

is closed up without additional nitrogen, the profit was on the average 59 USD/ha higher in comparison with variant where its autumn application, without decrease grain productivity is provided.

Decrease doses of phosphoric and potash fertilizers taking into account quantity of these elements released from barley straw plowed under corn, provided equal productivity, as well as full doses of NPK, at decrease expenses for fertilizers on 26USD/ha and increase profitability on 3–12%.

Поступила 14.05.14

УДК 631.824:633.15:631.445.2

ДИАПАЗОН ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБМЕННОГО МАГНИЯ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ

О.М. Таврыкина, И.М. Богдевич, Ю.В. Путятин, В.А. Довнар, Е.С. Третьяков
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Магний принято относить к вторичным элементам питания растений по значимости, однако в публикациях последних лет его все чаще рассматривают наравне с другими основными элементами. Это неслучайно, поскольку его недостаток в минеральном питании растений ограничивает их урожай, снижает качество сельскохозяйственной продукции, влияет на эффективность использования азотных, фосфорных, калийных удобрений [1–3]. В условиях избытка элемента магний не ядовит для растений. Однако есть данные об ухудшении качества плодов и увеличении потерь продукции при хранении, если она получена на почвах с избыточным его содержанием [2].

В пахотном горизонте дерново-подзолистых почв Беларуси валовое содержание магния колеблется от 0,2 до 0,8% [4]. В почве магний представлен различными минералами, обменным магнием катионообменного комплекса и ионной формой в почвенном растворе.

Дерново-подзолистые почвы Беларуси в середине прошлого столетия характеризовались крайне низким содержанием магния в поглощающем комплексе. Начиная с 1965 г. в республике проводится системное известкование кислых почв, где в качестве мелиоранта постепенно наращивалось использование доломитовой муки с содержанием MgO ≈ 20%. Это привело к закономерному повышению содержания в почвах обменных форм магния. Обследование почв

2. Плодородие почв и применение удобрений

сельскохозяйственных земель на содержание магния начато с 1976 г. Согласно данным обследования первых двух лет, средневзвешенное содержание элемента в пахотных почвах многих районов было в пределах 22–62 мг Mg/kg почвы. В это время была разработана градация по обеспеченности почв магнием [5].

В настоящее время средневзвешенное содержание обменного магния в почвах пахотных земель республики достигло уровня 147 мг Mg/kg почвы, а доля почв с низким содержанием элемента многократно снизилась и составляет около 5% [6]. Большинство почв пахотных земель в Беларуси (64%) относится к группе с оптимальным содержанием элемента, возросла доля почв с высоким его содержанием (31%). Почвы луговых земель, характеризующиеся меньшей интенсивностью выщелачивания катионов, накапливают больше обменного магния, средневзвешенное содержание которого составило 163 мг/kg, а оптимальную и высокую обеспеченность магнием имеют 97% пашни [6].

Содержание обменного магния сильно различается по отдельным полям республики. Если рассматривать на уровне элементарных участков, то разница в содержании магния может достигать двух порядков. Таким образом, в пахотных почвах наблюдается существенная пестрота в содержании обменного магния и в соотношении катионов $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ и $\text{K}^+:\text{Mg}^{2+}$, а возделываемые культуры испытывают недостаток или избыток магния для формирования урожая. Эквивалентное соотношение $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ в суглинистых пахотных почвах республики в среднем составляет 3,9, $\text{K}^+:\text{Mg}^{2+}$ – 0,3.

Уровень содержания магния в почве, при котором растения начинают испытывать его недостаток, неодинаков для различных культур и зависит от погодных условий. По данным М.М. Мазаевой [7], он будет иметь меньшие величины при относительно низкой температуре воздуха и почвы, при понижении влажности почвы, что вызывает замедление темпа роста и развития растений. Высказано предположение о возможности смещения величины предельного содержания магния в почве в зависимости от почвенной кислотности, поскольку возрастание количества водородных ионов в почвенном растворе обычно ухудшает использование растениями магния.

Высокая подвижность магния в почве, подверженность элемента значительной миграции, заметный вынос с урожаем, его слабая возобновляемость за счет валовых запасов, особенно на песчаных почвах, в то же время существенное повышение его обменных форм в результате известкования доломитовой мукой определяют необходимость мониторинга содержания этого элемента в почвах республики.

Применение серосодержащих удобрений способствует большему усвоению других питательных веществ. Весной процессы сульфатации замедляются, а минеральные запасы серы промываются в нижние слои почвы и становятся недоступными растениям. Поэтому ранней весной на всех дерново-подзолистых почвах минеральная (сульфатная) сера находится в дефиците. Независимо от содержания в почве общей серы все яровые культуры отзываются на серные удобрения, внесенные перед посевом. А озимые культуры хорошо отзываются на весенние подкормки серными удобрениями [1]. В условиях наличия в республике почв, слабообеспеченных серой, и с учетом того, что в перспективном земледелии сера может оказаться элементом, сдерживающим рост урожаев и качество продукции, возникает необходимость дифференцированного применения

серосодержащих удобрений, эффективность которых в определенной мере зависит от соотношения в почве $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$.

Кукуруза является важной культурой в экономике аграрного сектора нашей республики. Она возделывается на площади около одного миллиона гектаров, занимая 21% в структуре посевов. Основные площади посева кукурузы в стране используются на силос и 196 тыс. га – на зерновые цели. При этом потенциал ее продуктивности реализуется не полностью. За последнее время у нас производилось около 20 млн т кукурузы на зеленый корм и 1,1–1,3 млн т зерна в год со средней урожайностью 240–270 и 50–66 ц/га соответственно [8]. В настоящее время объемы производства зерна кукурузы увеличиваются, а зерно используется на продовольственные (20%), технические (15–20%) и фуражные (60–65%) цели [9].

Недостаток магния в почве при возделывании кукурузы известен и хорошо изучен [4]. Он проявляется при неблагоприятных почвенных и погодных условиях, при разрушенной структуре почвы, при избытке катионов-антагонистов. Это негативно влияет на процессы цветения и опыления у кукурузы, ограничивается завязывание початков, уменьшается их озерненность. Критическая фаза – завязывание и формирование зерна. Данных по возделыванию кукурузы на почвах с высоким содержанием обменного магния практически нет.

Отклонение от диапазона рекомендуемого соотношения катионов $\text{K}/(\text{Ca}+\text{Mg})$ в кормах из-за несбалансированного содержания этих элементов в почве является причиной снижения продуктивности скота, может вызвать заболевание животных пастбищной тетанией.

Цель исследований – установить эффективность серосодержащих удобрений на разных уровнях содержания в почве обменного магния и определить диапазон оптимальной обеспеченности дерново-подзолистых легкосуглинистых почв магнием для получения высокой урожайности зеленой массы и зерна кукурузы.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Почвенная диагностика магниевого питания кукурузы разработана на основе полевых опытов, проведенных на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, развивающихся на мощных лессовидных суглинках, в 2010–2011 гг. в СПК «Щемяслица» Минского района и в 2012–2013 гг. в ОАО «Гастелловское» Минского района.

Каждый опыт был заложен в двух полях, на которых было создано четыре уровня по содержанию обменного Mg (1н. KCl), отражающие диапазон различий магния в дерново-подзолистых суглинистых почвах Беларуси (табл. 1). Содержание катионов (**Mg, K, Ca**) и их соотношения типичны для хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв пахотных земель [6].

На опытном поле в СПК «Щемяслица» реакция почвы различалась в пределах 6,11–6,42. Опытные деланки находились в одной группе по содержанию подвижных фосфатов, содержание P_2O_5 составило 211–295 мг/кг почвы, подвижной серы – 7,5–8,8 мг/кг. Содержание гумуса было в пределах 1,72–2,02%. Почва в ОАО «Гастелловское» характеризовалась следующими показателями: pH (KCl) – 6,46–6,95, P_2O_5 – 304–390 мг/кг почвы, гумус – 2,13–2,81%, подвижная сера – 6,0–7,8 мг/кг.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Учет урожайности кукурузы на силос был произведен в начале сентября, кукурузы на зерно – в середине октября с квадратного метра. В обоих опытах высевался районированный гибрид Дельфин. Минеральные удобрения были внесены в виде карбамида, калия хлористого, аммофоса, фосфогипса, сульфата аммония весной под предпосевную культивацию согласно схеме опыта (табл. 2). Урожайность зеленой массы кукурузы была приведена к влажности 75%, зерна – 14%.

Обменные формы магния и кальция в почве определяли в вытяжке 1 н. KCl на атомно-абсорбционном анализаторе по ГОСТ 26487–85, фосфора и калия – по ГОСТ 26207–91, реакцию почвенной среды – по ГОСТ 26483–85, гумуса – по ГОСТ 26212–91, подвижной серы – по ГОСТ 26951–86.

Некорневые подкормки проводились на фоне внесения минеральных удобрений $N_{110+30}P_{60}K_{120}S_{60}$ в стадию раннего развития растений кукурузы (6–8 листьев) до отбора растительных образцов 4% раствором сульфата магния в дозе 1 кг/га Mg.

Повторность опыта – 4-кратная, размещение делянок – рендомизированное. Общая площадь делянки в опыте в СПК «Щемяслица» – 12 м², в ОАО «Гастелловское» – 15 м².

Таблица 1

Содержание и соотношение катионов (Mg, K, Ca) в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах опытных полей в СПК «Щемяслица» и ОАО «Гастелловское»

СПК «Щемяслица»					ОАО «Гастелловское»				
Содержание в почве, мг/кг			Соотношение катионов		Содержание в почве, мг/кг			Соотношение катионов	
Mg	K	Ca	Ca:Mg	K:Mg	Mg	K	Ca	Ca:Mg	K:Mg
74	250	1320	10,7	1,04	77	325	1690	13,2	1,30
120	215	1300	6,5	0,55	144	301	1565	6,5	0,64
181	195	1200	3,9	0,33	195	302	1300	4,0	0,48
240	165	1100	2,7	0,21	263	308	1270	2,9	0,36

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным опыта в СПК «Щемяслица» в среднем за 2 года урожайность зеленой массы кукурузы на фоне $N_{110+30}P_{60}K_{120}$ повышалась по мере увеличения содержания обменного магния в почве вплоть до уровня 189 мг Mg на кг почвы (максимальное значение по уравнению параболы), дальнейшее повышение содержания Mg приводило к снижению урожайности (рис. 1). Прибавка урожайности за счет повышения обеспеченности почвы магнием на 107 мг Mg на кг почвы (с 74 до 181 мг/кг) составила 12,8 т зеленой массы с гектара (с 66,1 до 78,9 т/га).

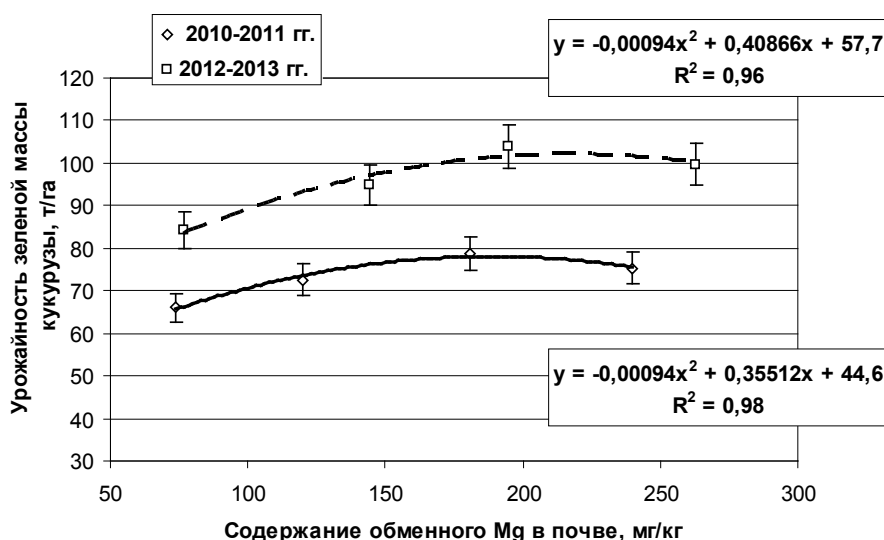


Рис. 1. Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от содержания обменного магния в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (полевой опыт в СПК «Щеmysлица», 2010–2011 гг., в ОАО «Гастелловское», 2012–2013 гг. Вариант $N_{110+30}P_{60}K_{120}$)

В опыте в ОАО «Гастелловское» на фоне применения удобрений в дозе $N_{110+30}P_{60}K_{120}$ в среднем за два года получена урожайность зеленой массы кукурузы 84,2–103,8 т/га. Наибольшая урожайность зеленой массы, согласно расчетам, наблюдалась при уровне содержания обменного Mg 217 мг/кг, на более высоком уровне содержания обменного магния – 263 мг/кг почвы происходило снижение урожайности в среднем на 4% (со 103,8 до 99,7 т/га) (рис. 1).

Наибольшая расчетная урожайность зеленой массы кукурузы, по данным опыта в СПК «Щеmysлица», получена при содержании обменного Mg 189 ± 9 мг/кг почвы, аналогичный оптимум содержания обменного магния, по данным опыта в ОАО «Гастелловское», составил $Mg\ 217 \pm 11$ мг/кг почвы (рис. 1).

Погодные условия исследуемого периода способствовали получению высокой урожайности зерна кукурузы, достаточное увлажнение и высокие температуры воздуха за годы исследований позволили получить урожайность соответственно в 2010–2011 гг. и в 2012–2013 гг. 11,9–13,4 и 12,9–14,4 т/га (рис. 2). Максимальное значение урожайности зерна кукурузы в варианте с применением $N_{110+30}P_{60}K_{120}$, рассчитанное по уравнению параболической кривой, было выявлено при содержании обменного магния 179 ± 9 мг/кг почвы и 229 ± 11 мг/кг почвы соответственно для двух полевых опытов. Урожайность зерна в полевых опытах повышалась при увеличении содержания обменного магния на 12–13%. При последующем повышении содержания обменного магния в почве до 240–263 мг/кг и сужении соответствующего эквивалентного соотношения Ca:Mg до 2,7–2,9 наблюдалось небольшое снижение урожайности зерна кукурузы на 2–5% (с 13,4 до 12,7 в СПК «Щеmysлица» и с 14,4 до 14,1 т/га в ОАО «Гастелловское») (рис. 2).

2. Плодородие почв и применение удобрений

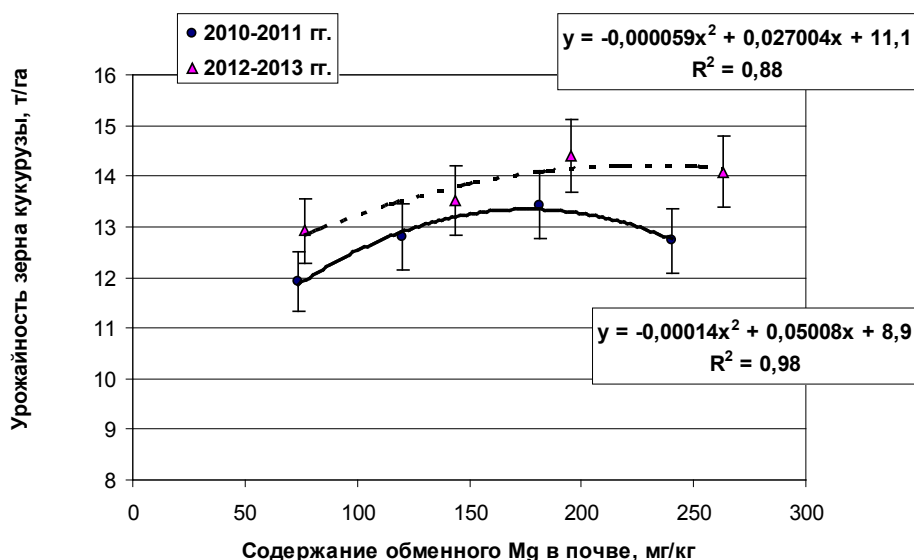


Рис. 2. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от содержания обменного магния в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (полевой опыт в СПК «Щеmysлица», 2010–2011 гг., в ОАО «Гастелловское», 2012–2013 гг.

Вариант $N_{110+30}P_{60}K_{120}$)

Таким образом, ориентировочный расчетный диапазон оптимального содержания обменного магния для кукурузы в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с нейтральной или близкой к нейтральной реакцией среды, по данным вышеприведенных двух опытов, определен как 180–240 мг Mg/kg почвы (или MgO 300–400 мг/kg). Этот диапазон оптимума соответствует пятой группе действующей в Беларуси градации обеспеченности почв магнием, которая характеризуется как высокая. При этом эквивалентное соотношение в почве катионов Ca:Mg должно быть в пределах 3,2–4,5, а соотношение K:Mg = 0,3–0,5.

По результатам опыта в СПК «Щеmysлица» был проведен анализ урожая кукурузы в вариантах с применением серосодержащих удобрений двух видов – сульфата аммония и фосфогипса в одинаковых дозах – 60 кг/га действующего вещества на фоне $N_{110+30}P_{60}K_{120}$ (табл. 2).

В результате анализа данных можно говорить о том, что обе формы были эффективными на первых трех уровнях содержания в почве магния, обеспечивая урожайность зеленой массы кукурузы 68,2–81,1 т/га и достоверные прибавки по сравнению с фоновым вариантом, равные 2,0–7,7 т/га.

На повышенном уровне содержания обменного магния внесение этих удобрений не обеспечило получение достоверной прибавки урожая зеленой массы кукурузы. Фосфогипс по сравнению с сульфатом аммония был более эффективен.

Урожайность зерна кукурузы в вариантах с применением S_{60} получена 12,5–13,6 т/га, достоверная прибавка урожая 0,7 т/га оказалась на уровне с содержанием обменного магния 74 мг/kg, в этом случае наибольшее увеличение

урожайности зерна кукурузы обеспечил сульфат аммония. На уровнях с содержанием магния 120–240 мг/кг внесение обеих форм серосодержащих удобрений не приводило к достоверному повышению урожайности зерна.

Таблица 2

Урожайность зеленой массы и зерна кукурузы в зависимости от внесения серосодержащих удобрений на разных уровнях обеспеченности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы обменным магнием (среднее за 2010–2011 гг.)

Вариант	Урожайность зеленой массы, т/га	Прибавка зеленой массы от S удобрений, т/га	Урожайность зерна, т/га	Прибавка зерна от S удобрений, т/га
74 мг Mg / кг почвы, Ca:Mg 10,7				
1. N ₁₁₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	66,1	–	11,9	–
2. Фон+S ₆₀ (фосфогипс)	73,8	7,7	12,5	0,6
3. Фон+S ₆₀ (сульфат аммония)	68,2	2,1	12,6	0,7
120 мг Mg / кг почвы, Ca:Mg 6,5				
1. N ₁₁₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	72,6	–	12,8	–
2. Фон+S ₆₀ (фосфогипс)	77,6	5,0	13,3	0,5
3. Фон+S ₆₀ (сульфат аммония)	74,6	2,0	13,2	0,4
181 мг Mg / кг почвы, Ca:Mg 3,9				
1. N ₁₁₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	78,9	–	13,4	–
2. Фон+S ₆₀ (фосфогипс)	83,1	2,2	13,6	0,2
3. Фон+S ₆₀ (сульфат аммония)	81,1	4,2	13,2	–0,2
240 мг Mg / кг почвы, Ca:Mg 2,7				
1. N ₁₁₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	75,3	–	12,7	–
2. Фон+S ₆₀ (фосфогипс)	75,3	0,0	12,9	0,2
3. Фон+S ₆₀ (сульфат аммония)	75,0	–0,3	12,7	0,0
<i>НСР₀₅ варианты</i>		1,9		0,63
<i>Содержание Mg</i>		2,2		1,04

2. Плодородие почв и применение удобрений

Некорневая подкормка кукурузы раствором сульфата магния на ранней стадии развития в наших опытах подтвердила недостаток магния для растений на первых двух уровнях содержания его в почве. Прибавки урожайности как зеленой массы, так и зерна кукурузы от некорневой подкормки были положительными на уровнях содержания обменного Mg в диапазоне 74–144 мг/кг почвы (рис. 3). На высоких уровнях обеспеченности почвы магнием некорневая подкормка оказалась неэффективной и сопровождалась снижением урожайности кукурузы.

При содержании Mg в почве – 74–77 мг/кг по результатам двух опытов прибавка урожая от подкормки была наибольшей и составила для зеленой массы соответственно 5,0 и 3,5 т/га, для зерна – 0,74–0,76 т/га, при содержании магния 120 и 144 мг/кг почвы – 4,4 и 2,6 и 0,67 и 0,28 т/га соответственно.

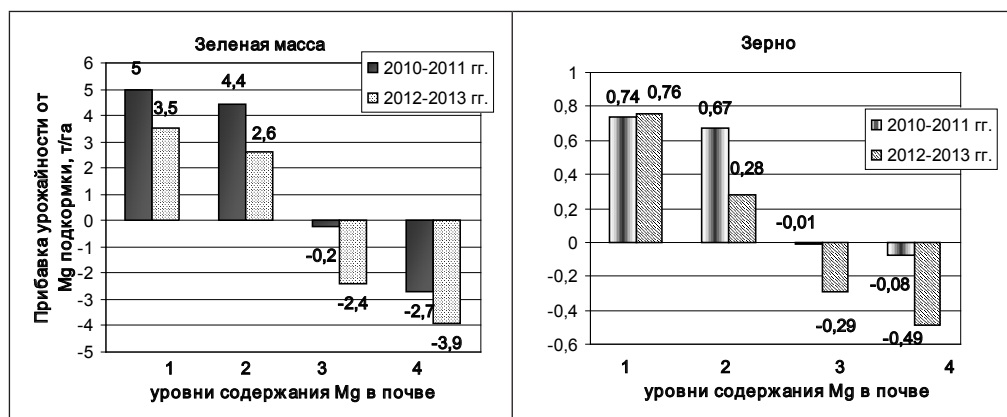


Рис. 3. Прибавки урожайности зеленой массы и зерна кукурузы от некорневой подкормки 4% раствором $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в дозе 1 кг/га Mg на разных уровнях обеспеченности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы обменным магнием (полевой опыт в СПК «Щемяслица», 2010–2011 гг., в ОАО «Гастелловское», 2012–2013 гг. Вариант $\text{N}_{110+30} \text{P}_{60} \text{K}_{120} \text{Mg}_1$)

Максимальные параметры урожайности кукурузы были получены на удобренных вариантах при эквивалентном соотношении $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ в почве 3,2–4,5. Расширение этого соотношения до уровня 10,7–13,2 или снижение до уровня 2,7–2,9 сопровождалось недобором урожайности зеленой массы и зерна.

Вопрос об определении оптимального соотношения между кальцием и магнием для различных культур и для разных почв остается еще открытым. Имеющиеся в научной литературе сведения противоречивы, так как получены в различных, чаще несравнимых условиях. Считается, что избыток магния в почве не оказывает отрицательного влияния на урожайность большинства сельскохозяйственных культур до тех пор, пока обменного кальция в почве существенно больше, чем магния. По мнению С.А. Барбера [11], избыток магния не проявляется в снижении урожайности сельскохозяйственных культур, пока соотношение $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ существенно больше единицы, а оптимальное соотношение находится в пределах 2–7. Однако его величина может изменяться в силу того, что почвы

различаются по относительной силе связывания этих элементов на катионообменных частицах.

По данным проведенных полевых опытов с применением различных доз магниевых удобрений видно, что недостаток магния наблюдался при соотношении $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ более 6,1 [12]. Автор работы [13] считает, что оптимальное соотношение $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ для плодородных почв Финляндии равно 6. В исследованиях McLean et al. [14] при отборе сопряженных образцов почвы и растений для разных почв США было выявлено, что как высокие, так и низкие урожаи кукурузы встречаются при весьма широком соотношении $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ в почве: от 5,0 до 16,1. В связи с этим авторы делают вывод о том, что для нормального роста и развития растений имеет значение присутствие элементов в почве в достаточном количестве, а не их соотношение. В публикации [15] подчеркнуто, что соотношение $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ в почве может быть значимым для влияния на урожайность культур только в сочетании с конкретной концентрацией в почве обоих катионов.

Очевидно, что потребность кукурузы в магнии может быть ограничена недостаточным содержанием его в почве. Очень высокое содержание магния также может оказывать негативное влияние на общий режим питания растений в связи с конкуренцией катионов за поглощение растениями. Поэтому желательно формирование содержания обменного магния в почве в пределах диапазонов, обеспечивающих наибольшую продуктивность и качество продукции кукурузы. Особенно важно предотвратить большой недобор урожайности до 1,0–1,5 т зерна и 12–20 т зеленой массы с гектара за счет размещения посевов кукурузы на почвах с низким содержанием обменного магния. А при необходимости возделывания кукурузы на недостаточно обеспеченных магнием почвах следует предусмотреть некорневые подкормки растений в фазе 6–8 листьев сульфатом магния.

ВЫВОДЫ

1. Проведены в 2010–2013 гг. модельные полевые опыты по установлению оптимального для кукурузы уровня обеспеченности дерново-подзолистых легкосуглинистых почв обменным магнием, возделываемой на зерно и зеленую массу. Для этого созданы четыре уровня (блока) обеспеченности почв обменными формами Mg (1 н. KCl) в диапазоне от низкого 74–77 до высокого 240–263 мг/кг почвы при соответствующем эквивалентном соотношении $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$, от 10,7–13,2 до 2,7–2,9, $\text{K}^{+}:\text{Mg}^{2+}$ – от 1,30–1,04 до 0,21–0,36. Другие агрохимические свойства (рН KCl, содержание гумуса, подвижных форм фосфора) были близки к оптимальным параметрам и сравнительно выровнены по блокам. Созданные уровни отражают типичный диапазон различий по содержанию обменного магния и соотношений катионов $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}:\text{K}^{+}$ в дерново-подзолистых суглинистых почвах Беларуси.

2. Установлено повышение урожайности зеленой массы кукурузы на 8–12% и зерна кукурузы на 12–13% за счет повышения содержания обменного магния в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в диапазоне 74–195 мг Mg на кг почвы. Дальнейшее повышение содержания Mg до уровня 240–263 мг/кг почвы приводило к снижению урожайности кукурузы на 4–9%. Определен диапазон оптимального содержания обменного магния в высококультурной

2. Плодородие почв и применение удобрений

дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с нейтральной и близкой к нейтральной реакцией среды – 180–240 мг Mg /кг почвы, при этом соотношения катионов поглощающего комплекса $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ соответствовали значениям 3,5–4,0; $\text{K}^+:\text{Mg}^{2+} = 0,3\text{--}0,5$ для получения высокой урожайности зеленой массы и зерна кукурузы (75–102 и 13–14 т/га соответственно).

Эффективность некорневой подкормки растений кукурузы в стадии 6–8 листьев раствором сульфата магния (1 кг Mg/га) закономерно снижалась по мере повышения содержания обменного магния в почве, что подтверждает надежность почвенной диагностики магниевого питания.

3. Исследование двух видов серосодержащих удобрений – сульфата аммония и фосфогипса в одинаковых дозах – 60 кг/га действующего вещества показало, что обе формы были эффективными на первых трех уровнях содержания в почве магния, обеспечивая урожайность зеленой массы кукурузы 68,2–81,1 т/га и достоверные прибавки по сравнению с фоновым вариантом, равные 2,0–7,7 т/га. Достоверной прибавка урожая зерна кукурузы при применении серосодержащих удобрений – 0,7 т/га оказалась лишь на уровне с самым низким содержанием обменного магния – 74 мг/кг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минеев, В.Г. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев. – М., 2004. – 719 с.
2. Аристархов, А.Н. Агрохимическое обоснование применения магниевых удобрений / А.Н. Аристархов // Плодородие. – 2002. – № 3. – С. 15–17.
3. Мишук, О.Л. Влияние магния и серы на урожайность и качество семян ярового рапса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О.Л. Мишук; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2008. – 22 с.
4. Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси / Н.В. Клебанович, Г.В. Василюк. – Минск: БГУ, 2003. – 322 с.
5. Кулаковская, Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т.Н. Кулаковская. – Минск, 1978. – С. 227–232.
6. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И.М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И.М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 276 с.
7. Мазаева, М.М. Магнеевое питание растений и магниевые удобрения: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / М.М. Мазаева. – М., 1967. – 42 с.
8. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сборник / Нац. стат. ком. РБ. – 2011. – 282 с.
9. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование / под ред. Д. Шпаар. – 4-е изд. – 2012. – 464 с.
10. Руководство по возделыванию кукурузы на зерно / В.В. Мелехов [и др.]. – Волгоград, 2003. – 123 с.
11. Барбер, С.А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. Механистический подход / С.А. Барбер; под ред. Э.Е. Хавкина. – М.: Агропромиздат, 1988. – 376 с.
12. Содержание магния и оптимальные параметры плодородия почв / И.А. Кожуро [и др.]. – М.: Колос, 1984. – С. 162–172.

13. Jokinen, R. The magnesium status of Finnish mineral soils and the requirement of the magnesium supply / R. Jokinen // *Magnesium Bulletin*. – 1981. – № 3. – P. 1–5.

14. McLean, E.O. Basic cation saturation rations as a basis for fertilizing and liming agronomic crops. II. Field studies / E.O. McLean [et al.]. – *Agronomy Journal*. – 1983. – P. 75:635–639.

15. Brady, K.U. Evolutionary ecology of plant adaptation to serpentine soils / K.U. Brady, A.R. Kruckeberg, H. Bradshaw // *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* – 2005. – P. 36:243–266.

OPTIMUM LEVELS OF EXCHANGEABLE MAGNESIUM IN THE PODZOLUVISOL LOAM SOIL AND EFFICIENCY OF THE SULFUR-CONTAINING FERTILIZERS FOR CORN PRODUCTION

O.M. Tavrykina, I.M. Bogdevich, Yu.V. Putyatin, V.A. Dovnar, E.S. Tret'yakov

Summary

Field trials were conducted in 2010–2013 years on the Podzoluvisol light loam soils on four different levels of the exchangeable magnesium content (1 n. KCl) has been presented. The levels of exchangeable magnesium are: 74–77; 120–144; 181–195; 240–263 mg kg⁻¹ Mg. The equivalent cation ratios on presented levels has corresponding significances: Ca²⁺:Mg²⁺=10,7–13,2; 6,5; 3,9–4,0; 2,7–2,9 and K⁺:Mg²⁺=1,04–1,30; 0,55–0,64; 0,33–0,48; 0,21–0,36. It was determined accounting range of the optimum content of the exchangeable magnesium in soil (180–240 mg kg⁻¹ Mg) and equivalent cation ratios of the soil absorbing complex (Ca²⁺:Mg²⁺=3,5–4,0; K⁺:Mg²⁺=0,3–0,5) for receiving of the high productivity of green mass and grain corn.

Essential gains of green mass corn yield – 5,0–2,6 t/ha and grain corn yield – 0,74–0,28 t/ha was obtained when a foliar spray of Mg fertilizer (1 kg/ha, 4% MgSO₄·7H₂O) was applied only on the low and medium contents of the exchangeable magnesium in the soil.

Application of the 60 kg/ha sulfur fertilizers allowed to obtain gains of green mass corn are 2,0–7,7 t/ha at the magnesium content in the soil not higher than 181 mg/kg. Phosphogypsum in contrast with the ammonium sulfate fertilizer was more efficiency.

Поступила 20.02.14