УДК: 631.842.4:635.67 DOI: 10.25680/S19948603.2026.152.13

ВЛИЯНИЕ КАПСУЛИРОВАННОЙ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ И ЦИНКОВЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ

В.М. Лапушкин[1], к.б.н., А.А. Лапушкина[1], к.б.н., С.П. Торшин[1], д.б.н., А.М. Норов[2], к.тех.н., В.В. Соколов[2], к.т.н., Е.А. Рыбин[2], Е.В. Терещенко[2], В.А. Владимиров[2]

[1]Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, e-mail: lapushkin@rgau-msha.ru

127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

[2]АО «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени проф. Я.В. Самойлова», e-mail: vvsokolov1@phosagro.ru

Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030"

В условиях двухлетнего мелкоделяночного полевого опыта на дерново-подзолистой почве проведено исследование влияния новой формы капсулированной аммиачной селитры, разработанной АО «НИУИФ имени проф. Я.В. Самойлова», а также допосевного внесения и некорневой подкормки цинковыми удобрениями на урожай и качество кукурузы сахарной. Установлено, что покрытие гранул аммиачной селитры монокальцийфосфатом является способом повышения ее эффективности. Применение новой формы удобрения способствовало более высокой обеспеченности растений азотом в течение вегетации и повышало урожай початков в среднем за два года на 2,43 т/га, или на 26,8%, а зерна – на 1,50 т/га, или 21% по сравнению с обычной селитрой. Применение цинка на фоне капсулированного удобрения дополнительно повышало урожай початков на 3,7-4,5%, а зерна – на 3,6-7,2%. Коэффициент использования азота новой формы удобрения составлял 52-58% по сравнению с 37% у традиционной аммиачной селитры. Удельный вынос основных элементов питания составлял в среднем 8,0 кг азота, 6,1 фосфора и 11,5 кг калия на 1 т початков и соответствующее количество побочной продукции. На 1 т зерна молочной спелости удельный вынос составлял, соответственно, 10,5, 8,0 и 15,1 кг.

Ключевые слова: аммиачная селитра, капсулированные удобрения, удобрения пролонгированного действия, вынос элементов питания, коэффициент использования, азот, цинк, кукуруза сахарная.

Для цитирования: Лапушкин В.М., Лапушкина А.А., Торшин С.П., Норов А.М., Соколов В.В., Рыбин Е.А., Терещенко Е.В., Владимиров В.А. Влияние капсулированной аммиачной селитры и цинковых удобрений на урожай и качество кукурузы сахарной // Плодородие. – 2026. - №5. – С. 66-70. DOI: 10.25680/S19948603.2026.152.13.

Одной из разновидностей такой распространенной в мире сельскохозяйственной культуры, как кукуруза, является кукуруза сахарная. Она ценится за высокие вкусовые и пищевые качества, ее зерно богато сахарами, белком, жиром и другими компонентами и употребляется в пищу в свежем, вареном и консервированном виде [1, 2].

Кукуруза сахарная – тепло- и влаголюбивая культура, требовательная к уровню минерального питания [1, 2]. Основные площади возделывания располагаются в США, где и был выведен первый подвид её - Zea mays ssp. Saccharata.

В настоящее время выведены ранние сорта сахарной кукурузы, которые способны формировать урожай зерна молочной спелости уже за 75-90 сут после появления всходов. Это позволило значительно расширить её ареал в нашей стране, получая урожайность початков молочной спелости 13,3-33,2 т/га [3-6]. Технология возделывания кукурузы совершенствуется, а количество публикаций, посвященных особенностям минерального питания этой культуры, невелико. Известно, что по сравнению с другими подвидами, корневая система сахарной кукурузы развита несколько слабее, поэтому ее требования к условиям увлажнения и уровню минерального питания макро- и микроэлементами выше [1, 2]. Из микроэлементов кукуруза наиболее чувствительна к дефициту цинка, а его применение позволяет дополнительно увеличить урожайность на 7-14% [2, 7, 8]. В динамике поглощения питательных веществ наблюдается резкое увеличение примерно за 2 нед до выметывания, а продолжается период максимального потребления элементов питания 4-6 нед [2]. В связи с тем, что до появления 9-10-го листа растения кукурузы потребляют сравнительно небольшое количество питательных элементов, эффективным приемом оптимизации минерального питания может быть применение медленнодействующих, в первую очередь азотных, удобрений, к которым относятся капсулированные формы. Из литературных данных следует, что использование азотных удобрений пролонгированного действия позволяет не только существенно увеличить урожайность кукурузы на 33-62%, но и заметно повысить коэффициент использования азота за счет снижения непроизводительных потерь вследствие вымывания и денитрификации [9-12].

Цель исследования – изучить влияние новой формы капсулированной аммиачной селитры и цинковых удобрений на азотное питание, урожайность и качество кукурузы сахарной при выращивании на окультуренной дерново-подзолистой почве.

Научная новизна исследований – впервые в полевых условиях изучена эффективность новой капсулированной

формы аммиачной селитры совместно с цинковым удобрением при выращивании кукурузы сахарной.

Методика. Эффективность применения капсулированной аммиачной селитры и разных форм цинка при выращивании кукурузы сахарной изучали в условиях мелкоделяночного полевого опыта на территории полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Исследования проводили в 2022-2024 г. на окультуренной дерново-неглубокоподзолистой профильно-глееватой глубокопахотной почве, характеризующейся средним содержанием подвижного цинка (табл. 1).

1. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой глееватой почвы опытного участка

Показатель	Ед. измерения	Содержание в почве	Метод определения
Гумус	%	2,60	ГОСТ 26213-2021
pH_{KCl}	ед.	5,3	ГОСТ 26483-85
$H_г$	мг-экв/100 г	1,94	ГОСТ 26212-2021
S	мг-экв/100 г	10,1	ГОСТ 27821 - 2020
$N_{щг}$	мг/кг	77	МУ, ЦИНАО, 1985
$N_{мин}$	мг/кг	29,8	ГОСТ 26489-85
P_2O_5	мг/кг	253	ГОСТ Р 54650-2011
K_2O	мг/кг	109	ГОСТ Р 54650-2011
Zn	мг/кг	2,4	ГОСТ Р 50686-94

Схема опыта включала пять вариантов, которые позволили изучить влияние как покрытия гранул аммиачной селитры на повышение ее эффективности, так и способов применения цинка на урожайность и качество кукурузы сахарной: 1. РК – фон; 2. Фон + Naa; 3. Фон + Naa капсулированная; 4. Фон + Naa капсулированная + Zn в почву; 5. Фон + Naa капсулированная + Zn по листу. Удобрения применяли из расчета $N_{90}P_{90}K_{90}$. Повторность опыта 5-кратная, площадь делянки 2,8 м^2, учетная площадь – 1,6 м^2.

Капсулированная аммиачная селитра разработана и произведена АО НИУИФ имени проф. Я.В. Самойлова. Для покрытия гранул использовался монокальцийфосфат, а изучаемое удобрение содержало 24% азота и 16% фосфора [13]. Для внесения в почву использовали оксид цинка (ZnO) в дозе 3,5 кг д.в/га, некорневую подкормку проводили 0,05%-ным раствором сульфата цинка ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) в начале периода максимального потребления элементов питания – при появлении 10-го листа.

Опытная культура – кукуруза сахарная (*Zea mays* L. *convar. saccharata* Korn.), раннеспелого сорта Виктория, селекции ООО «АГРОФИРМА ПОИСК», включенного в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2021 г., районированного для Центрального региона [14]. Густота стояния растений 4 шт/м^2. В 2023 г. посев проводили 18 мая, уборку урожая – 10 сентября, в 2024 г., соответственно, 21 мая и 16 сентября.

В течение вегетации проводили химическую и фотометрическую диагностики азотного питания растений, анализ растительных проб - по общепринятым методикам [16] после мокрого озоления в серной кислоте в присутствии селена (ГОСТ 13496.4-2019, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 32250-2013). Содержание аммонийного и нитратного азота в почве определяли фотометрически в вытяжке 1 н. KCl (ГОСТ 26489-85 [13]). Фотосинтетическую активность растений оценивали по индексу содержания хлорофилла, определяемого при фотометрической диагностике с помощью N-тестера (ТУ 26.51.66-00142684900-2020). Основные показатели качества зерна (содержание клетчатки, крахмала, сахара, жира) определяли методом спектрометрии в ближней инфракрасной области (ГОСТ ISO 12099-2017). Содержание сырого протеина рассчитывали исходя из количества общего азота с использованием коэффициента 6,0 [15].

Урожай зерна приводили к влажности 75%, соответствующей молочной спелости. Статистическую обработку результатов двулетнего полевого опыта осуществляли методом однофакторного дисперсионного анализа [16].

Погодные условия во время проведения опытов существенно отличались от среднемноголетних (табл. 2). Как начало, так и конец вегетационного периода в оба года исследования характеризовались засушливостью – в мае количество выпавших осадков было на 41%, в августе на 51, а в сентябре на 94% ниже среднемноголетней нормы. За июнь 2024 г. и июль 2023 г., напротив, осадков выпало больше, соответственно, на 100 и 82%.

2. Метеорологические условия за время проведения опыта

Показатель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Сумма осадков, среднемноголетняя, мм	59,1	77,9	83,2	77,1	65,6
Сумма осадков, 2023 г., мм	33,3	78,2	151,2	39,7	10,4
Отклонение, ± мм	-25,8	+0,3	+68,0	-37,4	-55,2
Сумма осадков, 2024 г., мм	36	166,3	92,2	34,4	10,6
Отклонение, ± мм	-23,1	+88,4	+9,0	-42,7	-55,0
t среднемноголетняя, °С	13,8	17,5	19,8	17,8	12,9
t 2023 г., °С	12,7	16,9	18,5	19,9	15,3
Отклонение, ± °С	-1,1	-0,6	-1,3	+2,1	+2,4
t 2024 г., °С	12,7	20,1	22,5	19,1	18,0
Отклонение, ± °С	-1,1	+2,6	+2,6	+1,3	+5,1

В целом за два года опытов средняя температура воздуха благоприятствовала росту такой теплолюбивой культуры, как кукуруза (табл. 2). Бóльшая часть вегетационного периода 2023 г. была близка по температурному режиму к среднемноголетним значениям и только в августе и сентябре температура превышала норму на 2,1 и 2,4 °С. Весь сезон 2024 г. был значительно теплее: среднемесячная температура июня и июля была выше нормы на 2,6 °С, августа – на 1,3, а сентября – на 5,1°С.

Результаты и их обсуждение. Результаты проведенной растительной диагностики питания показали, что в течение вегетации обеспеченность азотом всегда была выше при применении капсулированного удобрения (рис.). Содержание азота в листьях кукурузы в среднем по вариантам 3-5 выше на 0,26-0,31% по сравнению с вариантом, где применяли обычную аммиачную селитру. Аналогичная закономерность прослеживалась и по результатам фотометрической диагностики. Индекс содержания хлорофилла в вариантах с внесением капсулированной селитры был на 23-76 ед. выше, по сравнению с обычной формой удобрения.

Оптимизация азотного питания растений в течение вегетации положительно сказалась на формировании урожая кукурузы. Согласно литературным данным возможная урожайность початков сахарной кукурузы может достигать 30 т/га и более [1-6]. Несмотря на благоприятные в целом погодные условия, в наших опытах урожайность при применении удобрений была невысокой и составляла, в среднем за два года, от 9,1 до 11,9 т/га. Тем не менее потенциал сорта раскрылся довольно хорошо, так как заявленная урожайность для сорта Виктория составляет 16 т/га [14].

Как показали исследования, применение азота вне зависимости от формы удобрения обеспечило существенное увеличение урожая початков на 3,61-6,45 т/га относительно РК-фона. Однако применение капсулированной аммиачной селитры обеспечивало достоверный прирост урожайности на 2,43 т/га, что составляет 26,8%

относительно обычного удобрения.

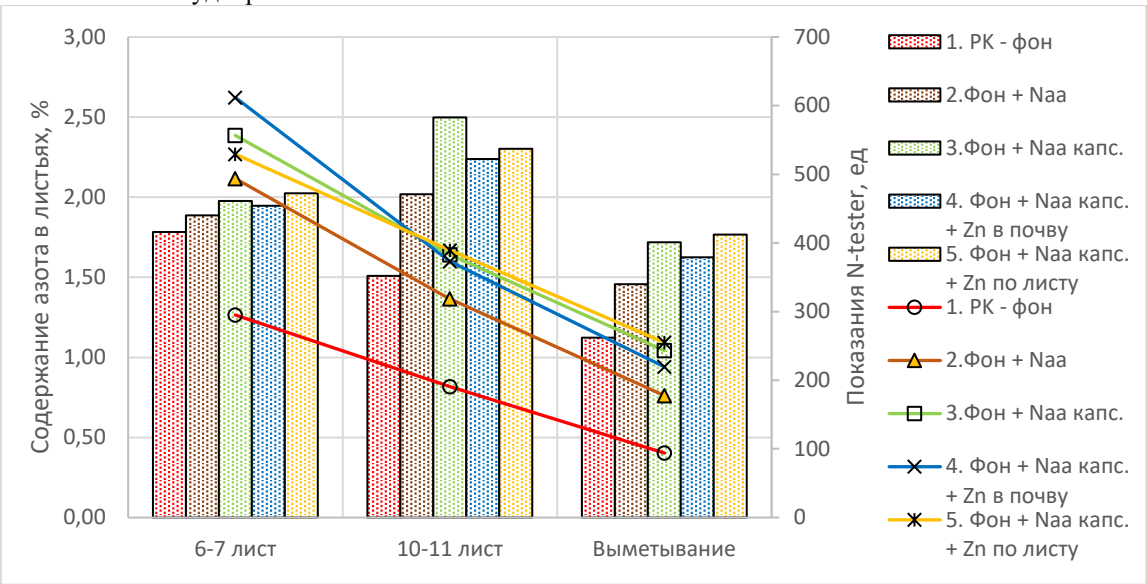


Рис. Результаты растительной диагностики азотного питания растений

Применение цинка на фоне капсулированного удобрения не обеспечило формирование достоверной прибавки урожая. Тем не менее как при внесении оксида цинка в почву, так и при опрыскивании сульфатом цинка наблюдалась тенденция к увеличению урожайности на 4,5 и 3,7% соответственно.

3. Урожайность и прибавка урожайности початков кукурузы сахарной (в среднем за 2022-2024 г.)

Вариант	Урожайность початков,	Прибавка относительно			
		РК-фона		Naa	
	т/га	т/га	%	т/га	%
1.РК-фон	5,48	-	-	-	-
2.Фон + Naa	9,08	3,61	65,9	-	-
3.Фон + Naa капс.	11,51	6,04	110,3	2,43	26,8
4.Фон + Naa капс. + Zn в почву	11,93	6,45	117,8	2,84	31,3
5.Фон + Naa капс. + Zn по листу	11,86	6,38	116,5	2,77	30,5
$НСР_{05}$	1,44	-			

Применение азотных удобрений заметно повышало выход зерна молочной спелости с 55% в фоновом варианте до 75-78% в вариантах с применением разных форм аммиачной селитры и цинка. В результате под действием азота урожай зерна достоверно возрастал (табл. 4). Капсулирование аммиачной селитры способствовало существенному повышению урожайности по сравнению с традиционным удобрением. Внесение цинка в почву дополнительно повышало урожай зерна на 5,1 ц/га (7,2%), а некорневая подкормка - на 2,5 ц/га (3,6%). Следует отметить, что, как и в случае с урожаем початков, прибавка от применения цинка не была статистически достоверна и можно говорить лишь о тенденции к росту урожайности.

Литературные данные показывают, что различные формы капсулированных азотсодержащих удобрений оказывают не одинаковое влияние на урожайность кукурузы. Так, в среднем за 3 года исследований установлено, что применение карбамида с биоразлагаемым покрытием на основе растительных масел и бурого угля обеспечивало получение прибавки урожая на уровне 6-11%, в то время как применение комплексного капсулированного NPK - удобрения повышало урожай на 9-19% [11, 17]. Положительное действие на формирование урожая при применении удобрений с покрытиями объясняется снижением потерь азота на 34% за счет вымывания и до 42% за счет выделения закиси азота в процессе денитрификации [17].

4. Урожайность и прибавка урожайности зерна молочной спелости (в среднем за 2022-2024 г.)

Вариант	Урожайность зерна,	Прибавка относительно РК-фона		Прибавка относительно Naa	
	т/га	т/га	%	т/га	%
1.РК-фон	2,99	-	-	-	-
2.Фон + Naa	7,12	4,14	138,5	-	-
3.Фон + Naa капс.	8,62	5,63	188,5	1,50	21,0
4.Фон + Naa капс. + Zn в почву	9,13	6,14	205,6	2,01	28,2
5.Фон + Naa капс. + Zn по листу	8,88	5,89	197,2	1,75	24,6
$НСР_{05}$	1,15	-			

Одновременно с ростом урожайности при применении новой формы аммиачной селитры наблюдалось повышение качества полученного урожая. Содержание сахаров в зерне кукурузы в вариантах 3-5 было на 1,6-2,7% выше по сравнению с вариантом 2, где применяли обычную аммиачную селитру. Максимальное содержание сахара в зерне отмечалось в варианте с внесением капсулированной селитры – 10,0%, а дополнительное применение цинка приводило к снижению сахаристости до 8,9-9,6%, что можно объяснить эффектом биологического разбавления за счет прироста урожая.

Кроме того, можно отметить наличие тенденции к увеличению белковости зерна под действием капсулированной аммиачной селитры, что также повышает пищевую ценность полученной продукции. По остальным показателям качества существенных изменений не наблюдалось.

Как видно из данных анализа (табл. 5), химический состав зерна практически не изменялся в зависимости от формы применяемого удобрения. Поскольку в научной литературе довольно мало информации об элементном составе кукурузы сахарной, был проведен химический анализ отдельных частей растений с целью определения не только размеров выноса питательных веществ, но и долевого участия разных органов в его формировании (табл. 6).

5. Химический состав зерна кукурузы при применении цинка и разных форм аммиачной селитры

Вариант	Содержание в сухой массе									
	%									мг/кг
	Жир	Протеин	Клетчатка	Зола	Крахмал	Сахар	N	P_2O_5	K_2O	Zn
1. РК-фон	6,1	5,8	3,1	1,8	63,0	4,9	0,97	0,65	0,63	33
2. Фон + Naa	6,7	8,2	3,1	1,7	62,6	7,3	1,36	0,72	0,57	32
3. Фон + Naa капс.	6,5	8,8	2,9	1,8	61,5	10,0	1,47	0,75	0,58	31
4. Фон + Naa капс. + Zn в почву	7,1	8,1	3,1	1,7	61,1	9,6	1,35	0,78	0,60	44
5. Фон + Naa капс. + Zn по листу	6,4	8,6	2,9	1,8	60,4	8,9	1,43	0,81	0,58	45
Среднее по вариантам 2-5	6,7	8,4	3,0	1,7	61,4	9,0	1,40	0,77	0,58	38

6. Элементный состав отдельных органов растений кукурузы и структура выноса питательных веществ (при применении азотных удобрений)

Часть растения	Содержание в сухой массе				Доля в выносе, %			
	%			мг/кг	N	P_2O_5	K_2O	Zn
	N	P_2O_5	K_2O	Zn				
Зерно	1,40±0,06	0,77±0,04	0,58±0,01	38,3±10,3	54	38	19	29
Листостебельная масса	0,51±0,02	0,54±0,03	1,04±0,05	39,7±10,5	46	62	81	71
В том числе: стебли	0,39±0,04	0,54±0,06	0,83±0,17	37,9±17,6	17	29	30	31
листья	0,86±0,03	0,65±0,05	1,53±0,1	38,8±5,7	25	24	38	23
метелки	0,35±0,10	0,36±0,05	1,46±0,26	41,6±11,2	1	2	5	4
стержни	0,24±0,02	0,40±0,04	0,58±0,02	48,7±9	3	7	7	14

Результаты анализа показали, что, несмотря на то что содержание азота в зерне было в 2,7 раза выше, чем в побочной продукции, вынос азота зерном составлял в среднем только 54% от общего накопления в биомассе. Содержание фосфора в зерне было выше, чем в листостебельной массе в 1,4 раза, и вынос P_2O_5 побочной продукцией также был больше и составлял 62% от общего. Как известно, эти элементы накапливаются преимущественно в репродуктивных органах и отчуждаются с поля с товарной частью урожая. Объяснить наблюдаемое несоответствие можно тем, что в случае кукурузы сахарной уборку урожая проводят не в фазе полного созревания, а по достижении зерном молочной спелости.

По всей видимости, отток азота и фосфора в зерно в этой фазе развития был еще далек от завершения, и значительная доля этих элементов пока оставалась в вегетативных органах. Кроме того, доля зерна в общей биомассе растений (в пересчете на сухую массу), даже в удобренных вариантах, не превышала 20%. Этим также объясняется малый вклад зерна в формирование выноса азота и фосфора. Иначе происходило накопление калия: основная его часть – 81%, как это и характерно для большинства культур, содержалась в побочной части урожая.

Среднее содержание цинка в основной и побочной продукции было одинаковым - около 38-40 мг/кг сухой массы, но вынос его зерном составлял лишь 29%, а побочной продукцией 71%, что объясняется малой долей зерна в биомассе растений.

На основании данных химического анализа урожая был определен удельный вынос питательных веществ в расчете на 1 т початков и зерна молочной спелости, а также рассчитаны хозяйственный вынос элементов питания и разностные коэффициенты использования азота (см. табл. 7, 8). Из полученных данных следует, что для формирования 1 т початков кукурузы сахарной и соответствующего количества побочной продукции расходуется в среднем 8,0 кг азота, 6,1 фосфора и 11,5 кг калия, в расчете на 1 т зерна молочной спелости, вынос N, P_2O_5 и K_2O составлял, соответственно, 10,5, 8,0 и 15,1 кг. Потребление цинка в среднем составило 40,0 и 52,3 г/т соответственно для початков и зерна молочной спелости (табл. 7).

7. Удельный вынос элементов питания единицей урожая кукурузы сахарной с учетом побочной продукции

Вариант	На 1 т початков				На 1 т зерна молочной спелости			
	кг			г	кг			г
	N	P_2O_5	K_2O	Zn	N	P_2O_5	K_2O	Zn
1.РК-фон	8,0	5,9	13,5	55,1	14,6	10,8	24,8	101,0
2.Фон + Naa	8,5	6,1	11,1	46,9	10,8	7,8	14,2	59,8
3.Фон + Naa капс.	7,9	6,1	10,6	34,1	10,5	8,1	14,2	45,6
4.Фон + Naa капс. + Zn в почву	7,7	6,0	12,1	45,1	10,1	7,8	15,9	59,0
5.Фон + Naa капс. + Zn по листу	8,1	6,4	12,1	33,6	10,8	8,5	16,2	44,9
Среднее по вариантам 2-5	8,0	6,1	11,5	40,0	10,5	8,0	15,1	52,3

Применение капсулированной аммиачной селитры увеличивало вынос основных элементов питания пропорционально повышению урожая. Так, в варианте 3, где применяли аммиачную селитру с покрытием, валовое накопление питательных веществ в урожае возросло на 21%, а применение цинка увеличивало вынос уже на 32-35% по сравнению с обычным удобрением (табл. 8). В среднем за два года вынос азота хозяйственно значимой частью урожая в варианте с капсулированным удобрением был на 36% выше, по сравнению с обычной аммиачной селитрой, что согласуется с литературными данными [18], в которых этот показатель также увеличивался на 28-62%.

8. Хозяйственный вынос элементов питания урожаем кукурузы сахарной и коэффициент использования азота удобрений

Вариант	Хозяйственный вынос				$КИ_N$
	кг/га			г/га	
	N	P_2O_5	K_2O	Zn	%
1.РК-фон	43,7	32,4	74,0	302	-
2.Фон + Naa	77,1	55,4	101,0	426	37,1
3.Фон + Naa капс.	90,9	70,0	122,3	393	52,3
4.Фон + Naa капс. + Zn в почву	91,8	71,2	144,9	538	53,4
5.Фон + Naa капс. + Zn по листу	95,5	75,4	143,5	399	57,5
Среднее по вариантам 2-5	88,8	68,0	127,9	439	50,1

Установлено, что нанесение на поверхность гранул аммиачной селитры покрытия на основе монокальцийфосфата способствует значительному увеличению коэффициента использования азота с 37,1 до 52,3%. Близкие данные встречаются и в литературе. Так в исследовании [18] в опытах с различными культурами, включая кукурузу, показано среднее увеличение коэффициента использования растениями азота из удобрений с контролируемым высвобождением элементов питания на 25%$_{абс.}$ Применение цинка также положительно повлияло на полноту усвоения растениями азота, повышая $КИ_N$ на 1,1-5,2% (см. табл. 8).

Выводы. Проведенные исследования позволяют констатировать, что нанесение на поверхность гранул аммиачной селитры минерального покрытия на основе монокальцийфосфата может рассматриваться в качестве приема повышения ее эффективности. На основании результатов растительной диагностики установлено, что обеспеченность растений азотом при применении капсулированного удобрения увеличивалась на 0,26-0,31%. Вследствие этого урожай початков достоверно возрастал на 2,43 т/га, а зерна молочной спелости - на 1,50 т/га, при этом коэффициент использования азота увеличивался с 37 до 52%. При применении цинка на фоне капсулированной аммиачной селитры отмечалась тенденция к увеличению урожая початков на 3,7-4,5%, зерна на 3,6-7,2% и коэффициента использования азота до 53-58%. Следует отметить, что погодные условия в период проведения исследования отличались от среднемноголетних, что делает необходимым продолжение изучения новой формы аммиачной селитры с покрытием гранул.

Литература

1. *Капустин А.А.* Сахарная кукуруза // Вестник овощевода. – 2009. – № 3. – С. 8-11. – EDN KXVIIJ.
2. *Технология* выращивания сахарной кукурузы [Электронный ресурс] URL: https://www.kaicc.ru/sites/default/files/kykyryza_0.pdf. (дата обращения: 28.03.2026).
3. *Косицына О.А., Кирсанова В.Ф.* Сахарная кукуруза в условиях Среднего Приамурья // Овощи России. – 2015. – № 2(27). – С. 48-51. – EDN UCCCLR.
4. *Латыпова А.Л., Соромотина Т.В.* Эффективность применения регуляторов роста при выращивании сахарной кукурузы в открытом грунте // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 3(15). – С. 75-79. – EDN WKYCJH.
5. *Шибзухов З.-Г.С.* Продуктивность сахарной кукурузы при различном фоне минерального питания с использованием стимуляторов роста растений // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В.М. Кокова. - 2024. - № 2(44). - С. 34–40. DOI 10.55196/2411-3492-2024-2-44-34-40
6. *Шибзухова З.С., Альборов А.А., Сеева А.А.* Влияние уровня минерального питания на рост и продуктивность сахарной кукурузы // Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 75-летию со дня образования агрономического факультета ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, Киров, 12 декабря 2019 года. – Киров: Вятская, 2019. – С. 465-468. – EDN DPATLR.
7. *Бахитова А.Р., Лапушкин В.М.* Накопление микроэлементов в зелёной массе кукурузы при её выращивании на дерново-подзолистой почве // Плодородие. – 2018. – № 4(103). – С. 18-21. – EDN YCMYOT.
8. *Enakiev Y.I., Bahitova A.R., Lapushkin* V.M. Microelements (Cu, Mo, Zn, Mn, Fe) in corn grain according to their availability in the fallow SOD-Podzolic soil profile // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2018. – Vol. 24, No. 2. – P. 285-289. – EDN XXEOAX.
9. *Abalos D., Jeffery S., Sanz-Cobena A., Guardia G., Vallejo A.* Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency // Agric. Ecosyst. Environ. – 2014. – Vol. 189. - P.136–144.
10. *Pan B., Lam S.K., Mosier A., Luo, Chen D.* Ammonia volatilization from synthetic fertilizers and its mitigation Y.strategies: a global synthesis // Agric. Ecosyst. Environ. – 2016. - Vol. 232. - P. 283–289.
11. *Rusek L., Brodowska M., Bogusz P., Rusek P.* Assessment of the Impact of Biodegradable Coated Fertilizers on Corn Yield // Agriculture. – 2025. – Vol. 15(21). – P. 2191. DOI 10.3390/agriculture15212191
12. *Лапушкин В.М., Волкова М.А., Лапушкина А.А. [и др.]* Агрономическая эффективность мочевины пролонгированного действия при выращивании яровой пшеницы // Агрохимия. – 2024. – № 4. – С. 35-40. – DOI 10.31857/S0002188124040049. – EDN DLZQKV.
13. *Лапушкин В.М.* Определение содержания нитратного азота в почве методом УФ-спектрофотометрии // Плодородие. – 2025. – № 2(143). – С. 9-13. – DOI 10.25680/S19948603.2025.143.02. – EDN SZJPDX.
14. *Государственный* реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс] URL: https://gossortrf.ru/registry/ (дата обращения: 28.03.2026)
15. *Агрохимия.* Практикум : учебное пособие для вузов / В.М. Лапушкин, С.П. Торшин, А.А. Лапушкина [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2026. – 500 с.
16. *Афанасьев Р.А.* К методике дисперсионного анализа результатов многолетних полевых опытов / Р.А. Афанасьев // Агрохимия. – 2004. – № 5. – С. 85-91. – EDN ONKVNX.
17. *Xu X., He P., Wei J., Cui R., Sun J., Qiu S., Zhao S., Zhou W.* Use of Controlled-Release Urea to Improve Yield, Nitrogen Utilization, and Economic Return and Reduce Nitrogen Loss in Wheat-Maize Crop Rotations // Agronomy. – 2021. – Vol. 11. – P. 723. DOI 10.3390/agronomy11040723.
18. *Shoji S., Delgado J., Mosier A. Miura Y.* Use of controlled release fertilizers and nitrification inhibitors to increase nitrogen use efficiency and to conserve air and water quality // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2001. – Vol. 32. – P. 1051-1070. DOI 1051-1070. 10.1081/CSS-100104103.

EFFECT OF ENCAPSULATED AMMONIUM NITRATE AND ZINC FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY OF SWEET CORN

V.M. Lapushkin[1], A.A. Lapushkina[1], S.P. Torshin[1], A.M. Norov[2], V.V. Sokolov[2], E.A. Rybin[2], E.V. Tereschenko[2], V.A. Vladimirov[2]

[1]Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e-mail: lapushkin@rgau-msha.ru

[2]Y. Samoilov Research Institute for Fertilizers and Insectofungicides, e-mail: vvsokolov1@phosagro.ru

In a two-year small-plot field experiment on sod-podzolic soil, a study was conducted on the effect of a new form of encapsulated ammonium nitrate developed by JSC «NIUIF named after Prof. Ya.V. Samoilov», as well as pre-sowing application and foliar feeding with zinc fertilizers on the yield and quality of sweet corn. It was established that coating ammonium nitrate granules with monocalcium phosphate is a method to increase its effectiveness. The use of the new fertilizer form contributed to higher nitrogen availability for plants during the growing season and increased cob yield by an average of 2.43 t/ha or 26.8% over two years, and grain yield by 1.50 t/ha or 21% compared to conventional nitrate. The application of zinc against the background of encapsulated fertilizer additionally increased cob yield by 3.7-4.5% and grain yield by 3.6-7.2%. The nitrogen use efficiency coefficient of the new fertilizer form was 52-58% compared to 37% for conventional ammonium nitrate. The specific removal of main nutrients averaged 8.0 kg nitrogen, 6.1 kg phosphorus, and 11.5 kg potassium per 1 ton of cobs and corresponding amount of by-products. Per 1 ton of milk-ripe grain, the specific removal was 10.5, 8.0, and 15.1 kg, respectively.

Keywords: ammonium nitrate, encapsulated fertilizers, slow-release fertilizers, nutrient removal, use efficiency coefficient, nitrogen, zinc, sweet corn.