

УДК 631.8.81.095.337:633.15

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК МИКРОУДОБРЕНИЯМИ НА КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

М.В. Рак, Ю.В. Кляусова

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Последние достижения в селекции и технологии выращивания кукурузы поставили ее в ряд наиболее продуктивных и технологичных культур. Ее питательная ценность в зависимости от фазы развития растений изменяется от 13–15 до 28–30 к.ед. на 100 кг силосной массы [1].

В нашей стране кукуруза получила широкое распространение как силосная культура. Поэтому определение в растениях кукурузы концентрации и соотношения основных питательных веществ, их переваримости и усвояемости имеет важное значение в современном кормопроизводстве. Чем больше в корме питательных веществ, тем выше его питательность. Но высокое содержание одного какого-либо питательного вещества не дает основание сделать заключение о высокой питательности корма вообще. В связи с этим отдельные корма включают в рационы в количествах, обеспечивающих общую их питательность и соотношение питательных веществ, соответствующее потребностям животных [2].

Поэтому в задачи наших исследований входило установить влияние некорневых подкормок исследуемыми микроэлементами (**Zn, Cu, Mn, I и Se**) на показатели качества кукурузы, возделываемой на дерново-подзолистой супесчаной почве, на разных уровнях минерального питания.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования с гибридом кукурузы Дельфин RM 020 (ФАО 180) проводились в 2007–2009 гг. в РУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на связной водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 0,5 м связной супесью. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 6,3; гумус – 2,58%; P_2O_5 – 205 мг/кг и K_2O – 221 мг/кг почвы. Содержание подвижного Zn – 2,0; Cu – 1,6; Mn – 1,8 мг/кг почвы.

В схеме опыта были предусмотрены различные дозы, формы и сочетания микроудобрений, применяемые в некорневые подкормки кукурузы в фазу 6–8 листьев на двух уровнях органоминерального питания (50 т/га навоза + $N_{120} P_{60} K_{120}$ – фон 1 и 50 т/га навоза + $N_{180} P_{90} K_{180}$ – фон 2). В качестве микроудобрений использовали минеральные соли (сульфаты: цинка, меди и марганца; селенит натрия, калий йодистый) и микроудобрения хелатного типа (АДОБ Zn, АДОБ Cu и АДОБ Mn). Макроудобрения (КАС, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) применяли согласно схеме опыта в основное внесение. На втором фоне в фазе 4–5 листьев была проведена подкормка кукурузы карбамидом (N_{30}).

Общая площадь делянки составляла 25 м². Предшественник – люпин узколистный. Обработка почвы включала: зяблевую вспашку, весеннюю культивацию и предпосевную обработку АКШ–3,6. Посев кукурузы с нормой высева 120 тыс. шт./га проводили в 2007 г. во второй декаде мая (18.05), в 2008 и 2009 гг. – в первой декаде мая (07.05). До всходов кукурузы была проведена обработка гербицидом Примэкстра Голд (4 л/га). Уборку кукурузы на силос проводили в фазу восковой спелости, на зерно – в фазу полной спелости. Данные урожайности зеленой массы приводили к 70% влажности, зерна – к 14%.

В соответствии с общепринятой схемой зоотехнического анализа [3] в зеленой массе кукурузы определяли: содержание сырого протеина умножением общего азота, определенного индофенольным методом на фотоколориметре после мокрого озоления по методу ЦИНАО (1976), на коэффициент пересчета на белок (6,25); сырую золу по ГОСТ 26226–95; сырой жир по ГОСТ 13496.2–91; сырую клетчатку по ГОСТ 13496.15–97; безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) расчетным методом. Аминокислотный состав зеленой массы и зерна кукурузы определяли на жидкостном хроматографе «Agilent 1100» (условия гидролиза – 6 н НСl, 108 °С, 24 часа). Содержание нитратов – ионометрическим методом (Иономер И–160 ГОСТ 1724–85).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение макро- и микроудобрений, наряду с повышением урожайности кукурузы, может оказывать влияние на качество зеленой массы. В диссертационном исследовании В.Г. Смольского [4] установлено, что наиболее существенное влияние на показатели качества зеленой массы кукурузы оказывали азотные удобрения.

В наших исследованиях увеличение дозы азота со 120 до 180 кг/га д.в. приводило к увеличению накопления белка в растениях кукурузы с 8,3 до 9,6% (табл. 1).

Закономерных изменений определяемых зоотехнических показателей в зависимости от применения микроэлементов отмечено не было. На фоне навоз 50 т/га + N₁₂₀P₆₀K₁₂₀ содержание сырого белка изменялось от 7,8 до 8,6%, на фоне навоз 50 т/га + N₁₈₀P₉₀K₁₈₀ – от 9,3 до 9,9%, содержание сырой золы варьировало в пределах 4,40–5,69% и 4,60–5,53%, содержание сырого жира – 1,76–2,72% и 1,73–2,63%, содержание сырой клетчатки – 19,58–22,71% и 19,87–22,63%, БЭВ – 61,85–65,95% и 60,05–64,45% соответственно.

Для образования белка необходимы 20 протеиногенных аминокислот, которые делят на заменимые и незаменимые (лизин, метионин, треонин, лейцин, изолейцин, валин, фенилаланин, триптофан). Незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме человека и животных, поэтому получать их можно только извне с растительными или животными белками [5]. Согласно литературным данным, аминокислотный состав белков определяется генетическими факторами и изменить их содержание в белке можно незначительно, с помощью внесения высоких доз удобрений, в частности, азотных [6].

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 1
Влияние микроудобрений на зоотехнические показатели зеленой массы кукурузы (среднее за 2007–2008 гг.), %

Вариант	Фон 1 (навоз 50 т/га + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₂₀)					Фон 2 (навоз 50 т/га + N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₈₀)				
	Сырой протеин	Сырая зола	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Сырой протеин	Сырая зола	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ
Фон	8,3	5,69	2,11	20,43	63,84	9,6	5,06	2,15	21,88	61,67
<i>Минеральные соли</i>										
Zn ₇₅	7,9	4,72	2,03	20,78	64,87	9,7	5,01	2,08	20,29	63,23
Zn ₁₅₀	8,2	5,08	2,32	20,23	64,48	9,3	4,84	2,53	21,47	62,22
Zn ₂₂₅	7,8	5,20	2,18	20,14	65,03	9,4	4,62	2,18	20,16	64,00
Zn ₇₅ Cu ₇₅ Mn ₇₅	8,5	4,86	2,00	20,62	64,34	9,6	4,98	2,84	19,87	63,02
Zn ₁₅₀ Cu ₇₅ Mn ₇₅	8,1	4,69	2,39	20,91	64,28	9,5	4,86	3,02	20,50	62,48
Zn ₂₂₅ Cu ₇₅ Mn ₇₅	8,1	4,63	2,20	20,43	64,95	9,4	5,20	2,92	20,86	61,97
<i>Микроудобрения хелатного типа</i>										
Zn ₇₅	8,6	4,94	1,77	20,09	64,75	9,6	4,60	2,35	19,35	64,45
Zn ₁₅₀	8,2	4,61	1,77	20,76	65,02	9,3	4,93	2,09	20,86	63,23
Zn ₂₂₅	8,6	4,41	1,76	19,59	65,95	9,8	5,26	1,97	22,63	60,65
Zn ₇₅ Cu ₇₅ Mn ₇₅	8,5	4,63	2,15	20,01	65,02	9,4	5,20	2,16	20,81	62,79
Zn ₁₅₀ Cu ₇₅ Mn ₇₅	8,4	4,40	2,73	20,29	64,55	9,6	5,04	1,73	21,02	62,92
Zn ₂₂₅ Cu ₇₅ Mn ₇₅	8,2	5,28	2,30	19,63	64,96	9,5	5,40	1,96	20,91	62,54
<i>Минеральные соли</i>										
Zn ₁₅₀ I ₆₀	8,3	4,82	2,35	19,52	65,32	9,7	5,14	2,21	21,64	61,62
Zn ₁₅₀ I ₁₂₀	8,1	4,67	2,20	19,58	65,76	9,6	5,44	2,13	21,65	61,34
Zn ₁₅₀ I ₁₈₀	8,2	4,71	2,26	20,70	64,50	9,8	5,46	2,60	22,31	60,05
Se ₃₀	8,6	5,32	2,17	22,20	62,02	9,5	5,02	2,31	21,19	62,34
Se ₆₀	8,4	5,30	2,72	21,56	62,33	9,9	5,53	1,76	22,00	61,18
Se ₉₀	8,0	5,33	2,72	22,71	61,85	9,4	5,37	2,63	21,48	61,53

В нашем опыте внесение повышенных доз минеральных удобрений ($N_{180}P_{90}K_{180}$) на фоне органических под кукурузу приводило к некоторому увеличению суммы критических и незаменимых аминокислот. В среднем за 2007–2008 гг. при применении $N_{120}P_{60}K_{120}$ на фоне 50 т/га навоза сумма критических аминокислот находилась в пределах 5,85–6,83 г/кг, а незаменимых – 29,16–31,34 г/кг в зависимости от варианта, а при внесении $N_{180}P_{90}K_{180}$ – 6,25–7,04 г/кг и 31,38–32,67 г/кг соответственно. Существенных изменений в содержании незаменимых аминокислот в зависимости от некорневого внесения микроудобрений не отмечено.

Важным показателем качества корма кукурузы является определение содержания нитратов в зеленой массе. Высокое содержание нитратов и нитритов в кормах приводит к острым желудочно-кишечным отравлениям и хроническим заболеваниям, поэтому установлено также предельно допустимое содержание их в силосе, которое не должно превышать 500 мг/кг сырого продукта [3].

В наших исследованиях во все годы проведения полевых опытов содержание нитратов в зеленой массе кукурузы не превышало предельно допустимых концентраций (500 мг/кг), несмотря на достаточно высокий уровень внесения азота. В среднем за три года исследований (табл. 2) содержание нитратов в зеленой массе кукурузы в фоновых вариантах составляло 287 мг/кг на первом уровне органоминерального питания и 383 мг/кг – на втором. Разница между двумя фонами – 33,4%. Это связано с тем, что на втором фоне вносилась более высокая доза азотных удобрений.

Таблица 2

Содержание нитратов в зеленой массе кукурузы при возделывании на силос, мг/кг

Вариант	Фон 1 (50 т/га навоза + $N_{120}P_{60}K_{120}$)				Фон 2 (50 т/га навоза + $N_{180}P_{90}K_{180}$)			
	2007	2008	2009	Среднее	2007	2008	2009	Среднее
Фон	240	319	303	287	328	414	408	383
<i>Минеральные соли</i>								
Zn ₁₅₀	216	300	285	267	300	395	382	359
Zn ₁₅₀ Cu ₇₅ Mn ₇₅	204	291	274	256	292	384	373	350
<i>Микроудобрения хелатного типа</i>								
Zn ₁₅₀	222	306	291	273	304	403	394	367
Zn ₁₅₀ Cu ₇₅ Mn ₇₅	213	298	287	266	300	395	381	359
<i>Минеральные соли</i>								
Zn ₁₅₀ I ₁₂₀	217	303	270	263	296	386	378	353
Se ₆₀	221	306	283	270	308	398	386	364

2. Плодородие почв и применение удобрений

Применение микроэлементов в некорневую подкормку кукурузы снижало накопление нитратов по всем изучаемым вариантам опыта. Внесение сульфата цинка в дозе 150 г/га д.в. позволило снизить содержание нитратов на 20 мг/кг, или 7,0% (фон 1), и на 24 мг/кг, или 6,8% (фон 2), по сравнению с фоновыми вариантами. Данный факт подтверждает имеющиеся в литературе сведения о том, что недостаток цинка ведет к нарушению азотного обмена, в результате чего в растениях накапливаются свободные нитраты [7].

Максимальное снижение (на 10,8% на первом уровне органоминерального питания и на 8,6% – на втором) отмечалось в варианте с внесением микроудобрений $Zn_{150}Cu_{75}Mn_{75}$ в форме минеральной соли. Вероятно, данное явление можно объяснить тем, что в вышеуказанном варианте присутствует не только цинк, который способен снижать поступление нитратов в растение, так как принимает непосредственное участие в азотном обмене, но и марганец, который также может оказывать влияние на содержание нитратов в растениях [7]. Проведение некорневой подкормки кукурузы микроэлементами в хелатной форме в той же дозе также приводило к снижению их содержания по сравнению с фоновыми вариантами.

При внесении $Zn_{150}I_{120}$ содержание нитратов было ниже на 7,8–8,4% по сравнению с фоновыми вариантами. Применение селена в дозе 60 г/га д.в. приводило к снижению их накопления на 5,0–5,9% в зависимости от органоминерального фона.

В годы проведения исследований в среднем по опыту накопление нитратов в зеленой массе кукурузы в 2008 и 2009 гг. было больше на 34,4% и 28,6% соответственно, чем в 2007 г. Такое увеличение, вероятно, связано с погодными условиями, сложившимися в вегетационные периоды этих лет.

Направленность и интенсивность биохимических процессов в созревающем зерне зависит от обеспеченности растений элементами питания. При внесении научно обоснованных доз удобрений улучшается минеральное питание растений, что способствует мобилизации физиологических ресурсов растений и повышению качества выращиваемого зерна [3, 8].

Проведенные нами исследования показали, что в среднем за три года фоновое содержание белка составляло 10,3% на первом уровне органоминерального питания ($N_{120}P_{60}K_{120}$) и 11,0% – на втором ($N_{180}P_{90}K_{180}$) (табл. 3). При этом разница между уровнями питания по содержанию белка в зерне равнялась 0,7%.

Применение микроэлементов не оказывало воздействия на накопление сырого белка в зерне кукурузы. При проведении некорневых подкормок микроэлементами его содержание варьировало незначительно и в среднем за 2007–2009 гг. исследований на фоне внесения $N_{120}P_{60}K_{120}$ находилось в пределах 10,1–10,6%, а на фоне $N_{180}P_{90}K_{180}$ возрастало до 10,8–11,2%.

Достоверные изменения по выходу белка с гектара в нашем опыте наблюдались из-за существенных различий урожайности зерна кукурузы по годам исследований. При применении микроэлементов увеличивалась урожайность зерна и, как следствие, значительно повышался сбор белка с гектара посевов.

**Влияние микроэлементов на содержание белка в зерне кукурузы
(среднее за 2007–2009 гг.)**

Вариант	Фон 1 (навоз 50 т/га + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀)		Фон 2 (навоз 50 т/га + N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₈₀)	
	Сырой белок, %	Выход белка, ц/га	Сырой белок, %	Выход белка, ц/га
Фон	10,3	7,0	11,0	8,5
<i>Минеральные соли</i>				
Zn ₇₅	10,6	7,9	10,9	8,9
Zn ₁₅₀	10,3	7,4	11,2	9,6
Zn ₂₂₅	10,4	7,3	10,9	9,0
Zn ₇₅ Cu ₇₅ Mn ₇₅	10,2	7,7	10,8	8,9
Zn ₁₅₀ Cu ₇₅ Mn ₇₅	10,3	7,5	10,9	9,4
Zn ₂₂₅ Cu ₇₅ Mn ₇₅	10,5	7,4	11,2	9,4
<i>Микроудобрения хелатного типа</i>				
Zn ₇₅	10,1	7,7	10,8	9,0
Zn ₁₅₀	10,4	7,6	10,9	9,5
Zn ₂₂₅	10,4	7,4	10,9	9,3
Zn ₇₅ Cu ₇₅ Mn ₇₅	10,2	7,9	11,1	9,4
Zn ₁₅₀ Cu ₇₅ Mn ₇₅	10,6	7,9	10,8	9,6
Zn ₂₂₅ Cu ₇₅ Mn ₇₅	10,5	7,6	11,0	9,5
<i>Минеральные соли</i>				
Zn ₁₅₀ I ₆₀	10,5	7,9	11,0	9,6
Zn ₁₅₀ I ₁₂₀	10,4	7,9	11,2	9,8
Zn ₁₅₀ I ₁₈₀	10,3	7,7	11,1	9,4
Se ₃₀	10,6	7,3	11,0	8,7
Se ₆₀	10,4	7,2	10,9	8,6
Se ₉₀	10,6	7,3	10,9	8,6
НСП ₀₅	–	0,3	–	0,3

2. Плодородие почв и применение удобрений

Составными частями белков являются аминокислоты. В последнее время их выделено и описано около 100 [9]. В рамках наших исследований в зерне кукурузы, как и в зеленой массе, мы определяли только незаменимые аминокислоты. Аминокислотный состав зерна кукурузы Дельфин при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве не зависел от условий микроэлементного питания. Видимых различий при внесении микроудобрений как по содержанию отдельных аминокислот, так и по сумме критических выявлено не было. На фоне применения повышенных доз минеральных удобрений в среднем за два года исследований (2007–2008 гг.) несколько повышались суммы критических и незаменимых аминокислот. При применении некорневых подкормок микроудобрениями сумма критических аминокислот на фоне 50 т/га навоза + $N_{120}P_{60}K_{120}$ находилась в пределах 5,85–6,83 г/кг, на фоне 50 т/га навоза + $N_{180}P_{90}K_{180}$ – 6,25–7,04 г/кг, сумма незаменимых аминокислот – 28,71–31,34 г/кг и 31,38–32,67 г/кг соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Применение микроэлементов не обеспечивало изменений в содержании сырого протеина, сырой золы, сырого жира, сырой клетчатки и БЭВ в зеленой массе кукурузы. При проведении некорневых подкормок микроудобрениями на фоне навоз 50 т/га + $N_{120}P_{60}K_{120}$ содержание сырого белка изменялось от 7,8 до 8,6%, на фоне навоз 50 т/га + $N_{180}P_{90}K_{180}$ – от 9,3 до 9,9%, содержание сырой золы варьировало в пределах 4,40–5,69% и 4,60–5,53%, содержание сырого жира – 1,76–2,72% и 1,73–2,63%, содержание сырой клетчатки – 19,58–22,71% и 19,87–22,63%, БЭВ – 61,85–65,95% и 60,05–64,45% соответственно. К закономерному увеличению накопления белка в растениях кукурузы с 8,3 до 9,6% приводило увеличение дозы азота со 120 до 180 кг/га д.в.

2. В наших исследованиях во все годы проведения полевых опытов содержание нитратов в зеленой массе кукурузы не превышало предельно допустимых концентраций (500 мг/кг). Применение микроэлементов в некорневую подкормку кукурузы снижало содержание нитратов на 14–33 мг/кг.

3. При применении некорневых подкормок микроудобрениями содержание сырого белка варьировало незначительно и на фоне внесения навоз 50 т/га + $N_{120}P_{60}K_{120}$ в среднем за 2007–2009 гг. исследований находилось в пределах 10,1–10,6%. При повышении доз макроудобрений (навоз 50 т/га + $N_{180}P_{90}K_{180}$) накопление белка возрастало до 10,8–11,2%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надточаев, Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н.Ф. Надточаев; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
2. Богданов, Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / Г.А. Богданов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624 с.
3. Агрохимия / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И.Р. Вильдфлуша. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: Ураджай, 2001. – 488 с.

4. 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.
5. Цыганов, А.Р. Микроэлементный состав растениеводческой продукции Беларуси и его качественная оценка / А.Р. Цыганов, В.В. Лапа, М.В. Рак // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 4. – С. 23–24.
6. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак; БелНИИ почвоведения и агрохимии. – Минск, 2002. – 184 с.
7. Власюк, П.А. Об эффективности внесения микроудобрений под кукурузу / П.А. Власюк, Л.Д. Ленденская, Ху Най-тан // Кукуруза. – 1959. – № 5. – С. 39–41.
8. Лапа, В.В. Динамика формирования биомассы кукурузы в зависимости от применения азотных, цинковых и магниевых удобрений / В.В. Лапа, В.Г. Смольский // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: материалы междунар. науч.-практ. конф., Горки, 27–29 мая 2003 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2003. – Ч. 2. – С. 188–192.
9. Надточаев, Н.Ф. Как получить качественный кукурузный силос / Н.Ф. Надточаев, С.В. Абраксова // Белорус. сел. хоз-во. – 2005. – № 9. – С. 22–26.

INFLUENCE OF OUTSIDE ROOT TOP-DRESSING BY MICROFERTILIZERS ON GREEN MASS AND GRAIN CORN QUALITY

M.V. Rak, Y.V. Kliausova

Summary

The use of trace elements in the foliar application of corn cultivated on sod-podzolic sandy loam soil at different levels of mineral nutrition had no significant effect on the accumulation of crude protein, crude fat, crude fiber, crude ash and nitrogen-free extractive substances in the green mass of corn. Increased nitrogen doses influenced protein content. Increasing the nitrogen dose from 120 to 180 kg/ha resulted in an increase the protein accumulation in the green mass and corn grain from 8,3% and 10,3% (background 1, manure 50 t/ha + N120P60K120) to 9,6% and 11,0% (background 2, manure 50 t/ha + N180P90K180) corresponding. Application of micronutrients reduced the nitrates uptake in corn plants in all studied variants of the experiment and does not exceed the maximum permissible concentration of 500 mg/kg. The nitrate content in the first background was 287 mg/kg, on the second – 383 mg/kg.

Поступила 21.11.13