

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ, МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА

С. С. МОСУР

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: agrohim_bgsha@mail.ru

(Поступила в редакцию 27.01.2021)

В статье приведены исследования по влиянию органических, минеральных удобрений, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество зерна кукурузы при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

В опытах использовался гибрид кукурузы Ладога ФАО 240. Среднеранний, трёхлинейный. Тип зерна промежуточный.

Многочисленные опыты показывают, что с повышением урожайности зерна его качества снижается. Поэтому проводятся приемы для улучшения качества зерна путем дополнительного «питания» растений с помощью подкормок.

В исследованиях использовали микроудобрения и комплексные удобрения, так как с помощью них увеличивается урожайность и качество зерна кукурузы. В опытах также применяли регулятор роста Экосил. Изучение его применения в опытах обусловлено тем, что ростостимулирующие препараты положительно влияют на различные полевые культуры, в том числе и на кукурузу. Регуляторы роста растений способствуют увеличению урожайности зерна, а также и его качества. Однако, не смотря на полученные данные исследователей, многое не изучено. И эта тема остаётся привлекательной для исследователей. Были использованы микроудобрения белорусского производства и зарубежные в качестве сравнения по эффективности между собой.

В исследованиях также определяли один из основных хозяйственных показателей – массу тысячи семян.

Проводили исследования на содержание основных макроэлементов (азота, фосфора, калия) и необходимых для роста и развития кукурузы микроэлементов (меди и цинка) в зерне. А также такие показатели качества зерна кукурузы, как содержание сырой золы, клетчатки и жира, азота.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность зерна, NPK, масса 1000 семян, удобрение, микроудобрение, окупаемость удобрений, регулятор роста.

The article presents studies on the effect of organic, mineral fertilizers, micronutrient fertilizers and growth regulator on the yield and quality of corn grain when cultivated on sod-podzolic light loamy soil.

The experiments used a hybrid of maize Ladoga FAO 240. Medium early, three-line, intermediate grain type.

Numerous experiments show that with an increase in grain yield, its quality decreases. Therefore, techniques are carried out to improve the quality of grain by additional "nutrition" of plants with the help of dressings.

In the studies, microfertilizers and complex fertilizers were used, since they increase the yield and quality of corn grain. The experiments also used the growth regulator Ecosil. The study of its use in experiments is due to the fact that growth-stimulating drugs have a positive effect on various field crops, including corn. Plant growth regulators help to increase grain yield, as well as its quality. However, despite the findings of the researchers, much has not been studied. And this topic remains attractive to researchers. Microfertilizers of Belarusian production and foreign ones were used as a comparison with each other in terms of efficiency.

The studies also determined one of the main economic indicators – the weight of a thousand seeds.

Research was carried out into the content in the grain of the main macronutrients (nitrogen, phosphorus, potassium) and trace elements (copper and zinc) necessary for the growth and development of corn. As well as such indicators of corn grain quality, as the content of crude ash, fiber and fat, nitrogen.

Key words: corn, grain yield, NPK, 1000 seeds weight, fertilizer, micronutrient fertilization, fertilizer payback, growth regulator.

Введение

В современном производстве зерна, кукуруза занимает одно из лидирующих положений, являясь растением универсального использования [1, с. 20; 2, с. 231; 3, с. 412].

Кукуруза имеет большое агротехническое значение как пропашная культура, которая при надлежащем уходе за посевами способствует очищению полей от сорняков, а при содержании междурядий в чистом и рыхлом состоянии улучшает гидротермический и биохимический режимы почвы [4, с. 22–27].

При внесении научно обоснованных доз удобрений улучшается минеральное питание растений, что способствует мобилизации физиологических ресурсов растений и повышению качества выращиваемого зерна [5, с. 192].

Большая потребность в зерне кукурузы возникает и в связи с развитием животноводства. Это одна из наилучших зернофуражных культур: в одном килограмме зерна она содержит 1,34 кормовых единиц и 78 г переваримого протеина, а по сбору белка с посевной площади кукуруза приближается к пшенице [6, с. 624].

В последние годы в мировой практике все шире применяют препараты, с помощью которых можно искусственно регулировать рост и развитие растений и, как следствие, повысить урожайность [7, с. 167; 8, с. 66; 9, с. 5].

Цель исследований – изучить влияние органических, минеральных макро-, микро-, комплексных удобрений и регулятора роста на урожайность и качество зерна кукурузы при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Основная часть

Исследования проводились на опытном поле «Тушково» УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2018–2020 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 метра моренным суглинком.

Почва опытного участка в среднем за 3 года исследований имела слабокислую реакцию почвенной среды, среднюю обеспеченность гумусом и подвижными формами меди и цинка (1,52–3,47 мг/кг; 3,9–4,4 мг/кг), повышенное содержание подвижных форм фосфора (216,8–238,4 мг/кг), повышенное и высокое содержание подвижного калия (291,0–328,0 мг/кг) соответственно по методу Кирсанова.

Объектом исследований являлся гибрид кукурузы Ладога ФАО 240. Среднеранний, трёхлинейный. Тип зерна промежуточный. Включён в госреестр сортов Беларуси в 2012 году. Регистрационный номер 2009262. Vegetационный период, дней 106–109.

В опытах применялись удобрения: мочевина (46 % N); аммонизированный суперфосфат (30 % P₂O₅, 9 % N); хлористый калий (60 % K₂O), комплексное удобрение для кукурузы, марка 15–12–19 с 0,2 % Zn и 0,1 % B, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси; органические удобрения – навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22 %, N – 0,50–0,52 %, P₂O₅ – 0,21–0,22 % и K₂O – 0,55–0,57 %); микроудобрения: Адоб–Zn (6,2 % Zn, 9 % N и 3 % Mg); МикроСтим–Zn (6–8 % Zn, 9–11 % N), МикроСтим–Cu (6–10 % N; 4,5–5,5 % Cu), МикроСтим–ZnB (4,6 %, Zn; 9,3 % N; 3,0 % B; гуминовые вещества – 0,48–6,0 г/л); комплексное удобрение Кристалон (N – 18 %; P₂O₅ – 18,0 %; K₂O – 18,0 %; MgO – 3 %; SO₃ – 5 %; B – 0,025 %; Cu (ЭДТА) – 0,01 %; Fe (ЭДТА) – 0,07 %; Mn (ЭДТА) – 0,04 %; Mo – 0,004 %; Zn (ЭДТА) – 0,025 %.); регулятор роста растений – Экосил – 5 %-ная водная эмульсия тритерпеновых кислот.

Обработку растений кукурузы проводили в фазу 6–8 листьев регулятором роста растений Экосил (50 мл/га), микроудобрением Адоб–Zn (1,5 л/га), комплексными микроудобрениями с регулятором роста МикроСтим–Zn (1,5 л/га) + МикроСтим–Cu (1 л/га), МикроСтим Zn,B (1,65 л/га), комплексным удобрением Кристалон (2 л/га). Общая площадь делянки – 25,2 м², учётная – 16,8 м². Повторность четырёхкратная. Посев кукурузы был произведен сеялкой точного высева СТВ-8К в 2018 г. 5 мая, в 2019 г. – 19 апреля, в 2020 г. – 5 мая. В табл. 1 приведены данные урожайности зерна кукурузы за 3 года исследований. Также приведена окупаемость 1 кг NPK кг зерна (табл. 1).

Таблица 1. Влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность зерна кукурузы в среднем за 2018–2019 гг.

Вариант	Урожайность, ц/га			Среднее	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна
	2018	2019	2020				
Контроль	48,0	50,0	45,9	47,9	–	–	–
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	59,3	57,0	78,9	65,0	17,1	–	8,1
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (стандартные)	69,3	63,0	95,9	76,0	28,1	–	10,0
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (с Zn и B)	75,8	66,0	99,9	80,5	32,6	–	11,6
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ – ФОН	83,8	73,0	105,7	87,5	39,5	–	14,1
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ + МикроСтим–Zn	96,8	80,0	112,1	96,3	48,3	8,8	14,6
Фон + МикроСтим–Zn	91,0	79,0	111,5	93,8	45,8	6,3	16,3
Фон + Адоб–Zn	91,3	80,0	111,9	94,4	46,4	6,7	16,5
Фон + МикроСтим–Zn,Cu	91,3	84,0	113,5	96,3	48,3	8,8	17,2
Фон + Кристалон	97,3	95,0	113,9	102,0	54,1	14,6	19,3
Фон + Экосил	90,8	80,0	108,2	93,0	45,0	5,5	16,0
Фон + МикроСтим–ZnB	91,8	90,0	113,7	98,5	50,5	11,0	18,0
Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀)	107,8	96,0	118,7	107,5	59,5	20,0	–
Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀) + МикроСтим–Zn	108,5	99,0	124,5	110,6	62,7	23,1	–
НСР ₀₅	5,4	5,4	7,12	5,17	–	–	–

Применение комплексного АФК удобрения с бором и цинком по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе (N₉₀P₇₀K₁₂₀) применялись карбамид (46 % N); аммонизированный суперфосфат (30 % P₂O₅, 9 % N); хлористый калий (60 % K₂O), увеличивало урожайность зерна кукурузы на 11 ц/га.

Минимальных значений по данному показателю имел вариант без применения удобрений (47,9 ц/га) в среднем за 3 года исследований.

Некорневые подкормки на фоне N₉₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ Адоб Zn, МикроСтим Zn, МикроСтим Zn,Cu и МикроСтим Zn,B повышали урожайность зерна кукурузы по сравнению с фоновым вариантом на 6,7, 6,3, 8,8 и 11 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 16,5 16,3, 17,2 и 18,0 кг зерна соответственно.

Применение регулятора роста Экосил увеличивало урожайность зерна кукурузы по сравнению с фоновым вариантом ($N_{90+30}P_{70}K_{120}$) на 5,5 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 16,0 кг зерна.

Урожайность зерна кукурузы в варианте с применением некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ составила 102,2 ц/га в среднем за 3 года исследований, что на 14,5 ц/га больше фонового варианта. В этом варианте опыта отмечена максимальная окупаемость 1 кг NPK кг зерна (19,3 кг).

Внесение 60 т/га навоза увеличивало урожайность зерна по сравнению с фоном на 20,0 ц/га. Средняя урожайность за 3 года в данном варианте составила 107,5 ц/га.

Максимальная урожайность зерна была получена в варианте с применением навоза на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ с некорневой подкормкой МикроСтим Цинк 75 г/га и составила 110,6 ц/га, что на 23,1 ц/га больше фонового варианта.

Химические анализы зерна кукурузы приведены в табл. 2. Проводили исследования на содержание основных макроэлементов (азота, фосфора, калия) и необходимых для роста и развития кукурузы микроэлементов (меди и цинка) в зерне. А также такие показатели качества зерна кукурузы, как содержание сырой золы, клетчатки и жира (табл. 2).

Чем больше была доза вносимого с удобрением азота, тем больше его содержание было в зерне кукурузы. Минимальное его содержание было в неудобренном контрольном варианте и составило 0,97 %.

Таблица 2. Химические анализы зерна кукурузы в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Химические анализы зерна кукурузы в среднем за 2018-2020 гг.								
	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Сырая зола, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка %	Сырой протеин, %
Контроль	0,97	0,54	0,44	1,34	11,21	1,60	3,61	2,54	6,09
$N_{60}P_{60}K_{90}$	1,02	0,60	0,47	1,34	11,62	1,44	3,14	2,41	6,37
$N_{90}P_{70}K_{120}$ (стандартные)	1,03	0,62	0,54	1,37	11,14	1,42	3,41	2,50	6,43
$N_{90}P_{70}K_{120}$ (с Zn и B)	1,06	0,58	0,52	1,37	12,45	1,49	3,33	2,49	6,66
$N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} – ФОН	1,10	0,58	0,53	1,39	11,19	1,44	3,33	2,11	6,91
$N_{120}P_{80}K_{130}$ + N_{30} + МикроСтим–Zn	1,20	0,65	0,54	1,41	12,98	1,52	3,54	2,22	7,52
Фон + МикроСтим–Zn	1,16	0,54	0,53	1,45	13,42	1,44	3,62	2,19	7,26
Фон + Адоб–Zn	1,18	0,51	0,52	1,51	15,05	1,54	3,40	2,01	7,40
Фон + МикроСтим–Zn,Cu	1,16	0,61	0,53	2,03	14,46	1,50	3,58	2,19	7,28
Фон + Кристалон	1,34	0,65	0,59	1,78	12,71	1,38	3,54	2,11	8,42
Фон + Экосил	1,12	0,60	0,55	1,49	12,62	1,58	3,36	2,27	7,00
Фон + МикроСтим–ZnB	1,15	0,59	0,54	1,48	12,94	1,57	3,36	2,21	7,20
Навоз 60 т/га + фон ($N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30})	1,46	0,68	0,53	1,64	13,13	1,56	3,50	2,22	9,12
Навоз 60 т/га + фон ($N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30}) + МикроСтим–Zn	1,49	0,66	0,54	1,50	13,18	1,46	3,46	1,88	9,31
НСР ₀₅	0,168	0,074	0,061	0,110	1,095	0,164	0,451	0,482	0,734

В фоновом варианте ($N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30}) содержание азота в зерне кукурузы составило 1,10 % в среднем за все 3 года исследований. Применение некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} увеличивало содержание азота на 0,24 % по сравнению с фоновым вариантом. Максимальное содержание азота в зерне кукурузы было в вариантах с применением органоминеральной системы удобрения (60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} и 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30}) и составило 1,46 и 1,49 % соответственно.

Максимальное содержание фосфора было в варианте с применением 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} и составило 0,68 %. Во всех остальных вариантах содержание фосфора практически не отличалось. По содержанию калия в зерне кукурузы минимальное значение (0,44 %) было в варианте без применения удобрений.

В фоновом варианте с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} содержание калия в зерне достигло 0,53 %. Во всех остальных вариантах содержание калия не отличалось от фонового варианта, кроме варианта с применением комплексного удобрения Кристалон на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} . В данном варианте было максимальное содержание калия, которое составило 0,59 %.

По содержанию меди минимальное значение (1,34 %) имели варианты с применением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ и неудобренный контрольный вариант. В фоновом варианте содержание меди составило 1,39 мг/кг. Наибольшее увеличение содержания меди в зерне кукурузы по сравнению с фоновым вариантом была у следующих вариантов: некорневая подкормка МикроСтим–Zn, Cu на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} , некорневая подкормка комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} . Содержание меди в данных вариантах составило 2,03 и 1,78 мг/кг соответственно. Максимальное содержание цинка в зерне кукурузы было в варианте с применением некорневой подкормки Адоб–Zn

и составило 15,05 мг/кг. Несколько ниже содержание цинка в зерне было в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим–Zn, Cu на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ (14,46 мг/кг).

Применение минеральных макро-, и микроудобрений, регуляторов роста и органических удобрений не способствовало увеличению содержания сырой золы по сравнению с контрольным вариантом без применения удобрений. Содержание сырой золы в контрольном варианте составило 1,60 %.

Минимальное содержание сырой золы в зерне кукурузы было в варианте с применением некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне N₉₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ – 1,38 %.

В фоновом варианте (N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀) содержание сырой золы составило 1,44 %.

По содержанию сырого жира наименьшее значение было в варианте с применением минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ (3,14 %). Ни одна из применяемых систем удобрения в опыте не способствовала увеличению содержания сырого жира в зерне кукурузы по сравнению с контрольным вариантом. В неудобренном контрольном варианте содержание сырого жира составило 3,61 %.

Наименьшее содержание сырой клетчатки в зерне кукурузы отмечено в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим–Zn в сочетании с 60 т/га навоза на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и составило 1,88 %. Максимальное значение было у варианта без применения удобрений. Содержание сырой клетчатки в данном варианте составляло 2,54 %.

Содержание сырого протеина находится в прямой зависимости от содержания азота в зерне, чем его больше, тем больше содержание протеина.

Содержание сырого протеина в варианте без применения удобрений было минимальным и составило 6,09 %. В фоновом варианте (N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀) оно было на 0,82 % выше по сравнению с контрольным вариантом и составило 6,91 %. Наиболее высокое содержание сырого протеина (8,42 %) среди вариантов с применением минеральных систем удобрения было в варианте с некорневой подкормкой комплексным удобрением Кристалон на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀, что на 1,51 % выше фонового варианта. Максимальное содержание сырого протеина в зерне кукурузы было в варианте с применением 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и составило 9,31 %. В исследованиях также определяли один из основных хозяйственных показателей – масса тысячи семян (табл. 3).

Применение N₆₀P₆₀K₉₀ и N₉₀P₇₀K₁₂₀ повышало массу 1000 семян кукурузы по сравнению с неудобренным контролем в среднем за 3 года на 17,3 г и 25,6 г соответственно. Новое специализированное комплексное АФК удобрение для кукурузы с цинком и бором по сравнению с внесением в эквивалентной дозе (N₉₀P₇₀K₁₂₀) мочевины, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия увеличивало массу 1000 семян кукурузы на 32,3 г. Некорневые подкормки на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ Адоб Zn, МикроСтим Zn, МикроСтим Zn, Cu и МикроСтим B, Zn способствовали возрастанию массы 1000 семян кукурузы по сравнению с фоновым вариантом на 12,3 г, 11 г, 20 и 28,6 г соответственно. Подкормка комплексным удобрением Кристалон (Нидерланды) на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ увеличивала массу 1000 семян на 32,3 г.

Таблица 3. Влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на массу 1000 семян кукурузы (в среднем за 2018–2020 гг.)

Варианты	Масса 1000 семян, грамм			
	2018	2019	2020	Среднее
Контроль	220	175	205	200,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	232	199	221	217,3
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (стандартные)	236	216	225	225,6
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (с Zn и B)	240	225	232	232,3
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ – ФОН	250	225	248	241,0
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ + МикроСтим–Zn	270	250	266	262,0
Фон + МикроСтим–Zn	260	232	264	252,0
Фон + Адоб–Zn	263	233	264	253,3
Фон + МикроСтим–Zn, Cu	264	249	270	261,0
Фон + Кристалон	266	283	271	273,3
Фон + Экосил	258	233	255	248,6
Фон + МикроСтим–ZnB	270	266	273	269,6
Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀)	275	284	270	276,3
Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀) + МикроСтим–Zn	280	300	278	286,0
НСП ₀₅	3.7	5.9	7.715	5.00

Масса 1000 семян в вариантах с применением МикроСтим Zn на фоне N₁₂₀P₈₀K₁₃₀ + N₃₀ была выше на 21 г по сравнению с фоновым вариантом N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀. Обработка посевов кукурузы регулятором роста Экосил на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ повышала массу 1000 семян на 7,6 г по сравнению с фоном.

Сочетание навоза и минеральных удобрений обеспечивало самую высокую массу 1000 семян кукурузы. Внесение 60 т/га навоза + N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и 60 т/га навоза + N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ + МикроСтим Zn повышало массу 1000 семян на 35,3 и 45 г соответственно.

В варианте 60 т/га навоза + $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} + МикроСтим Цинк отмечена максимальная масса 1000 семян кукурузы, что и способствовало формированию наиболее высокой урожайности зерна в опытах.

Заключение

Применение микроудобрений способствовало значительному увеличению урожайности зерна кукурузы. По эффективности применение отечественного микроудобрения (МикроСтим Zn, Беларусь) существенно не отличалось от применения зарубежного (Адоб Zn, Польша) и его можно использовать для импортозамещения. Максимальная урожайность зерна была получена в варианте с применением навоза на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ с некорневой подкормкой МикроСтим Цинк 75 г/га и составила 110,6 ц/га, что на 23,1 ц/га больше фонового варианта.

Используемый в опытах регулятор роста Экосил способствовал увеличению массы 1000 семян и урожайности зерна, что доказывает его эффективность. При этом качество зерна незначительно отличалось от других вариантов.

Максимальное содержание азота, сырого протеина и массы 1000 семян в зерне кукурузы было в варианте с применением органоминеральной системы удобрения (60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим–Zn на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30}) и составило 1,49 % N, 9,31 % сырого протеина и 286 грамм массы семян соответственно. Максимальное содержание фосфора в зерне было в варианте с применением 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} и составило 0,68 %.

Применение комплексного удобрения Кристалон также способствовало увеличению урожайности. С применением данного удобрения была получена урожайность зерна 102 ц/га, и максимальная окупаемость 1 кг NPK – 19,3 кг зерна в среднем за 3 года исследований. Содержание в зерне основных макроэлементов (NPK) также достигало высоких значений при использовании данного удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Питание и удобрение зерновых культур. Кукуруза / А. Х. Шеуджен [и др.]. – Майкоп, 2010. – 20 с.
2. Шеуджен, А. Х. Питание и удобрение зерновых, крупяных и зернобобовых культур / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, Л. М. Онищенко. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 231с.
3. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
4. Сидорович, В. П. Приемы повышения продуктивности посевов кукурузы / В. П. Сидорович, Н. А. Губкина, В. Ф. Петраков // Кормопроизводство. – 2001. – №6. – С. 22–27.
5. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 192 с.
6. Богданов, Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / Г. А. Богданов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624 с.
7. Лихацький, В. І. Капуста цвітна: монографія / В. І. Лихацький, В. М. Чередніченко. – Вінниця, 2010. – 167 с.
8. Калінін, Ф. А. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві / Ф. А. Калінін. – Київ: Урожай, 1989. – 66 с.
9. Регуляторы роста растений / С. З. Гамбург [и др.]. – Киев: Колос, 1979. – С. 5.