

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ, МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ И СБОР СЫРОГО И ПЕРЕВАРИМОГО ПРОТЕИНА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ КУКУРУЗЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ЗЕЛЁНУЮ МАССУ

С. С. МОСУР

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: agrohim_bgsha@mail.ru

(Поступила в редакцию 11.01.2024)

Основным экономическим условием выживания хозяйств по разведению КРС является оптимизация кормовых рационов. Кукурузный силос является незаменимой частью корма для крупного рогатого скота. В статье приведены исследования по влиянию органических, минеральных удобрений, микроудобрений и регулятора роста на качество зеленой массы кукурузы, общий и удельный вынос элементов питания с зелёной массой кукурузы при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

В опытах использовался гибрид кукурузы Ладога.

Зеленая масса кукурузы является одним из основных видов корма для КРС. Поэтому важной задачей является получение высоких и качественных урожаев. Для этого используют как минеральные, так и органические удобрения.

В опытах применяли минеральные микроудобрения и комплексные удобрения. Многочисленными опытами доказано что применение микроудобрений и комплексных удобрений способствует увеличению урожайности и качества зеленой массы кукурузы. В опытах использовали регулятор роста Экосил. Были использованы микроудобрения белорусского производства и зарубежные в качестве сравнения по эффективности между собой.

В опытах определили содержание основных макро- (азота, фосфора, калия) и микроэлементов (меди и цинка), необходимых для роста и развития кукурузы, а также такие показатели качества зеленой массы кукурузы, как содержание сырой клетчатки, жира и протеина.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность зеленой массы, NPK, нитраты, удобрение, микроудобрение, Энергетическая ценность, переваримый протеин.

The main economic condition for the survival of cattle breeding farms is the optimization of feed rations. Corn silage is an essential part of cattle feed. The article presents studies on the influence of organic, mineral fertilizers, microfertilizers and a growth regulator on the quality of the green mass of corn, the total and specific removal of nutrients from the green mass of corn when cultivated on sod-podzolic light loamy soil.

The Ladoga corn hybrid was used in the experiments.

Green mass of corn is one of the main types of feed for cattle. Therefore, an important task is to obtain high and high-quality yields. For this purpose, both mineral and organic fertilizers are used.

Mineral microfertilizers and complex fertilizers were used in the experiments. Numerous experiments have proven that the use of microfertilizers and complex fertilizers helps to increase the yield and quality of the green mass of corn. The growth regulator Ecosil was used in the experiments. Microfertilizers produced in Belarus and foreign ones were used to compare their effectiveness with each other.

The experiments determined the content of the main macro- (nitrogen, phosphorus, potassium) and microelements (copper and zinc) necessary for the growth and development of corn, as well as such indicators of the quality of the green mass of corn as the content of crude fiber, fat and protein.

Key words: corn, green mass yield, NPK, nitrates, fertilizer, microfertilizer, energy value, digestible protein.

Введение

Кукуруза – одна из наиболее продуктивных и технологичных культур. В зависимости от фазы развития её питательная ценность меняется в пределах от 13–15 до 28–30 к.ед. на 100 кг зелёной массы [14].

По уровню урожайности кукуруза занимает первое место в мире, значительно опережая другие продовольственные и кормовые культуры [12].

Наиболее продуктивной из кормовых культур является кукуруза, возделываемая на силос. В структуре урожая кукурузы более 25 % занимают початки. Силос, приготовленный из такой массы кукурузы, содержит 0,29–0,30 к.ед. в 1 кг корма [13].

В Беларуси возделывание кукурузы на зелёную массу (силос) получило широкое распространение. Поэтому очень важное значение имеет определение в зелёной массе основных питательных веществ [15].

Применение макро- и микроудобрений способствует увеличению урожайности кукурузы, а также и её качественных показателей. Самое существенное влияние на качество зелёной массы кукурузы оказывали азотные удобрения [16].

В последнее время были проведены исследования по определению оптимальных сроков и доз применения удобрений под основные сельскохозяйственные культуры, в том числе и под кукурузу [1, 2].

Из всех агротехнических приёмов применение удобрений оказывает максимальное влияние на рост, развитие и продуктивность кукурузы [3–6]. При возделывании кукурузы особое внимание обращают на систему удобрения [7]. Кукуруза хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений. Особенно важным считается допосевное внесение. Задача допосевого удобрения заключается в обеспечении питанием растений на весь вегетационный период. Под кукурузу необходимо вносить полное минеральное удобрение с соотношением азота, фосфора и калия 1,5:1:1 или 2:1:1 [8]. Для подкормки в фазе 6–8 листьев следует применять жидкие или твердые азотные и комплексные удобрения [8–11].

Цель исследований – определить влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество кукурузы, возделываемой на зелёную массу.

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, подстилаемой 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 (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы опытного участка перед закладкой опытов

Год исследования	N, %	pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn
2018	1,5 гумуса	м-экв на 100 г почвы	мг/кг почвы			
		5.56	238.4	291.0	3.474	4.436
2019	1,5 гумуса	м-экв на 100 г почвы	мг/кг почвы			
		5.24	216.8	315.8	2.566	4.001
2020	1,6 гумуса	м-экв на 100 г почвы	мг/кг почвы			
		5.83	234.5	328.0	1.5295	3.9107

Объектом исследований являлся гибрид кукурузы Ладога. Среднеранний. Включён в госреестр сортов Беларуси в 2012 году. Вегетационный период 106–109 дней.

В опытах применялись удобрения:

– мочевины (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–Цинк (6–8 % Zn, 9–11 % N), МикроСтим–Медь (6–10 % N; 4,5–5,5 % Cu), МикроСтим–Цинк, Бор (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 %-ая 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–Цинк (1,5 л/га) + МикроСтим–Медь (1 л/га), МикроСтим–Цинк, Бор (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 мая, в 2020 г. – 5 мая.

Основными качественными показателями зелёной массы кукурузы являются содержание в ней сырого жира, протеина и клетчатки, а также содержание основных макро- и микроэлементов.

Минимальное содержание азота (1,09 %) в зелёной массе кукурузы было в контрольном варианте без применения удобрений (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность и качество зеленой массы кукурузы в среднем за 2018–2020 гг.

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га	% на сухое вещество								
		N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Сырая зола, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Сырой протеин, %
Контроль	336	1,09	0,52	1,35	2,04	5,76	5,92	1,08	23,40	6,83
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	412	1,10	0,90	1,52	2,56	9,51	5,53	0,78	24,23	6,92
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (стандартные)	448	1,23	0,58	1,58	2,82	10,88	5,32	1,08	23,19	7,70
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (с Zn и B)	478	1,37	0,79	1,50	2,23	14,95	5,30	1,06	22,34	8,56
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ – ФОН	505	1,35	1,14	1,65	2,46	12,00	5,93	1,24	22,46	8,43
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ + МикроСтим–Цинк	636	1,43	0,95	1,53	2,46	14,01	5,95	1,14	21,99	8,93
Фон + МикроСтим–Цинк	551	1,38	1,08	1,70	2,73	11,71	5,62	0,99	23,59	8,66
Фон + Адоб–Zn	565	1,44	0,80	1,65	2,54	13,81	5,64	1,16	22,87	9,03
Фон + МикроСтим–Цинк, Медь	604	1,35	0,84	1,69	4,72	25,41	5,28	1,10	22,78	8,46
Фон + Кристалон	639	1,46	1,07	1,94	3,77	21,09	5,92	1,22	23,32	9,12
Фон + Экосил	540	1,39	0,89	1,65	2,52	12,84	5,52	1,15	22,50	8,73
Фон + МикроСтим–Цинк, Бор	592	1,42	0,86	1,70	2,83	15,63	5,87	1,16	22,58	8,91
Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀)	697	1,79	0,97	1,73	2,90	17,46	6,02	1,14	22,09	11,23
Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀) + МикроСтим–Цинк	737	1,70	0,97	1,65	2,55	20,19	4,92	1,21	21,91	10,67
НСР ₀₅	20,98	0,323	0,173	0,179	0,958	9,884	1,289	0,693	2,733	1,789

Содержание азота в фоновом варианте с применением минеральных удобрений в дозе N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ составило 1,35 %.

Применение различных систем удобрения способствовало возрастанию содержания азота в зелёной массе кукурузы, причем максимальное значение (1,79 %) достигнуто в варианте с применением навоза на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀, что на 0,44 % больше фонового варианта.

Применение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ не повлияло на увеличение содержания азота в зеленой массе кукурузы. Это связано с тем, что высокая доза азота увеличивала урожайность зелёной массы в данном варианте с 336 ц/га (на контроле) до 412 ц/га (в варианте с применением N₆₀P₆₀K₉₀). Происходило биологическое разбавление урожая. В результате чего не изменялось содержание азота.

По содержанию фосфора в зелёной массе кукурузы минимальное значение (0,52 %) также, как и по содержанию азота имел вариант без применения удобрений. Применение минеральных удобрений в дозе N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ (фон) увеличило количество P₂O₅ до 1,14 %. В варианте с внесением нового комплексного АФК удобрения с бором и цинком содержание фосфора в зелёной массе кукурузы выросло по сравнению с вариантом, где использовались в эквивалентной дозе стандартные минеральные удобрения (N₉₀P₇₀K₁₂₀), на 0,21 %. Во всех остальных вариантах применения удобрений содержание фосфора было практически одинаковым.

Некорневая подкормка МикроСтим-Цинк, Медь на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ способствовала максимальному накоплению меди в зелёной массе среди всех вариантов – на 2,26 мг/кг относительно фонового варианта до 4,72 мг/кг. Некорневая подкормка комплексным удобрением Кристалон на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ увеличивала содержание меди в зелёной массе на 1,31 мг/кг.

Минимальное содержания цинка в зелёной массе было в варианте без применения удобрений и составило 5,76 мг/кг сухого вещества.

Оптимальное содержание цинка составляет 20–40 мг/кг сухого вещества. В фоновом варианте (N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀) содержание цинка в зелёной массе составило 12,0 мг/кг. Некорневая подкормка МикроСтим-Цинк, Медь N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ повышала содержание цинка в зелёной массе кукурузы на 13,41 и составило 25,41 мг/кг. В этом варианте и было максимальное содержание цинка среди всех применяемых систем удобрений. В вариантах Навоз+ N₉₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀+ Микро-

Стим-Цинк, N₉₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀+ МикроСтим-Цинк, Медь и N₉₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀+Кристалон содержание цинка в зелёной массе находилось в оптимальных пределах.

Минимальное содержание сырой золы в зелёной массе кукурузы было в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим-Цинк на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ в сочетании с 60 т/га навоза – 4,92 %. В варианте без применения удобрений оно составило 5,92 %.

По содержанию сырого жира наименьшее значение было в варианте с применением минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ (0,78 %). В неудобренном контрольном варианте содержание сырого жира существенно не отличалось от всех других применяемых систем удобрения в опыте и составило 1,28 %.

Наименьшее содержание сырой клетчатки в зелёной массе кукурузы отмечено в варианте с применением некорневой подкормки МикроСтим-Цинк на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ в сочетании с 60 т/га навоза и составило 21,91 %. Максимальные значения были у вариантов без применения удобрений, N₆₀P₆₀K₉₀, некорневой подкормкой микроудобрением МикроСтим-Цинк фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀. В этих вариантах опыта содержание сырой клетчатки составляло 23,40–24,23 %. Содержание сырой клетчатки во всех вариантах опыта было в оптимальных пределах.

Максимальное содержание сырого протеина в зелёной массе кукурузы было в вариантах с применением 60 т/га навоза на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и 60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и составило 11,23 и 10,67 % соответственно. Все остальные применяемые системы удобрения отличались от фонового варианта несущественно.

В табл. 3 представлено содержание нитратов, Обеспеченность к. ед. переваримым протеином, г, выход кормовых единиц и сбор сырого и переваримого протеина в зелёной массе кукурузы (табл. 3).

Таблица 3. Влияние применяемых систем удобрения на содержание и сбор сырого и переваримого протеина кукурузы при возделывании на зеленую массу в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Сбор сырого протеина, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность к. ед. переваримым протеином, г	Энергетическая ценность, МДж/га	Содержание нитратов мг/кг (2019–2020 гг.)	
Контроль	5,4	3,1	49	154504	379,0	349,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	6,8	3,9	50	188146	234,5	355,0
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (стандартные)	9,0	5,2	60	221788	331,0	351,5
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ (с Zn и B)	10,6	6,1	66	234248	–	225,0
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ – ФОН	11,4	6,6	66	255430	408,0	353,0
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₃₀ + N ₃₀ + МикроСтим–Цинк	15,6	9,0	70	323337	402,0	271,0
Фон + МикроСтим–Цинк	13,7	7,9	73	294056	245,0	300,5
Фон + Адоб–Zn	15,0	8,7	77	310877	268,0	345,0
Фон + МикроСтим–Цинк, Медь	12,3	7,1	61	283465	256,0	257,5
Фон + Кристалон	14,6	8,4	69	302155	275,0	346,0
Фон + Экосил	13,9	8,0	76	302778	390,0	407,0
Фон + МикроСтим–Цинк, Бор	12,2	7,0	60	267267	295,0	385,0
Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀)	19,7	11,4	82	335174	264,0	343,0
Навоз 60 т/га + фон (N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀) + МикроСтим–Цинк	21,6	12,5	85	382522	345,0	415,5
НСР ₀₅	5,4	3,1	49	154504		

Существенным недостатком кукурузного корма является низкое содержание сырого протеина. При внесении навоз 60 т/га + фон (N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀) содержание сырого протеина составило 11,23 %, было собрано 21,6 ц/га сырого, 12,5 ц/га переваримого протеина.

Изменялось содержания и сбор сырого протеина от применения микроудобрений и регулятора роста. Применении комплексного удобрения Кристалон увеличивало сбор сырого протеина на 3,2 ц/га и переваримого протеина на 1,8 ц/га по сравнению с фоновым вариантом (N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀). При минеральной системе удобрения максимальный сбор сырого и переваримого протеина был в варианте с применением минеральных удобрений в дозе N₁₂₀P₈₀K₁₃₀ + N₃₀ с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк и составил 15,6 и 9,0 ц/га.

Важным показателем качества кормов является обеспеченность кормовой единицы граммами переваримого протеина. Наименьшая обеспеченность кормовой единицы г переваримого протеина была в контрольном варианте. Максимальная обеспеченность кормовой единицы граммами переваримого протеина была в варианте Навоз 60 т/га + фон (N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀) + МикроСтим-Цинк и составила 85 г.

Содержание нитратов во всех вариантах опыта не превышали ПДК и были в пределах нормы.

Максимальная энергетическая ценность зелёной массы кукурузы была получена в вариантах с органоминеральной системой удобрений и была в пределах от 335174 до 382522 МДж/га.

При минеральной системе удобрения максимальная энергетическая ценность зелёной массы кукурузы была получена в вариантах фон + Адоб-Zn и $N_{120+30}P_{80}K_{130}$ + МикроСтим-Цинк и составила 310877 и 323337 МДж/га.

Заключение

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.

При минеральной системе удобрения наиболее высокая урожайность зерна (102,2 ц/га) и окупаемость 1 кг NPK кг зерна (19,3 кг) отмечена в варианте $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ + Кристалон.

Максимальное содержание азота, сырого протеина в зерне кукурузы было в варианте с применением органоминеральной системы удобрения (60 т/га навоза в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим-Цинк на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30}). Максимальное содержание фосфора в зерне было в варианте с применением 60 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} .

Максимальный сбор сырого и переваримого протеина был в варианте Навоз 60 т/га + фон ($N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30}) + МикроСтим-Цинк и составил 19,5 и 11,3 ц/га. Максимальная энергетическая ценность зерна кукурузы была получена в вариантах с органоминеральной системой удобрений и была в пределах от 139932 до 144054 МДж/га. Максимальная обеспеченность кормовой единицы граммами переваримого протеина была в варианте Навоз 60 т/га + фон ($N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30}) + МикроСтим-Цинк и составила 102 г. При минеральной системе удобрения максимальная обеспеченность кормовой единицы г переваримого протеина была в варианте $N_{120}P_{80}K_{130}$ + N_{30} + МикроСтим-Цинк и составила 80 г.

Удельный вынос по азоту, фосфору и калию ниже был в варианте без применения удобрений. По фосфору удельный вынос в удобряемых вариантах был довольно стабильным и колебался в незначительных пределах (с 1,0 по 2,3 кг/10 ц). По азоту удельный вынос колебался несколько в больших пределах (с 2,7 по 4,7 кг/10 ц), наиболее высоким он был в вариантах навозно-минеральной системы удобрения (Навоз 60 т/га + $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} и Навоз 60 т/га + $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} + МикроСтим-Цинк (75 г/га Zn). Максимальный удельный вынос меди (4,7 г/10 ц) и цинка (25,4 г/10 ц) был в варианте с применением некорневой подкормки микроудобрением МикроСтим-Цинк, Медь на фоне $N_{90+30}P_{70}K_{120}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Палий, А. Ф. Генетические аспекты улучшения качества зерна кукурузы / А. Ф. Палий. – Кишинёв: Штиинца, 1989. – 176 с.
2. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Под ред. Д. Шпаара. – 2009. – 390 с.
3. Лиманская, В. Б. Формирование сухой биомассы кукурузы в условиях Западного Казахстана / В. Б. Лиманская // Вестник с.-х. науки Казахстана – 2006. – №12. – С. 15–16.
4. Бобренко, И. А. Оптимизация минерального питания кормовых, овощных культур и картофеля на черноземах Западной Сибири: дис. ... доктора с.-х. наук / И. А. Бобренко. – Омск, 2004. – 446 с.
5. Ермохин, Ю. И. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур (на основе системы «ПРОД») / Ю. И. Ермохин, И. А. Бобренко. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005. – 284 с.
6. Серая, Т. М. Отзывчивость кукурузы на применение различных видов органических удобрений при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / Т. М. Серая, О. М. Бирюкова, Е. Н. Богатырева, Е. Г. Мезенцева // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – №1. – С. – 54–61.
7. Смольский, В. Г. Влияние жидких комплексных удобрений на основе КАС на урожайность и качество зеленой массы кукурузы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / В. Г. Смольский. – Минск, 2004. – 108 л.
8. Методические указания по учету и применению органических удобрений / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. - Мн., 2007. – 16 с.
9. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 304 с.
10. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси / Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
11. Практикум по агрохимии / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск, Ураджай, 1998. – 270 с.