium nitrate, the plant height during the flowering phase increased by an average of 10 cm over the 2022–2024 period. When ammonium nitrate and CAS-32 are combined, plants grow 12 cm taller. Fertilization with CAS-32 alone resulted in an increase in plant height of 9 cm. Root-zone fertilization with ammonium nitrate at a rate of 100 kg/ha during the 6-leaf and 8-leaf stages resulted in an average grain yield increase of 0.71 t/ha (11.8%) over three years. The combination of ammonium nitrate applied at the 6-leaf stage and CAS-32 at the 8-leaf stage increased grain yield by an average of 0.81 t/ha, or 13.4%. Double fertilization with liquid nitrogen fertilizer CAS-32 at the 6- and 8-leaf stages increases grain yield by an average of 0.71 t/ha (11.8%). The lowest costs (an average of 4,535.09 rubles/ha for 2022–2024) were observed when using liquid CAS-32 fertilizer at a rate of 107 kg/ha, while the highest costs (4973.96 rubles/ha) are associated with the application of ammonium nitrate. The highest return on investment (4754.52 rubles/ha) was achieved with ammonium nitrate applied during the 6-leaf stage and CAS-32 during the 8-leaf stage, yielding 1.04 rubles for every ruble spent.

Conclusions. Due to its high efficiency and low cost, it is recommended to fertilize corn plants during the 6-leaf stage with ammonium nitrate (Naa 100 kg/ha), followed by a second application of KAS-32 fertilizer during the 8-leaf stage with 107 kg/ha, or alternatively, KAS-32 can be used as the sole fertilizer for both applications.

Keywords: corn, fertilizers, ammonium nitrate, CAS-32, grain yield, costs, profitability

Submitted on 08.07.2025,

approved after reviewing on 11.09.2025,

accepted for publication on 25.09.2025

For citation. Bagrintseva V.N., Ivashenenko I.N. Effectiveness of ammonium nitrate and CAS-32 fertilizer in cultivation of corn. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 5. Pp. 191–199. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-5-191-199

ВВЕДЕНИЕ

Растения кукурузы наиболее требовательны к азоту, поэтому на этой сельскохозяйственной культуре азотные удобрения наиболее эффективны [1]. Азот регулирует формирование как вегетативных, так и генеративных органов [2]. Оптимальное снабжение растений азотом обеспечивает образование у кукурузы крупных початков и высокий урожай зерна [3].

Аммиачная селитра – наиболее распространенное азотное удобрение, которое применяется как до посева, так и в подкормки кукурузы [4]. Однако объем применения аммиачной селитры на кукурузе ограничивают высокие цены на это удобрение, что не позволяет вносить необходимое количество азота. Целесообразно изыскивать более дешевые формы азотных удобрений. Замена дорогостоящей аммиачной селитры на более дешевые жидкие азотные удобрения позволит увеличить объемы внесения азота и тем самым повысить урожайность кукурузы.

Альтернативой аммиачной селитре может быть широко известное, но применяемое в недостаточном количестве, удобрение КАС-32 (карбамидно-аммиачная смесь). Стоимость удобрения КАС-32 ниже по сравнению с аммиачной селитрой, поэтому затраты на внесение гораздо меньше [5, 6]. КАС-32 – жидкое азотное удобрение для питания растений пролонгированного действия. Уникальность этого удобрения состоит в том, что оно содержит все три формы азота (нитратная, аммонийная и амидная). За счет такого преимущества по сравнению с другими азотными удобрениями обеспечивается продолжительное получение растениями необходимого азотного питания [7].

Применение жидкого КАС-32 особенно эффективно в засушливых условиях сравнительно с гранулированными (твердыми) азотными удобрениями. Благодаря своему составу удобрение практически полностью усваивается растениями, что позволяет снизить потери азота и гарантирует высокую результативность даже при неблагоприятных погодных условиях [8–10].

Цель исследований – определить эффективный вариант применения удобрений аммиачная селитра и КАС-32 для прикорневых подкормок кукурузы в условиях Ставропольского края.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Работу выполняли на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы, расположенном в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. В 2024 г. были продолжены начатые в 2022 г. научные исследования по изучению эффективности удобрений аммиачная селитра и КАС-32 на кукурузе [11].

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный малогумусный мощный тяжелосуглинистый. Элементы питания в слое почвы 0–20 см определяли до проведения подкормок кукурузы в фазе 5 листьев. Содержание нитратного азота по Грандваль-Ляжу (*ГОСТ 26488-85*) было равно в 2022 г. 14,6, в 2023 г. – 11,8, в 2024 г. – 16,8 мг/кг, подвижного фосфора по Мачигину (*ГОСТ 26205-91*) – соответственно 10, 11 и 16,0, обменного калия по Мачигину (*ГОСТ 26205-91*) – 231, 258 и 208 мг/кг. По степени обеспеченности азотом и фосфором почва соответствовала низкому содержанию, калия – среднему.

Схема опыта состояла из 4-х вариантов: 1) контроль без удобрений; 2) аммиачная селитра (Наа) 100 кг/га в физическом в фазе 6 листьев + в фазе 8 листьев; 3) аммиачная селитра (Наа) 100 кг/га в физическом весе в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев; 4) КАС-32 (107 кг/га) в фазе 6 листьев + 8 листьев. Варианты опыта заложены методом рендомизации в четырехкратной повторности. Площадь делянки составляла 39,2 м² (5,6 м x 7,0 м), учетная – 14,7 м².

Эффективность удобрений изучали на среднеспелом гибриде кукурузы Машук 390 МВ. Сеяли кукурузу после озимой пшеницы в оптимальные сроки 20–29 апреля сеялкой Gaspardo MTR-8 с густотой стояния 65–70 тыс. шт./га. После появления всходов в фазе 2–3 листьев вручную формировали оптимальную для гибрида густоту стояния растений 55 тыс. шт. на 1 га.

Аммиачную селитру вносили в почву культиватором-растениепитателем КРН-5,6, КАС-32 – переоборудованным культиватором-подкормщиком КРН-5,6.

Для защиты кукурузы от сорных растений применяли гербицид Аденго. Против гусениц хлопковой совки и стеблевого мотылька кукурузу в фазе выметывания метелки обрабатывали инсектицидом Кораген (0,2 л/га). Внесение гербицида и инсектицида осуществляли навесным опрыскивателем CLASS 600/12 при расходе рабочего раствора 250 л/га.

Среднее многолетнее количество осадков за вегетацию кукурузы (май – август) в месте проведения опытов составляет 295,6 мм. В 2022 г. за активную вегетацию кукурузы (май-август) осадков выпало 181,4 мм, в мае выпало 80,3 мм, в июне – 92,5 мм, в июле – 7,4 мм, в августе – 1,2 мм. Недостаточным количество осадков было в июле во время цветения растений кукурузы и в августе во время налива зерна. В 2023 г. за вегетацию кукурузы (май – август) осадков выпало 272,3 мм. В мае месячная сумма осадков составила 95,3 мм, в июне – 133,5 мм, в июле – 38,5 и августе – 5,0 мм. В 2023 г. погодные условия во время вегетации кукурузы были более благоприятными для кукурузы по сравнению с 2022 г. В 2024 г. осадков за активную вегетацию кукурузы выпало всего лишь 137,3 мм, из них в мае – 76,3 мм, в июне – 56,0 мм, июле – 0, августе – 5,0 мм. Последний год исследований был самым засушливым. Сумма активных температур за вегетационный период кукурузы в 2022 г. составила 2429 °С, в 2023 г. – 2597 °С, в 2024 г. – 2654 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аммиачная селитра и КАС-32, внесенные в подкормки, заметно усиливали рост растений кукурузы. В фазе цветения подкормленные растения были существенно выше по сравнению с контрольными (табл. 1).

Таблица 1. Влияние азотных удобрений на высоту растений кукурузы в среднем за 2022–2024 гг.

Table 1. The effect of nitrogen fertilizer on the average height of corn plants for the years 2022 to 2024.

Вариант опыта	Высота, см	Прирост, см	%
Контроль без удобрений	214	–	–
Наа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + Наа (100 кг/га) в фазе 8 листьев	224	10	4,7
Наа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев	226	12	5,6
КАС-32 (107 кг/га) в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев	223	9	4,2
НСР _{0,05} , см	4		

Степень влияния удобрений на высоту растений по годам исследований была разной. Так, в 2022 г. подкормки кукурузы аммиачной селитрой и удобрением КАС-32 увеличивали высоту растений на 1–3 см. В 2023 г. увеличение высоты растений варьировало от 7 до 12 см и было максимальным при сочетании аммиачной селитры с удобрением КАС-32. В 2024 г. высота растений по сравнению с контролем без прикорневой подкормки увеличивалась на 17–23 см при наибольшем изменении за счет двукратной подкормки аммиачной селитрой. В среднем за 2022–2024 гг. высота растений кукурузы от подкормок увеличивалась на 9–12 см при несущественных различиях между вариантами опыта. Наибольшее увеличение высоты растений в среднем на 12 см отмечено при прикорневом внесении аммиачной селитры в фазе 6 листьев и второй прикорневой подкормке КАС-32 в фазе 8 листьев.

Прикорневые подкормки азотсодержащими удобрениями положительно повлияли на формирование початков кукурузы (табл. 2). В 2022 г. даже в контроле без подкормок на каждом растении было по одному озерненному початку. Удобрение растений азотом, содержащимся в аммиачной селитре и КАС-32, способствовало образованию на некоторых растениях по два початка и их число в расчете на 100 растений увеличилось на 2. В 2023 г. влияние азотных подкормок на число початков было более значительным, увеличение варьировало от 2 до 6 штук. В 2024 г. подкормки увеличивали число початков на 100 растениях на 2.

Таблица 2. Влияние удобрений на показатели структуры початков кукурузы в среднем за 2022–2024 гг.

Table 2. The impact of fertilizers on the average corn cob structure indicators for the years 2022–2024.

Вариант опыта	Початков на 100 растений, шт.	Масса, г	
		початка	зерна в початке
Контроль без удобрений	100	153,4	124,3
Наа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + Наа (100 кг/га) в фазе 8 листьев	103	164,9	133,4
Наа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев	101	167,4	136,1
КАС-32 (107 кг/га) в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев	101	167,0	136,5
НСР _{0,05}	2	6,5	9,7

Прибавки массы початков и массы зерна с початка от применяемых удобрений по сравнению с контролем были существенными во все годы исследований. В 2022 г. масса початков кукурузы увеличилась на 16,7–23,1 г, масса зерна в початке возросла на 11,4–18,7 г, в 2023 г. увеличение составило соответственно 13,6–22,2 г и 12,4–18,5 г., в 2024 г. – 1,9–5,4 г и 3,4–4,2 г.

В среднем за три года наибольшее увеличение массы початка на 14,0 г отмечено при применении в подкормку растений в фазе 6 листьев аммиачной селитры и в фазе 8 листьев КАС-32. Масса зерна с одного початка наиболее значительно (на 12,2 г) выросла от применения в подкормки удобрения КАС-32. При этом увеличение массы зерна с початка при сочетании аммиачной селитры и КАС-32 было равно 11,8 г, что несущественно меньше, чем при применении удобрения КАС-32.

Прикорневое внесение азотных удобрений под междурядную культивацию по изучаемым схемам питания существенно увеличило урожайность зерна кукурузы (табл. 3). В 2022 г. максимальную прибавку урожая зерна (0,84 т/га, или 14,5%) дало сочетание Наа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев. В 2023 г. самую высокую прибавку урожая зерна (1,04 т/га, или 14,2%) дало двукратное применение в подкормки аммиачной селитры. В 2024 г., как и в 2022 г., наибольшую прибавку урожая зерна 0,85 т/га (17,1%) обеспечила подкормка аммиачной селитрой в фазе 6 листьев в сочетании с подкормкой удобрением КАС-32 в фазе 8 листьев. В среднем за 3 года в этом варианте опыта прибавка урожая зерна была выше по сравнению с другими вариантами, но не существенно. По средней за 3 года урожайности зерна все варианты применения аммиачной селитры и удобрения КАС-32 в подкормку кукурузы были равнозначными.

Таблица 3. Влияние азотных удобрений на урожайность зерна кукурузы при 14 % влажности в среднем за 2022–2024 гг.

Table 3. Effect of nitrogen fertilizers on corn grain yield with an average moisture content of 14% for the years 2022–2024.

	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль без удобрений	6,03	–	–
Наа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + Наа (100 кг/га) в фазе 8 листьев	6,74	0,71	11,8
Наа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев	6,84	0,81	13,4
КАС-32 (107 кг/га) в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев	6,74	0,71	11,8
НСР _{0,05} , т/га	0,21		

Важным показателем эффективности удобрений является сравнительная экономическая оценка вариантов их применения (табл. 4).

Стоимость гектарной нормы удобрения КАС-32, внесенного в подкормку, меньше по сравнению с двукратным применением аммиачной селитры на 441 руб. Затраты на две подкормки аммиачной селитрой (4973,96 руб./га) на 438,87 руб. выше по сравнению с затратами на применение удобрения КАС-32. Промежуточное положение занимают затраты на подкормки аммиачной селитрой и КАС-32. В варианте опыта с внесением аммиачной селитры под междурядную культивацию в фазе 6 листьев, а затем КАС-32 в фазе 8 листьев получен наибольший чистый доход с 1 га – 4965,48 рублей. Сопоставление затрат на применение в подкормки аммиачной селитры и удобрения КАС-32 с полученным доходом показывает, что наиболее высокий доход на 1 рубль затрат получен в варианте Наа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев, дохода получено 1,04 рубля.

Таблица 4. Окупаемость затрат на применение азотных удобрений на кукурузе в среднем за 2022–2024 гг.

Table 4. The payback period for nitrogen fertilizer costs used in corn production, on average for the period 2022–2024.

Показатель эффективности	Вариант опыта		
	Наа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + Наа (100 кг/га) в фазе 8 листьев	Наа (100 кг/га) в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев	КАС-32 (107 кг/га) в фазе 6 листьев + КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев
Прибавка урожая, т/га	0,71	0,81	0,71
Стоимость дополнительной продукции, руб./га	8520,00	9720,00	8520,00
Затраты на внесение удобрений, руб./га	573,96	575,02	576,09
Стоимость удобрений, руб./га	4400,00	4179,50	3959,00
Затраты на внесение и стоимость удобрений, руб./га	4973,96	4754,52	4535,09
Условный чистый дополнительный доход, руб./га	3546,04	4965,48	3984,91
Получено дохода в рублях на 1 рубль затрат, руб.	0,71	1,04	0,88

При двукратной подкормке кукурузы удобрением КАС-32 затраты на его применение выше полученного дохода, на рубль затрат получено 0,88 руб. дохода. При двукратном внесении в подкормки кукурузы аммиачной селитры затраты на удобрения еще выше, в виду чего их окупаемость самая низкая.

Выводы

Наибольшее увеличение высоты растений гибрида Машук 390 МВ в фазе цветения в среднем за 2022–2024 гг. на 12 см вызывало применение в подкормки аммиачной селитры в фазе 6 листьев и КАС-32 в фазе 8 листьев. Это сочетание удобрений также обеспечивало наибольшую прибавку урожая зерна (0,81 или 13,4%).

Наименьшие затраты складывались при применении для прикорневых подкормок кукурузы в фазе 6 и 8 листьев жидкого удобрения КАС-32 в дозе 107 кг/га. При использовании для прикорневых подкормок кукурузы удобрения КАС-32 (107 кг/га) окупаемость затрат выше по сравнению с применением аммиачной селитры (100 кг/га). Наибольший условный чистый доход получен при применении для подкормок растений кукурузы аммиачной селитры в дозе 100 кг физ. веса /га в фазе 6 листьев и КАС-32 (107 кг/га) в фазе 8 листьев. На 1 рубль затрат получено 1,04 руб. дохода. В связи с достаточно высокой эффективностью на кукурузе и меньшей стоимостью целесообразно сочетание подкормки аммиачной селитрой с удобрением КАС-32, а также замена аммиачной селитры на КАС-32.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демин Е. А., Барабанищикова Л. Н. Вынос элементов питания кукурузой, выращиваемой на зеленую массу по зерновой технологии в условиях лесостепной зоны Зауралья // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 2(61). С. 90–94. EDN: GUNFSY
2. Васин В. Г., Кошелев И. К. Урожайность и кормовые достоинства гибридов кукурузы при внесении минеральных удобрений и стимуляторов роста // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2(42). С. 45–53. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-2-45-53
3. Куркина Г. Н. Эффективность доз, способов и сроков внесения азотных удобрений под кукурузу // Мелиорация. 2020. № 1. С. 61–70. EDN: KZJRCI
4. Багринцева В. Н., Никитин С. Н., Черкасова М. А. и др. Эффективность применения азотных удобрений при выращивании различных гибридов кукурузы в Ставропольском крае // Агрохимия. 2018. № 10. С. 34–39. DOI: 10.1134/S0002188118100046
5. Есаулко А. Н., Гарибджанян Г. А., Голосной Е. В. и др. Эффективность применения жидких и твердых азотных минеральных удобрений в ранневесеннюю подкормку посевов озимой пшеницы // Земледелие. 2020. № 3. С. 38–40. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10310
6. Абрамов Н. В., Семизоров С. А., Гунгер М. В. Эффективность припосевного внесения карбамидно-аммиачной смеси в условиях Северного Зауралья // Земледелие. 2023. № 4. С. 18–22. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-4-18-22
7. Лазарев В. И., Лазарева Р. И., Иванова Е. В., Пироженко В. В. Эффективность использования карбамидно-аммиачного удобрения (КАС-32) на яровой пшенице в Курской области // Плодородие. 2019. № 4. С. 8–11. DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.03
8. Милюткин В. А., Сысоев В. Н., Макушин А. Н., Длужевский Н. Г. Комплексное обеспечение инновационных технологий производства сельскохозяйственных культур с применением жидких азотных удобрений КАС // Вестник ИрГСХА. 2022. № 108. С. 19–31. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-108-19-31

9. Багринцева В. Н., Иващенко И. Н. Влияние погодных условий в Ставропольском крае на эффективность доз азотного удобрения на кукурузе // *Агрохимия*. 2020. № 2. С. 85–92. DOI: 10.31857/S0002188120020039

10. Милюткин В. А., Сысоев В. Н., Макушин А. Н. и др. Преимущество жидких минеральных удобрений на базе КАС-32 по сравнению с твердыми – аммиачная селитра – на подсолнечнике и кукурузе // *Нива Поволжья*. 2020. № 3. С. 73–79. DOI: 10.36461/NP.2020.56.3.018

11. Багринцева В. Н., Иващенко И. Н., Дридигер В. В. и др. Эффективность применения на кукурузе аммиачной селитры и КАС-32 в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края // *Земледелие*. 2024. № 3. С. 22–25. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-3-1-48

REFERENCES

1. Demin E.A., Barabanshchikova L.N. Removal of nutrient elements by corn grown for green forage using grain technology in the forest-steppe zone of the Trans-Urals. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2020. No. 2(61). Pp. 90–94. EDN: GUNFSY. (In Russian)

2. Vasin V.G., Koshelev I.K. Yield and feed values of corn hybrids with the application of mineral fertilizers and growth stimulants. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2018. No. 2(42). Pp. 45–53. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-2-45-53. (In Russian)

3. Kurkina G.N. Efficiency of doses, methods, and timing of application of nitrogen fertilizers for corn. *Melioratsiya* [Melioration]. 2020. No. 1. Pp. 61–70. EDN: KZJRCL. (In Russian)

4. Bagrintseva V.N., Nikitin S.N., Cherkasova M.A. et al. Efficiency of nitrogen fertilizer application in growing various corn hybrids in Stavropol Krai. *Agrokhimiya* [Agrochemistry]. 2018. No. 10. Pp. 34–39. DOI: 10.1134/S0002188118100046. (In Russian)

5. Esaulko A.N., Garibdzhanian G.A., Golosnoy E.V. et al. Efficiency of liquid and solid nitrogen mineral fertilizers application in early spring top dressing of winter wheat crops. *Zemledelie*. 2020. No. 3. Pp. 38–40. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10310. (In Russian)

6. Abramov N.V., Semizorov S.A., Gunger M.V. Efficiency of pre-sowing application of urea-ammonia mixture in the Northern Trans-Urals. *Zemledelie*. 2023. No. 4. Pp. 18–22. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-4-18-22. (In Russian)

7. Lazarev V.I., Lazareva R.I., Ivanova E.V., Pirozhenko V.V. Efficiency of using urea-ammonia fertilizer (UAS-32) on spring wheat in the Kursk region. *Plodorodie*. 2019. No. 4. Pp. 8–11. DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.03. (In Russian)

8. Milyutkin V.A., Sysoev V.N., Makushin A.N., Dluzhevsky N.G. Comprehensive support of innovative technologies for the production of agricultural crops using liquid nitrogen fertilizers UAN. *Bulletin of IrGSKhA*. 2022. No. 108. Pp. 19–31. DOI: 10.51215/1999-3765-2022-108-19-31. (In Russian)

9. Bagrintseva V.N., Ivashchenko I.N. Influence of weather conditions in the Stavropol Territory on the efficiency of nitrogen fertilizer doses on corn. *Agrokhimiya* [Agrochemistry]. 2020. No. 2. Pp. 85–92. DOI: 10.31857/S0002188120020039. (In Russian)

10. Milyutkin V.A., Sysoev V.N., Makushin A.N. et al. Advantage of liquid mineral fertilizers based on KAS-32 compared to solid ones – ammonium nitrate – on sunflower and corn. *Niva Povolzhya*. 2020. No. 3. Pp. 73–79. DOI: 10.36461/NP.2020.56.3.018. (In Russian)

11. Bagrintseva V.N., Ivashchenko I.N., Dridiger V.V. et al. Efficiency of applying ammonium nitrate and UAN-32 to corn in the zone of sufficient moisture of Stavropol Krai. *Zemledelie*. 2024. No. 3. Pp. 22–25. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-3-1-48. (In Russian)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Научные исследования, представленные в статье, выполнены в рамках договора № МХК 24/40А с АО «МХК ЕвроХим».

Funding. The scientific research presented in the article was carried out under Contract No. MHC 24/40A with MHC EuroChem JSC.

Информация об авторах

Багринцева Валентина Николаевна, д-р с.-х. наук, профессор, гл. науч. сотр. лаборатории агротехники, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;
357528, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14о;
maize-tehno@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7116-1974>

Ивашенко Иван Николаевич, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории агротехники, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы;
357528, Россия, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 14о;
ivan-grass@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2316-1769>, SPIN-код: 8961-4440

Information about the authors

Valentina N. Bagrintseva, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Agricultural Engineering Laboratory, All-Russian Research Institute of Corn;
14o Yermolova street, Pyatigorsk, 357528, Russia;
maize-tehno@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7116-1974>

Ivan N. Ivashenenko, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Agricultural Engineering, All-Russian Research Institute of Corn;
14o Yermolova street, Pyatigorsk, 357528, Russia;
ivan-grass@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2316-1769>, SPIN-code: 8961-4440