

УДК 631.15: 631.82: 631.84

UDC 631.15: 631.82: 631.84

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИПОСЕВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ

EFFICIENCY OF SOWN USING OF MINERAL FERTILIZERS AND NITRIC ADDITIONAL FERTILIZING ON MAIZE GROWING

Толорая Тристан Рафаэлевич
д.с.-х.н., профессор

Toloraya Tristan Rafaelevich
Dr.Sci.Agr., professor

Малаканова Валентина Пантелеевна
к.с.-х.н.

Malakanova Valentina Panteleevna
Cand.Agr.Sci.

Подлесный Андрей Иванович
аспирант

Podlesniy Andrey Ivanovich
postgraduate student

Ломовской Дмитрий Викторович
к.с.-х.н.

Lomovskoy Dmitriy Victorovich
Cand.Agr.Sci.

Ласкин Роман Валерьевич
к.с.-х.н.

Laskin Roman Valerievich
Cand.Agr.Sci.

Пацкан Валерий Юрьевич
аспирант
*ГНУ Краснодарский НИИСХ Россельхозакадемии,
Краснодар, Россия*

Patskan Valeriy Yurievich
postgraduate student
*Krasnodar Research Institute of Agriculture n.a.
Lukyanenko, Russian Academy of Agricultural Sciences,
Krasnodar, Russian*

На основании исследований, проведенных в центральной зоне Краснодарского края в 2008-2010 годах, выявлена эффективность припосевного внесения удобрений, способов и доз подкормок при возделывании кукурузы разных подвидов на щелоченном черноземе Западного Предкавказья и даны научно-обоснованные рекомендации по повышению продуктивности

In the article, we have revealed the efficiency of sown using of fertilizers, the methods and the doses of additional fertilizing on different maize subspecies growing on the leached black soil of Northern Ciscaucasia which are based on studies in central part of the Krasnodar region in 2008-2010. We have also given the scientifically-based references of increasing productivity of maize

Ключевые слова: КУКУРУЗА, ПРИПОСЕВНОЕ УДОБРЕНИЕ, АЗОТНАЯ ПОДКОРМКА, УРОЖАЙНОСТЬ, КРЕМНИСТЫЙ ГИБРИД, ПОЛУЗУБОВИДНЫЙ ГИБРИД, ВЫНОС, БЕЛОК

Keywords: MAIZE, SOWING FERTILIZERS, NITRIC ADDITIONAL FERTILIZING, YIELD, FLINT HYBRID, SEMI-DENT HYBRID, EJECTION, PROTEIN

Получение высоких урожаев зерна кукурузы должно сопровождаться экономным расходом энергоресурсов и сохранением окружающей среды. В этом отношении важно рациональное применение минеральных удобрений, для чего необходимо определить, какое количество питательных веществ будет использовано растением кукурузы в критические периоды вегетации.

Внесение необходимых доз минеральных удобрений для получения высокого урожая не всегда даёт положительный эффект из-за несоответ-

ствия других внешних факторов – обеспеченности влагой, температурой, относительной влажностью воздуха и т.д. В таких случаях растения кукурузы даже усвоив большое количество удобрений, не смогут создать высокий урожай по причине нарушения признаков роста и развития растений и структуры урожая кукурузы.

Новизна применения минеральных удобрений в наших исследованиях заключается в том, что в настоящее время изменилось отношение к чередованию культур, изменяются почвенно-климатические условия, современные гибриды кукурузы более продуктивны и отзывчивы на удобрения, вместе с тем возросла потребность в получении высокой, стабильной урожайности и экономически выгодного ее уровня за счет снижения энергозатрат. Всё это повысило актуальность поиска путей рационального использования минеральных удобрений. Поэтому целью наших исследований явилось изучение влияния минеральных удобрений, вносимых при посеве, в подкормку (корневую и листовую) вегетирующих растений кукурузы на фоне осеннего применения азота, фосфора и калия на повышение продуктивности и качества урожая на примере среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ и гибридов кукурузы разных подвидов. Проведение таких исследований актуально в плане совершенствования условий питания культуры и технологий её возделывания.

Два полевых опыта закладывали в 2008-2010 годах на экспериментальном участке отдела селекции и семеноводства кукурузы ГНУ Краснодарского НИИСХ Россельхозакадемии.

Схемы опытов представлены в таблицах 1 и 5.

Почва участка чернозём выщелоченный, малогумусный, сверхмощный, предшественник – горох яровой, общий фон удобрений – $N_{60}P_{60}K_{60}$ (аммиачная селитра, двойной суперфосфат, калий хлористый). В опытах выращивали гибриды кукурузы Краснодарский 385 МВ, ПР39Г12, Эден Стар, Кубанский 350 МВ. Густоту стояния растений формировали ручной

прорывкой с учётом биологических особенностей гибридов в фазе 4 листьев. Для среднеспелых гибридов Краснодарский 385 МВ и Кубанский 350 МВ по 55 тыс./га, для раннеспелого (ПР39Г12) и среднераннего (Эден Стар) по 70 тыс./га. К уборке кукурузы она составляла соответственно 48,5 и 64,0 тыс. /га.

Химический анализ проводили в лаборатории агрохимических исследований ГНУ Краснодарский НИИСХ Россельхозакадемии, где в почве нитратный азот определяли ионометрическим методом, ГОСТ 26951-86; обменный аммоний по методу ЦИНАО, ГОСТ 26489-85; подвижные соединения фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО согласно ГОСТа 26205-91; в растениях кукурузы содержание азота и сырого протеина определяли по ГОСТу 13496.4-93; фосфора – ГОСТ 26657-97; содержание калия определяли пламенно-фотометрически по ГОСТу 30504-97.

В среднем за годы исследований, перед посевом в слое почвы 0-30 см содержание N-NO₃ и N-NH₄, составило 16,6 и 22,1 мг/кг почвы, P₂O₅ и K₂O 44,6 и 350,6 мг/кг почвы, что соответствует повышенному и высокому уровню (табл. 1).

В фазе молочной спелости зерна на варианте с припосевным внесением N₃₀P₂₀ в среднем за 2008-2010 годы содержание азота было максимальным и составило 17,5 мг/кг почвы, в то время как на варианте без подкормки оно было 10,2 мг/кг. Добавление калия при посеве (N₃₀P₂₀K₂₀) сказалось на увеличении поглощения азота растениями и в фазе молочной спелости кукурузы в почве содержалось 11,5 мг/кг минерального азота. Содержание азота в почве в период молочной спелости зерна кукурузы на вариантах проведения корневой подкормки в фазе 6-7 листьев кукурузы на фоне основного внесения удобрений колебалось в пределах 13,3-15,4 мг/кг.

Таблица 1 – Содержание NPK в почве, гибрид Краснодарский 385 МВ,
мг/кг, 2008-2010 годы

Вариант	В фазе молочной спелости зерна				В фазе полной спелости зерна			
	N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Фон (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	3,4	6,8	48	301	7,6	6,1	43	301
Фон + N ₃₀ P ₂₀ (при посеве)	7,2	10,3	54	299	6,3	6,6	45	288
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀ (при посеве)	4,4	7,1	49	296	5,9	6,7	42	303
Фон + N ₃₀ (корневая подкормка)	4,2	9,1	46	298	5,5	8,7	49	314
Фон + N ₃₀ P ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	6,6	7,9	49	295	7,6	9,9	45	292
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	6,2	9,2	51	297	9,2	9,7	44	304

Доступного фосфора в фазе молочной спелости зерна кукурузы на контроле без подкормки содержалось 48 мг/кг почвы, несколько больше его было на варианте внесения 30 кг/га аммиачной селитры в фазе 6-7 листьев (49,0 мг/кг почвы).

В период полной спелости зерна у кукурузы содержание аммиачного азота, фосфора и обменного калия в почве снизилось практически на всех вариантах.

Полученные нами результаты химического анализа растений в фазу молочной и полной спелости зерна представлены в таблице 2.

Применение различных сочетаний NPK не усилило потребление элементов питания. Так, в фазе молочной спелости зерна кукурузы на варианте без припосевного внесения удобрений содержалось азота 2,21%, при внесении с посевом кукурузы на фоне осеннего внесения N₆₀P₆₀K₆₀ при посеве N₃₀P₂₀K₂₀ содержание азота в листостебельной массе снизилось до 2,02 %. Подкормка N₃₀ не увеличила потребление азота кукурузой, а подкормки такой дозой после припосевного внесения N₃₀P₂₀ и N₃₀P₂₀K₂₀ ещё больше снизили содержание азота при увеличении сухой массы кукурузы.

Таблица 2 – Содержание элементов питания в листостебельной массе гибрида кукурузы Краснодарский 385 МВ, %, 2008-2010 годы

Вариант	В фазе молочной спелости			В фазе полной спелости		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Фон (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	2,21	0,61	2,07	1,38	0,43	2,46
Фон + N ₃₀ P ₂₀ (при посеве)	2,10	0,56	2,38	1,22	0,41	2,11
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀ (при посеве)	2,02	0,57	1,95	1,00	0,47	1,94
Фон + N ₃₀ (корневая подкормка)	2,15	0,53	2,08	1,41	0,68	1,69
Фон + N ₃₀ P ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	1,99	0,58	1,98	1,25	0,52	1,96
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	1,70	0,58	1,95	1,45	0,51	1,94

В листостебельной массе кукурузы в фазе полной спелости зерна содержание азота на вариантах с припосевным внесением N₃₀P₂₀ составило 1,22 %, что ниже, чем на контроле на 0,16 %. Наибольшее содержание азота в надземной части растений кукурузы отмечено в вариантах с подкормкой N₃₀ в фазе 6-7 листьев без припосевого удобрения и с внесением при посеве N₃₀P₂₀K₂₀, где содержание азота было примерно одинаковым 1,41 и 1,45 %.

Содержание фосфора было максимальным на варианте Фон + подкормка азотом в дозе 30 кг/га в фазе 6-7 листьев.

Содержание калия было наибольшим на варианте без припосевого внесения удобрений.

Процентное содержание азота, фосфора и калия в зерне в зависимости от припосевого внесения разных сочетаний NPK было неодинаково. Так у гибрида Краснодарский 385 МВ содержалось 1,77-1,80 % азота. Наименьшим оно было на контроле без внесения удобрений при посеве и не увеличивалось при добавлении к припосевному удобрению азотной подкормки.

Содержание фосфора и калия в зерне в процентном отношении было во многом близким, но если добавление к припосевному удобрению азот-

ной подкормки в фазе 6-7 листьев увеличивало содержание фосфора, то присутствие калия оставалось практически на одном уровне (табл. 3).

Таблица 3 – Вынос элементов зерновой частью урожая гибридом кукурузы Краснодарский 385 МВ в зависимости от припосевного внесения NPK и азотной подкормки в фазе 6-7 листьев, 2008-2010 годы

Вариант	Урожайность, ц/га	Содержание, %			Вынос, кг с 1 га		
		N	P	K	N	P	K
Фон (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	50,4	1,77	0,56	0,53	89,2	28,2	26,7
Фон + N ₃₀ P ₂₀ (при посеве)	54,6	1,79	0,56	0,53	97,7	30,6	28,9
Фон + N ₃₀ K ₂₀ (при посеве)	53,4	1,80	0,60	0,54	96,1	32,0	28,8
Фон + P ₂₀ K ₂₀ (при посеве)	52,1	1,80	0,61	0,53	93,8	31,8	27,6
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀ (при посеве)	56,4	1,78	0,59	0,54	100,4	33,3	30,5
Фон + N ₃₀ (корневая подкормка)	52,2	1,75	0,57	0,52	91,4	29,8	27,1
Фон + N ₃₀ P ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	56,4	1,82	0,59	0,56	102,7	33,3	31,6
Фон + N ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	54,2	1,78	0,61	0,54	96,5	33,1	29,3
Фон + P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	54,3	1,73	0,64	0,56	93,9	34,8	29,3
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	58,3	1,78	0,66	0,57	103,8	38,5	33,2

Анализ данных полученных по выносу элементов зерновой частью урожая показал, что на фоновом варианте без припосевного удобрения и корневой азотной подкормки вынос элементов питания и, прежде всего, азота был наименьшим. Так, на фоне вынос азота составил 89, 2 кг/га, с внесением при посеве N₃₀P₂₀ увеличивался на 8,5 кг/га, а с внесением при посеве N₃₀P₂₀K₂₀ он составил 100,4 кг/га, или повышался по сравнению с фоном на 11,2 кг/га. Большой вынос азота отмечен на вариантах опыта при проведении двух подкормок - при посеве N₃₀P₂₀ или N₃₀P₂₀K₂₀ плюс под-

кормка кукурузы в фазе 6-7 листьев азотным удобрением в дозе N_{30} . Эти варианты обеспечили вынос 102,7 кг/га и 103,8 кг/га.

Вынос фосфора и калия существенно увеличивался на тех вариантах, где эти элементы вносили при посеве и с корневой азотной подкормкой в фазе 6-7 листьев у кукурузы.

Разработка наиболее рациональных приемов агротехники кукурузы должна быть направлена на увеличение урожая зерна и улучшение его качества. При этом известно, что наиболее существенным показателем качества зерна является содержание в нем белка (Н.Г. Сыкало, 1976; Т.Р. Толорая, 1981, 2000 и др.).

Проведенные нами исследования по изучению влияния разных сочетаний NPK показали, что содержание белка в зерне кукурузы у гибрида Краснодарский 385 МВ на варианте с внесением при посеве парного сочетания $N_{30}P_{20}$ и $N_{30}P_{20}K_{20}$ не увеличивалось. Повышение содержания белка в зерне отмечено на тех вариантах, где при посеве применяли $N_{30}K_{20}$ и $P_{20}K_{20}$, что связано с некоторым снижением урожайности зерна (табл. 4).

В связи с применением на фоне осеннего внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ корневой подкормки в дозе N_{30} и повышением урожайности снизилось процентное содержание белка в зерне с 11,1 до 10,6 %, но небольшое увеличение урожайности в вариантах внесения $N_{30}P_{20}$ при посеве в сочетании с подкормкой в фазе 6-7 листьев не привело к снижению, а наоборот повысило его содержание от 11,2 до 11,4 %.

Сбор белка с единицы площади был наибольшим на вариантах с применением минеральных удобрений при посеве в сочетании с корневой подкормкой. Отличились варианты $N_{30}P_{20}$ и $N_{30}P_{20}K_{20}$, где сбор белка при подкормке составил соответственно 6,4 и 6,5 ц с 1 га.

Малоизученным вопросом является роль листовых и корневых подкормок кремнистых гибридов кукурузы в фазе 6-7 листьев различными дозами азотных минеральных удобрений в формировании белка в зерне.

Таблица 4 – Накопление белка в зерне гибрида кукурузы

Краснодарский 385 МВ

Вариант	Содержание белка, %				Сбор белка, ц/га			
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	среднее	2008 г.	2009 г.	2010 г.	среднее
Фон (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	10,4	12,2	10,6	11,1	4,6	5,0	7,0	5,5
Фон + N ₃₀ P ₂₀ (при посеве)	10,4	12,6	10,6	11,2	5,1	5,7	7,4	6,1
Фон + N ₃₀ K ₂₀ (при посеве)	10,5	12,8	10,6	11,3	4,9	5,7	7,3	6,0
Фон + P ₂₀ K ₂₀ (при посеве)	10,6	12,8	10,4	11,3	4,8	5,6	7,0	5,8
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀ (при посеве)	11,5	11,4	10,5	11,1	6,0	5,4	7,4	6,3
Фон + N ₃₀ (корневая подкормка)	11,0	10,6	11,2	10,6	5,1	4,6	7,5	5,7
Фон + N ₃₀ P ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	10,9	11,4	11,8	11,4	5,4	5,4	8,5	6,4
Фон + N ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	10,9	10,6	11,8	11,4	5,3	4,8	8,1	6,1
Фон + P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	10,6	11,0	10,8	10,8	5,2	5,0	7,3	5,8
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (корневая подкормка)	10,6	11,6	11,2	11,1	5,5	5,6	8,3	6,5

Проводимые нами эксперименты предполагали сравнительное изучение влияния азотных подкормок кукурузы на качество зерна кремнистых гибридов кукурузы (ПР39Г12, Эден Стар) и ползубовидного Кубанский 350 МВ в зависимости от способов их внесения, форм и доз удобрений. Содержание азота в зерне гибридов кукурузы ПР39Г12, Эден Стар и Кубанский 350 МВ на варианте без подкормки составляло соответственно 1,53; 1,75 и 1,67 %. У гибридов ПР39Г12 и Эден Стар содержание азота в зерне повышалось только при корневых подкормках, а у гибрида Кубанский 350 МВ оно было на уровне контроля – без подкормки и не изменялось в зависимости от доз и видов азотных удобрений (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние доз и способов подкормки гибридов кукурузы в фазе 6-7 листьев на урожайность и содержание азота в зерне, 2008-2010 годы

Вариант	Способ подкормки	ПР39Г12		Эден Стар		Кубанский 350 МВ	
		содержание N, %	урожайность, ц/га	содержание N, %	урожайность, ц/га	содержание N, %	урожайность, ц/га
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ осенью - фон	без подкормки (контроль)	1,53	49,7	1,75	47,9	1,67	52,2
Фон + N ₁₀	листовая	1,59	50,6	1,80	50,0	1,65	53,7
Фон + N ₁₅	листовая	1,56	51,9	1,77	51,5	1,69	54,1
Фон + N ₂₀	корневая	1,62	52,2	1,83	53,8	1,71	56,2
Фон + N ₃₀	корневая	1,61	54,3	1,84	53,1	1,66	57,2
Фон + N ₄₀	корневая	1,62	53,9	1,81	53,4	1,69	57,3

Содержание азота в зерне повлияло на вынос азота зерновой частью, а, следовательно, белка зерном и сбор его с единицы площади (табл. 6).

Таблица 6 – Содержание белка в зерне гибридов кукурузы (%) и сбор его (ц/га) в зависимости от доз корневой и листовой подкормок, 2008-2010 годы

Вариант	Способ подкормки	ПР39Г12		Эден Стар		Кубанский 350 МВ	
		белок	сбор белка	белок	сбор белка	белок	сбор белка
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ осенью – фон	без подкормки (контроль)	9,6	4,8	11,0	5,3	10,4	5,4
Фон + N ₁₀	листовая	9,9	5,0	11,2	5,6	10,3	5,5
Фон + N ₁₅	листовая	9,7	5,0	11,1	5,7	10,6	5,7
Фон + N ₂₀	корневая	10,2	5,3	11,4	6,1	10,7	6,0
Фон + N ₃₀	корневая	10,1	5,5	11,5	6,1	10,4	6,0
Фон + N ₄₀	корневая	10,2	5,6	11,3	6,0	10,6	6,1

Содержание белка в зерне кукурузы в зависимости от листовой подкормки растений мочевиной в фазе 6-7 листьев было меньше, чем при корневых подкормках аммиачной селитрой. По уровню содержания белка в

зерне выделился гибрид Эден Стар – 11,0-11,5 %. Наименьшее содержание белка – 9,6-10,2 % было у гибрида ПР39Г12, промежуточное положение – 10,3-10,7 % занимал гибрид Кубанский 350 МВ. Сбор белка с единицы площади посева у гибрида Кубанский 350 МВ составил столько же, сколько и у гибрида Эден Стар, отличающегося более высоким содержанием белка в зерне.

Таким образом, увеличение урожайности зерна среднеспелых гибридов кукурузы в условиях Краснодарского края на фоне осеннего внесения под вспашку минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ зависит от припосевного применения азотно-фосфорного и азотно-фосфорно-калийной смеси в дозах $N_{30}P_{20}$ и $N_{30}P_{20}K_{20}$. Для повышения качества зерна предлагается использовать азотную корневую подкормку в дозе N_{30} в фазе 6-7 листьев у кукурузы.

Повышение урожайности и качества зерна кремнистых гибридов ПР39Г12, Эден Стар и ползубовидного Кубанский 350 МВ обеспечивается корневыми азотными подкормками аммиачной селитрой в фазе 6-7 листьев при дозах 30 и 40 кг/га. Листовые подкормки мочевиной в этой фазе преимущественно увеличивают качество зерна и в меньшей степени урожайность.

Литература:

1. Сыкало, Н.Г. Кукуруза – урожай и качество / Н.Г. Сыкало – Краснодар: Кн. изд-во, 1976. – 126 с.
2. Толорая, Т.Р. Агрэкологические факторы оптимизации продуктивности посевов кукурузы на зерно и семена на черноземах Западного Предкавказья / Толорая Тристан Рафаэлевич: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Краснодар. – 2000. – 49 с.