

EFFICIENCY OF MICROELEMENTS AT MAIZE CULTIVATION ON SOD-PODSOLIC SANDY SOIL ON DIFFERENT RATES MINERAL NUTRITION RATES

Yu.V. Klausova

Summary

Efficiency of outside root top-dressing of microelements during cultivation of maize on sod-podsolic sandy soil on different rates of mineral nutrition get registered after of applying zinc in mineral form on 1 rate mineral nutrition (50 t/ha manure+N₁₂₀P₆₀K₁₂₀) in doze 75 g/ha reactant and on second rate mineral nutrition (50 t/ha manure +N₁₈₀P₉₀K₁₈₀) – in doze 150 g/ha reactant; this is increase productivity of green mass on 53 c/ha and grain on 8,3 c/ha on 1 rate mineral nutrition, and on 61 c/ha and on 9,9 c/ha on second rate. And also support maximal profitability of production green mass and grain maize 109% and 266%.

Поступила 25 ноября 2009 г.

УДК 631.82:631.415.1:633.2:631.445.2

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНОВЫХ УДОБРЕНИЙ И УРОВНЕЙ КИСЛОТНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ И НАКОПЛЕНИЕ В НИХ СЕЛЕНА

С.Е. Головатый, З.С. Ковалевич, Н.К. Лукашенко, И.А. Ефимова
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

На земном шаре отмечены территории, как с избыточным, так и с недостаточным содержанием селена в биологических объектах. Высокоселеновые районы отмечены в Китае, Венесуэле, Колумбии, низкоселеновые – также в Китае, Бангладеш, Новой Зеландии, Италии, на северо-западе Европы, в том числе в Нечерноземной зоне России, в Беларуси [1].

Актуальность и значимость микроэлемента селена в животноводстве в селендефицитных зонах постоянно возрастает. Метаболические функции селена предотвращают проявление многих специфических селендефицитных заболеваний: беломышечная болезнь новорожденных; диарея; выкидыши и отторжение плаценты; некоторые раковые заболевания; снижение иммунного статуса организма. [2,3]. В Турции установлена обратная корреляционная зависимость между заболеванием овец беломышечной болезнью и уровнем содержания глутатионпероксидазы и витамина Е в организме животных и содержанием селена в луговых травах и почве. В районах проявления болезни содержание селена находилось на уровне 0,03 мг/кг в почве и на уровне 0,07мг/кг – в сене лугов [7]. Селендефицитные заболевания овец в Финляндии отмечены на пастбищах

с содержанием селена в кормах 0,008-0,03 мг/кг. При содержании селена в количествах 0,20-0,98 мг/кг корма заболеваний не наблюдалось [1]. В исследованиях установлено, что при содержании селена в кормах более 0,1 мг/кг животные не испытывают селенового дефицита [4].

Содержание селена в почве, его подвижность и доступность растениям определяются многими природными и антропогенными факторами, в первую очередь, кислотностно-щелочными и окислительно-восстановительными свойствами. Селен энергично мигрирует в окислительных условиях, где он находится в подвижных формах – селенитах и селенатах, и слабо – в восстановительных – в форме малоподвижного элементного селена и в форме селенидов [5]. Доступными для растений считают наиболее окисленные формы – селениты (Se^{4+}) и, в наибольшей степени, селенаты (Se^{6+}). Селениты и селенаты не образуют очень стабильных соединений, преимущественно адсорбируются глинистыми минералами, оксидами и гидрооксидами железа [6].

Результаты выборочных маршрутных исследований, проведенных в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в 2002-2003 гг., показали, что среднее содержание селена в песчаных почвах республики составляет 30,5 мкг/кг почвы, в супесчаных – 49,7, в суглинистых – 71,9, в торфяных почвах низинного типа в Брестской области – 198,2 мкг/кг. Выявлено очень низкое содержание селена в зерне озимых и яровых культур (15,2 мкг/кг), сене бобовых и злаковых трав (соответственно, 5,1-13,4 и 11,3-17,7 мкг/кг). Крайне низкое содержание селена отмечено в зерне (2,7 мкг/кг) и травах (11,9 мкг/кг) на торфяных почвах. Сельскохозяйственные земли всех почвенно-географических провинций Беларуси по содержанию селена в почве и растениеводческой продукции можно характеризовать как селендефицитные территории [7]. Анализ химического состава кормов Беларуси свидетельствует о дефиците селена (от 10 до 67%) в рационах дойных и сухостойных коров в зимнее время [8].

В селендефицитных районах снижение дефицита элемента в кормовых рационах и продуктах питания осуществляется, в первую очередь, путем корректировки их селеновыми препаратами. Существенно повысить суточное поступление селена в организм животных можно добавлением в рацион премиксов с минеральными и селеноорганическими соединениями. Однако, известно, что в животном организме наибольшей усвояющей способностью отличаются метаболиты растений соединения селена. Коэффициент усвоения их животным организмом в 5-10 раз выше, чем селена неорганических соединений [1,9].

При проведении комплекса мероприятий по обогащению селеном продукции в каждом звене биологической цепочки почва > растение > животное > человек необходимо постоянно помнить, что актуальный в Нечерноземной зоне микроэлемент селен является высокотоксичным химическим элементом (1 класс опасности) и требует грамотного и осторожного обращения при его использовании. Величины недостатка-избытка селена в растительных кормах находятся в очень узком интервале концентраций – < 0,1- >1,0 мг /кг корма.

Токсическое действие селена в животном организме зависит от многих факторов, в первую очередь, от формы потребляемого селенового соединения и содержания витамина Е. Хроническое отравление у коров чаще наступает при концентрации селена 5 мг/кг, у овец – 2 мг/кг сухой массы корма. Избыток селена снижает воспроизводство сельскохозяйственных животных в течение нескольких поколений.

Нормирование содержания селена в рационах животных и величина его допустимого содержания во многом определяется также природными факторами – содержанием этого элемента в почве и растениях различных зон, которые и обуславливают генетическую устойчивость животных к избытку селена. В Индии, например, ПДК селена в растительном корме составляет 5 мг/кг [10].

В Республике Беларусь разработаны «Ветеринарно-санитарные нормативы по безопасности кормов и кормовых добавок». ПДК селена в грубых и сочных кормах для сельскохозяйственных животных составляет 1,0 мг/кг натурального корма, в комбикормах для молочного скота, яйценоской птицы, в зерне и продуктах его переработки, в жмыхах и шротах – 0,5 мг/кг натурального корма. Во всех кормах и сельскохозяйственной продукции, используемой для производства продуктов детского и диетического питания, допустимое содержание селена составляет 0,5 мг/кг [11].

Из всех способов корректировки повышения содержания селена в кормах предпочтение следует отдать агрохимическому способу, ввиду его очевидных преимуществ:

- животным организмом лучше усваивается селен в биотрансформированной растениями форме в виде биологически более активных соединений селенометионина, селеноцистеина и др.;

- исключается риск передозировки токсичных соединений селена в рационах и отравления ими животных ввиду возникающих у растений биологических барьеров поглощения элементов;

- использование скорректированной по селену растениеводческой продукции на корм способствует повышению статуса здоровья животных и получению обогащенной селеном животноводческой продукции;

- применение селеновых удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур наряду с обогащением продукции селеном может способствовать также повышению их урожайности;

- внесение селена в период вегетации растений в зоне радиоактивного загрязнения оказывает существенное влияние на снижение перехода радионуклидов цезия и стронция в растениеводческую продукцию;

- рациональное использование селена совместно с другими макро- и микроэлементами в композиционных составах или промышленных комплексных удобрениях позволяет снизить затраты на применение селеновых препаратов и получить более качественную и дешевую продукцию.

В мировой практике земледелия известно три основных способа применения селеновых удобрений: предпосевная обработка семян; основное внесение микроудобрения (в почву с заделкой удобрения и поверхностно на сенокосах и пастбищах); некорневые подкормки растений в период вегетации. Каждый из этих способов имеет свои преимущества (невысокие затраты на применение, технологичность внесения, высокий коэффициент накопления микроэлемента в продукции) и свои недостатки (срок эффективного действия препарата, сложность внесения удобрения, опасность токсического накопления элемента в продукции и т. д.).

Сведения, имеющиеся в научной литературе, не дают однозначного ответа о влиянии селеновых удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур. Не отмечено положительного действия селенита натрия на урожай яровой пшеницы, ярового рапса, салата, петрушки, чеснока [12, 13, 14, 15, 16], в исследо-

ваниях других авторов установлено, что селеновые удобрения повышали фотосинтетическую деятельность яровой пшеницы, число колосков и зерен в колосе, увеличивали массу 1000 зерен и урожайность зерна в целом [17], повышали урожайность сена тимофеевки луговой [21]. Анализ результатов исследований, проведенных в разных почвенно-климатических зонах, показал, что применение селеновых удобрений в большей степени оказывает влияние на накопление селена в растениеводческой продукции, чем на урожайность культур [13, 19, 14, 20].

При внесении селена в почву его эффективность во многом определяется генетическими и агрохимическими свойствами почвы, поэтому очень важно дифференцировать оптимальные дозы селена под сельскохозяйственные культуры с учетом почвенных факторов.

При внесении в почву 1 кг Se/га в форме селенита натрия остаточное содержание селена в растениях люцерны, тимофеевки и ячменя (более 0,1 мг /кг) отмечалось в течение 2-4 лет [21]. В Сербии на почвах с низким содержанием селена установлено, что дозы внесения селена в почву не должны превышать 500 мкг/кг почвы [22].

В вегетационных опытах на дерново-подзолистой супесчаной почве установлено, что максимальная доза внесения селена в почву в форме селената натрия при возделывании кукурузы на зеленую массу не должна превышать 160 мкг/кг почвы, при возделывании проса на зеленую массу – 80 мкг/кг почвы. Безопасная доза селена в форме селенита натрия для обеих культур составляла 320 мкг/кг почвы [20]. Для повышения содержания селена в сухой массе зерна яровой пшеницы и тимофеевки луговой до оптимального уровня достаточно внести 40-80 и не более 100 мкг Se/кг почвы, соответственно [23].

Актуальность проведения настоящих исследований обусловлена необходимостью оценки эффективности внесения селеновых удобрений в почву при возделывании многолетних злаковых трав.

Цель исследований заключалась в установлении эффективности доз внесения в почву селена на урожайность и накопление его в продукции многолетних злаковых трав.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2006-2009 гг. в полевом стационарном опыте в СПК «Щемяслица» Минского района на дерново-палево подзолистой суглинистой почве, развивающейся на легких пылеватых суглинках. Пахотный горизонт почвы характеризовался следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,2%, P₂O₅ – 300-310; K₂O – 240-265 мг/кг почвы, содержание валового селена – 40-60 мкг/кг почвы. Опыт заложен на участках с разной степенью кислотности почвы (рН 6,0 – фон 1 и рН 6,7 – фон 2).

Селен в форме селенита натрия вносили в почву перед залужением в возрастающих дозах: 100; 200 и 300 г Se/га.

В качестве изучаемых культур выбраны разные по своим биологическим особенностям многолетние злаковые травы, которые в кормопроизводстве республики получили наиболее широкое распространение: – ежа сборная (сорт «Магутная»), тимофеевка луговая (сорт «Волна»), овсяница луговая (сорт «Зорька»). Для получения объективной информации по переходу селена из почвы в растения, изучаемые трав были высеяны в чистом виде.

В качестве минеральных удобрений в опыте применяли карбамид, суперфосфат аммонизированный, хлористый калий. Повторность в опыте четырехкратная.

Пробоподготовку растительных и почвенных образцов для определения в них селена проводили в автоклаве аналитическом НПВФ «Анкон-АТ-2». Содержание селена определяли на атомно-абсорбционном спектрометре Perkin Elmer AAnalyst 100 с приставкой холодного пара Perkin Elmer HGA-800 и дейтериевым корректором неселективного поглощения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всего за годы исследований было проведено 7 укосов трав. По величине урожайности изучаемые культуры расположились в следующем порядке: тимофеевка луговая > овсяница луговая > ежа сборная (табл. 1).

Такая тенденция отмечалась на протяжении трех лет исследований. В первый год пользования трав на фоне с рН 6,0 (фон1) продуктивность тимофеевки луговой по сумме укосов была на 20,1ц/га выше, чем у ежи сборной и на 16,5 ц/га выше, чем у овсяницы луговой, во второй год пользования – на 37,0 и 27,6 ц/га, соответственно.

В первый год жизни трав (2006 г.) уже был отмечен эффект от известкования почвы, в контрольном варианте получены прибавки урожайности сена ежи сборной (3,2 ц/га) и овсяницы луговой (2,6 ц/га) на фоне с рН 6,7 (фон 2) по сравнению с фоном рН 6,0. Существенные прибавки урожайности от известкования отмечены также у ежи сборной при дозе селена 200 г/га, у овсяницы луговой – при дозе селена 300 г/га.

В первый год пользования трав (2007 г.) эффект от известкования усилился, прибавки урожайности сена возросли, у ежи сборной они составили 23,8-27,3 ц/га (20,0-24,1%), у овсяницы луговой 20,1-25,7ц/га (17,2-22,0%), у тимофеевки луговой – 4,0-12,1 ц/га (3,0-9,1%).

Во второй год пользования трав (2008 г.) повышение урожайности сена на известкованном фоне отмечено только у ежи сборной на контрольном варианте (на 9,2 ц/га, или 8,7%). Тенденция к повышению урожайности при рН почвы 6,7 наблюдалась у овсяницы луговой, а у тимофеевки луговой, наоборот, отмечено снижение урожайности на 7,5-11,6 ц/га (5,3-7,9%). Возможно, для роста и развития тимофеевки луговой кислотность почвы с рН 6,0 является более благоприятной, чем с рН 6,7.

В третий год пользования трав (2009 г.) урожайность по сумме укосов на почве с кислотностью рН 6,0 оставалась примерно такой же, как и во второй год пользования.

На фоне кислотности с рН 6,7 отмечено повышение урожайности ежи сборной на 11,1-15,4 %, овсяницы луговой – на 13,1-21,8 % и снижение урожайности тимофеевки луговой на 10,5-18,4 %. Наименьшее снижение урожайности наблюдалось на фоне последствия дозы селена 300 г/га. Результаты исследований показали, что общая продуктивность за 4 года (по сумме 7 укосов трав) на известкованном фоне у ежи сборной была выше в среднем на 47,6 ц/га, у овсяницы луговой – на 53,9 ц/га. У тимофеевки луговой общая продуктивность на фоне рН 6,7 была ниже на 25 ц/га по сравнению с продуктивностью на фоне с рН 6,0.

Таблица 1

Урожайность сена многолетних злаковых трав при разных уровнях кислотности почвы и дозах селена, ц/га

Вариант	2006 г. 1-й г. жизни трав			2007 г. 1-й г. пользования			2008 г. 2-й г. пользования			2009 г. 3-й г. пользования		
	Урожай- ность	Прибавка		Сумма укозов	Прибавка		Сумма укозов	Прибавка		Сумма укозов	Прибавка	
		от рН	от Se		от рН	от Se		от рН	от Se		от рН	от Se
Ежа сборная												
рН 6,0 – фон 1												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ Контроль	32,1			113,2			105,2			117,8		
+ Se ₁₀₀	34,6		2,5	118,4		5,2	110,0		4,8	120,4		2,6
+ Se ₂₀₀	33,7		1,6	119,1		5,9	111,8		6,4	117,4		-
+ Se ₃₀₀	35,1		3,0	120,0		6,8	108,0		2,8	116,7		-
рН 6,7 – фон 2												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ Контроль	35,3	3,2		137,0	23,8		114,4	9,2		136,1	18,2	
+ Se ₁₀₀	35,7	1,1	0,4	141,8	23,4	4,8	114,4	4,4	-	133,7	13,1	-
+ Se ₂₀₀	35,7	2,0	0,4	141,7	22,6	4,7	115,6	3,8	1,2	132,6	15,2	-
+ Se ₃₀₀	36,8	1,7	1,5	147,3	27,3	10,3	113,8	5,8	- 0,6	132,0	15,2	-
HCP ₀₅ рН		1,9			4,2			4,8			5,8	
HCP ₀₅ Se			2,7			6,0			6,8			8,3
Овсяница луговая												
рН 6,0 – фон 1												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ Контроль	34,9			116,8			114,6			117,8		
+ Se ₁₀₀	36,2		1,3	120,9		4,1	109,4		-5,2	120,4		2,6
+ Se ₂₀₀	36,7		1,8	125,9		8,2	113,4		-1,2	117,4		-
+ Se ₃₀₀	36,7		1,8	125,2		8,4	117,0		2,4	116,7		-
рН 6,7 – фон 2												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ Контроль	37,5	2,6		142,5	25,7		109,2	5,4		136,1	18,2	
+ Se ₁₀₀	37,5	1,3	-	146,7	25,8	4,2	114,8	5,4	5,6	133,7	13,1	-
+ Se ₂₀₀	38,2	1,5	0,7	146,0	20,1	3,5	116,2	2,8	7,0	132,6	15,2	-
+ Se ₃₀₀	39,8	3,1	2,3	148,0	22,8	5,5	114,8	- 2,2	5,6	132,0	15,2	-
HCP ₀₅ рН		2,2			6,0			5,9			5,8	
HCP ₀₅ Se			3,1			8,4			8,5			8,3
Тимофеевка луговая												
рН 6,0 – фон 1												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ Контроль	36,9			133,3			142,2			98,0		
+ Se ₁₀₀	36,8		-	136,1		2,8	145,5		3,3	100,7		2,7
+ Se ₂₀₀	38,8		1,9	144,7		11,4	146,8		4,6	100,9		2,9
+ Se ₃₀₀	41,0		4,1	144,5		12,2	141,5		-0,7	99,9		- 1,9
рН 6,7- фон 2												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ Контроль	38,2	1,3		145,4	12,1		132,0	- 10,2		119,5	21,4	
+ Se ₁₀₀	38,4	1,6	0,2	147,9	11,7	2,5	135,4	- 10,1	3,4	119,5	18,8	-
+ Se ₂₀₀	39,6	0,8	1,4	148,7	4,0	3,3	135,2	- 11,6	3,2	122,6	13,7	3,1
+ Se ₃₀₀	42,0	1,0	3,8	150,3	5,8	4,9	134,0	-7,5	2,0	122,6	12,8	3,1
HCP ₀₅ рН		1,4			5,1			8,6			5,5	
HCP ₀₅ Se			1,9			7,2			12,1			7,8

В первый год жизни трав не установлено прибавок урожайности сена овсяницы луговой от доз внесения селена. Прибавка урожайности ежи сборной отмечена на фоне 1 только при дозе селена 300 г/га. На обоих фонах кислотности почвы установлено существенное повышение урожайности сена тимopheевки луговой при дозе селена 300 г/га, соответственно, на 4,1 и 3,8 ц/га.

В первый год пользования трав на фоне кислотности почвы с pH 6,0 действие селена на урожайность всех видов трав было эффективным при дозе элемента 300 г/га. Прибавки урожайности сена составили 6,8 ц/га (6,0%) – ежа сборная, 8,4 ц/га (7,2%) – овсяница луговая, и 12,2 ц/га – (9,2%) – тимopheевка луговая. На этом же фоне получена прибавка урожайности сена тимopheевки луговой 11,4 ц/га при дозе внесения селена 200 г/га. На фоне кислотности почвы с pH 6,7 получена прибавка урожайности сена ежи сборной от селена в дозе 300 г/га, которая составила 10,3 ц/га (7,5%).

Во второй и третий годы пользования трав существенного влияния селена в дозах 100-300 г/га на урожайность не установлено.

Таким образом, за 4 года исследований влияние селеновых удобрений на повышение урожайности многолетних злаковых трав установлено в год внесения селена в дозе 300 г/га (первый год жизни трав) и в первый год его последствия (1-й год пользования трав).

Во второй год пользования трав существенного влияния селена на урожайность в дозах 100-300 г/га не установлено.

Анализ экспериментальных данных показал, что содержание селена в сене изучаемых трав во многом определялось видовыми особенностями самих растений (табл. 2).

Изучаемые многолетние злаковые травы отличались низким содержанием селена, наименьшее содержание элемента отмечено в растениях овсяницы луговой. Содержание селена на контрольном варианте фона 1 (pH 6,0) в сене ежи сборной, тимopheевки луговой и овсяницы луговой составило, соответственно, 35,3; 30,0 и 17,6 мкг/кг, что в 2,8; 3,3 и 5,7 раза ниже минимального оптимума (100 мкг/кг) содержания селена в растительных кормах. На известкованной почве содержание селена в травах повышалось несущественно, за исключением ежи сборной в первый год жизни, где отмечено увеличение содержания селена на 17,2-58,0%.

Внесение селеновых удобрений способствовало обогащению сена трав микроэлементом селеном. В год внесения селена в почву (2006 г.) в дозе 100 г/га в сене всех изучаемых трав уже достигался нижний уровень оптимального содержания селена в кормах (117,5-229,8 мкг/кг). Содержание его по сравнению с фоновым в сене ежи сборной повысилось в 4,7-5,5 раза, в сене овсяницы луговой – в 4,6-8,2 раза, в сене тимopheевки луговой – в 5,8-6,5 раза. Коэффициент накопления селена травами увеличивался с возрастанием доз селенита натрия. При максимальной дозе внесения селена 300 г/га содержание микроэлемента в растениях ежи сборной, овсяницы луговой и тимopheевки луговой увеличилось по сравнению с его содержанием на контрольном варианте в 12,9; 19,8; 12,7 раз (фон 1) и в 10,8; 13,4 и 10,7 раз (фон 2), что свидетельствует об очень высоких аккумулятивных свойствах микроэлемента селена. Наибольшей интенсивностью накопления отличалась овсяница луговая.

В годы последствия селенита натрия (первый и второй годы пользования трав) интенсивность накопления селена в растениях снижалась, и содержание селена в сене всех изучаемых трав на обоих фонах кислотности с каждым последующим укосом уменьшалось (рис. 1).

Таблица 2
Накопление селена в сене многолетних злаковых трав при разных дозах внесения селена в почву

Вариант	2006 г. (1-й год жизни трав)			2007 г. (1-й год пользования трав)			2008 г. (2-й год пользования трав)					
	1-й укос			2-й укос			1-й укос			2-й укос		
	Se, мкг/кг	КН*	рН	Se, мкг/кг	КН*	рН	Se, мкг/кг	КН*	рН	Se, мкг/кг	КН*	рН
Ежа сборная												
рН 6,0 – фон 1												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ -контр.	35,3	1,0	36,7	36,7	1,0	36,4	36,4	1,0	27,3	1,0	29,1	1,0
+ Se ₁₀₀ (r/ra)	165,4	4,7	101,3	101,3	2,8	72,3	72,3	2,0	34,6	1,3	47,2	1,6
+ Se ₂₀₀	282,3	8,0	150,2	150,2	4,1	131,3	131,3	3,6	62,9	2,3	60,2	2,1
+ Se ₃₀₀	456,1	12,9	224,9	224,9	6,1	163,0	163,0	4,5	67,9	2,5	62,3	2,1
рН 6,7 – фон 2												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ -контр.	38,2	1,0	38,2	38,2	1,0	40,0	40,0	1,0	29,2	1,0	27,4	1,0
+ Se ₁₀₀ (r/ra)	209,8	5,5	160,1	160,1	4,2	93,2	93,2	2,3	41,6	1,4	35,6	1,3
+ Se ₂₀₀	337,2	8,8	205,3	205,3	5,4	120,0	120,0	3,0	57,0	1,9	44,5	1,6
+ Se ₃₀₀	413,9	10,8	263,6	263,6	6,9	137,3	137,3	3,4	67,3	2,3	55,8	2,0
HCP ₀₅ (pH)	75,3		19,3	19,3		26,8	26,8		4,5		7,3	
HCP ₀₅ (Se)	106,5		27,3	27,3		37,9	37,9		6,4		10,3	
Овсяница луговая												
рН 6 – фон 1												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ -контр.	17,6	1,0	17,9	17,9	1,0	19,6	19,6	1,0	16,3	1,0	14,3	1,0
+ Se ₁₀₀ (r/ra)	145,0	8,2	73,10	73,10	4,1	73,0	73,0	3,7	34,9	2,1	36,4	2,5
+ Se ₂₀₀	236,1	13,4	152,5	152,5	8,5	93,1	93,1	4,7	60,2	3,7	59,1	4,1
+ Se ₃₀₀	348,6	19,8	186,5	186,5	10,4	127,5	127,5	6,5	78,1	4,8	67,4	4,7
рН 6,7 – фон 2												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ -контр.	25,4	1,0	27,5	27,5	1,0	29,7	29,7	1,0	17,5	1,0	14,7	1,0
+ Se ₁₀₀ (r/ra)	117,5	4,6	71,4	71,4	2,6	56,6	56,6	1,9	34,6	2,0	38,7	2,6
+ Se ₂₀₀	207,1	8,1	141,8	141,8	5,2	75,2	75,2	2,5	58,8	3,4	45,8	3,1
+ Se ₃₀₀	340,2	13,4	175,2	175,2	6,4	124,5	124,5	4,2	68,3	3,9	63,2	4,3
HCP ₀₅ (pH)	70,1		31,3	31,3		57,3	57,3		9,9		5,8	
HCP ₀₅ (Se)	99,2		44,3	44,3		81,1	81,1		14,0		8,2	

Окончание таблицы 2

Вариант	2006 г. (1-й год жизни трав)				2007 г. (1-й год пользования трав)				2008 г. (2-й год пользования трав)			
	1-й укос		1-й укос		2-й укос		2-й укос		1-й укос		2-й укос	
	Se, мкг/кг	КН*	Se, мкг/кг	КН*	Se, мкг/кг	КН*	Se, мкг/кг	КН*	Se, мкг/кг	КН*	Se, мкг/кг	КН*
Тимофеевка луговая												
рН 6,0 – фон 1												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ -КОНТР.	30,0	1,0	33,4	1,0	28,1	1,0	30,6	1,0	32,1	1,0	32,1	1,0
+ Se ₁₀₀ (f/ra)	196,1	6,5	111,8	3,3	60,0	2,1	47,7	1,6	35,3	1,1	35,3	1,1
+ Se ₂₀₀	234,4	7,8	184,2	5,5	83,6	3,0	67,9	2,2	46,1	1,4	46,1	1,4
+ Se ₃₀₀	380,6	12,7	276,8	8,3	146,6	5,2	87,7	2,9	53,2	1,6	53,2	1,6
рН 6,7 – фон 2												
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₁₂₀ -КОНТР.	35,5	1,0	33,4	1,0	30,0	1,0	29,1	1,0	29,7	1,0	29,7	1,0
+ Se ₁₀₀ (f/ra)	206,0	5,8	100,9	3,0	47,3	1,6	43,0	1,5	41,4	1,4	41,4	1,4
+ Se ₂₀₀	230,5	6,5	136,5	4,1	84,7	2,8	67,6	2,3	44,9	1,5	44,9	1,5
+ Se ₃₀₀	380,8	10,7	230,6	6,9	134,3	4,5	83,9	2,9	52,3	1,8	52,3	1,8
HCP ₀₅ (pH)	36,3		78,3		43,5		6,0		4,7		4,7	
HCP ₀₅ (Se)	51,3		110,8		61,5		8,5		6,7		6,7	

КН* – коэффициент накопления селена, показывающий, во сколько раз увеличилось содержание селена в растениях при внесении селеновых удобрений по сравнению с его содержанием в растениях на контрольном варианте

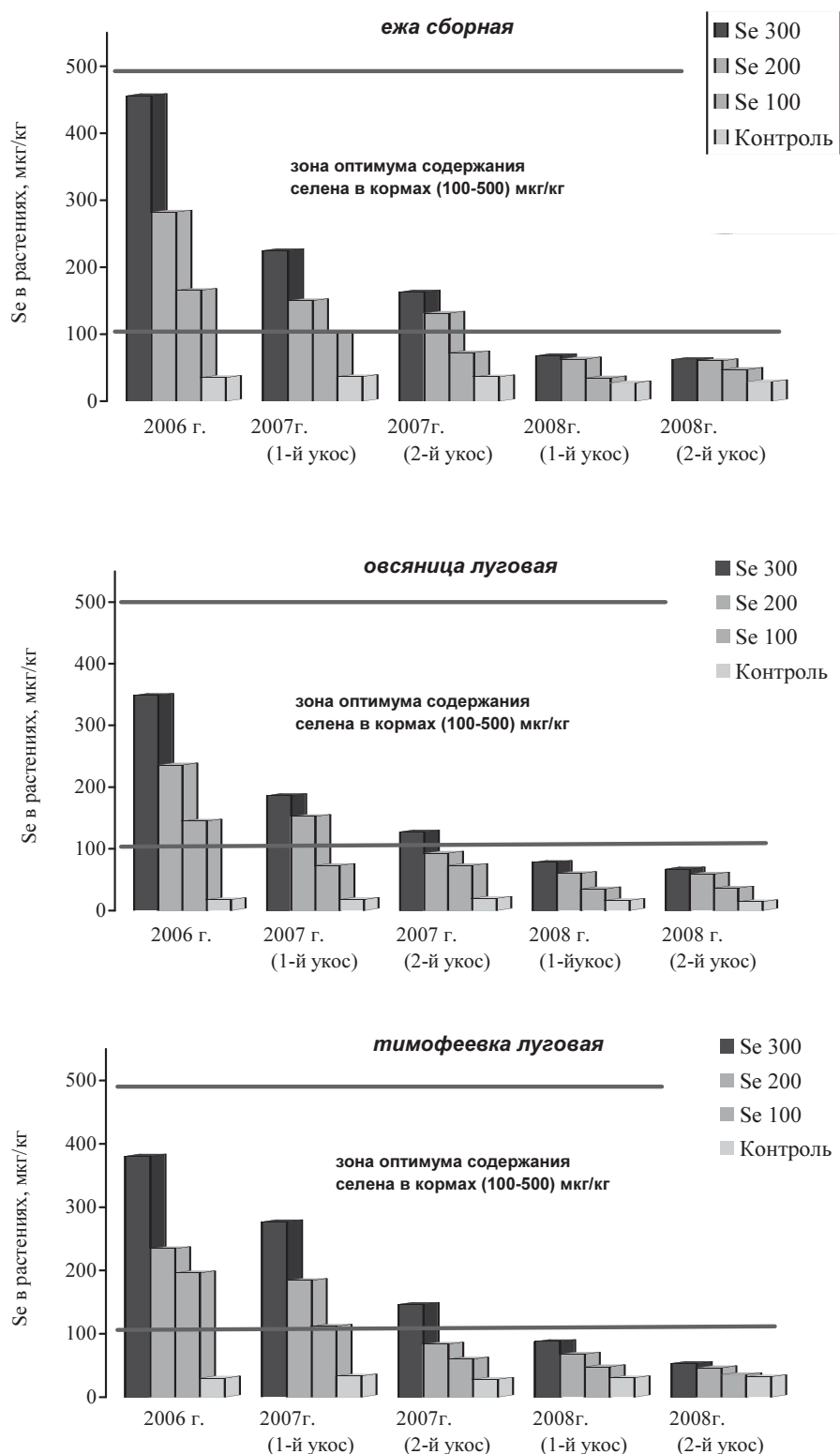


Рис. 1. Накопление селена в сене многолетних злаковых трав при внесении в почву селенита натрия (рН 6,0)

Во второй год действия селеновых удобрений (первый год пользования трав) в сене многолетних трав селена накапливалось меньше, чем в первый год, нес-

смотря на повышенное содержание элемента в почве. Очевидно, это подтверждает положение, что селен и кадмий в отличие от других элементов (цинк, мышьяк, медь, свинец, ртуть, никель) в большей степени поглощаются из вновь внесенных соединений этих элементов, чем из почв с их природным избыточным содержанием [30]. В первом укосе трав на фоне последействия селена в дозе 100г/га содержание микроэлемента в сене овсяницы луговой составило 71,4-73,1 мкг/кг, и уже не достигало нижней границы оптимального значения для кормов. Изменение кислотности почвы с рН 6,0 до рН 6,7 способствовало повышению содержания селена только в сене ежи сборной: со 101,3 до 160,1; со 150,2 до 205,3; со 224,1 до 265,3 мкг/кг при последействии селена в дозах 100; 200 и 300г/га. Во втором укосе селена в травах накапливалось меньше, чем в первом укосе. При последействии дозы селена 100 г/га содержание микроэлемента в сене всех изучаемых трав увеличивалось по сравнению с фоновым в 1,6-3,7 раза, однако было ниже необходимого минимума для кормов. Последействие дозы селена 200 г/га обеспечило этот минимум только в сене ежи сборной, где содержание составляло 120-131 мкг/кг. Содержание селена в концентрации более 100 мкг/кг в сене всех трав (124-163 мкг/кг) установлено только при последействии дозы селена 300 г/га.

Во второй год пользования трав содержание селена в сене первого укоса ежи сборной и овсяницы луговой при последействии дозы 100 г Se/га снизилось до 34,6-41,6 мкг/кг, в сене тимopheевки луговой – до 43,0-47,7 мкг/кг. При последействии селена в дозе 300 г/га содержание его в сене ежи и овсяницы составляло 67,3-68,3 мкг/кг, что в 1,5 раза меньше нижнего предела оптимального содержания элемента в растительных кормах.

Во втором укосе трав содержание селена в сене всех трав было в 1,9-1,5 раза ниже минимального оптимума на фоне последействия максимальной дозы селена (300 г/га). Изменение кислотности почвы с рН 6,0 до рН 6,7 не оказало существенного влияния на изменение накопления селена в сене многолетних злаковых трав второго года пользования при дозах вносимого селена 100, 200 и 300 г/га.

Таким образом, содержание селена в сене многолетних злаковых трав на уровне оптимального для кормов обеспечивается в течение двухлетнего периода их вегетации (первый год жизни и первый год пользования трав) при однократном внесении в почву селена в дозе 300 г/га перед посевом трав.

ВЫВОДЫ

1. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при изменении реакции почвенного раствора с рН 6,0 до рН 6,7 в первый год пользования многолетних злаковых трав установлено повышение урожайности сена ежи сборной (по сумме укосов) на 22,6-27,3 ц/га (20,0-24,1%), овсяницы луговой – на 20,1-25,8ц/га (17,2-22,1%), тимopheевки луговой – 4,0-12,1 ц/га (3,0-9,1%). Во второй и третий годы пользования отмечено снижение урожайности тимopheевки луговой на 5,3-8,2% и 10,5-18,4%, соответственно.

Общая продуктивность за 4 года (по сумме 7 укосов) у ежи сборной была в среднем на 47,6 ц/га, у овсяницы луговой – на 53,9 ц/га выше, а у тимopheевки луговой – на 25 ц/га ниже на фоне с рН 6,7, чем на фоне с рН 6,0.

2. В первый год пользования трав на фоне кислотности почвы с рН 6,0 от пос-

ледействия селена в дозе 300 г/га получена прибавка урожайности сена ежи сборной по сумме укосов 6,8, овсяницы луговой – 8,4, тимофеевки луговой – 12,2 ц/га. На фоне кислотности почвы с рН 6,7 получена прибавка урожайности сена ежи 10,3 ц/га.

Во второй и третий годы пользования многолетних злаковых трав влияния селена в дозах 100-300 г/га на урожайность не установлено.

3. Многолетние злаковые травы характеризовались низким содержанием селена, наименьшее содержание элемента отмечено в растениях овсяницы луговой. Содержание селена в сене ежи сборной, тимофеевки луговой и овсяницы луговой находилось на уровне 35,3; 30,0 и 17,6 мкг/кг, соответственно, что в 2,8; 3,3 и 5,7 раза ниже минимального оптимума (100 мкг/кг) для растительных кормов. В год внесения селена в дозе 100 г/га содержание его в сене ежи сборной повысилось в 4,7-5,5 раза, в сене овсяницы луговой – в 4,6-8,2 раза, в сене тимофеевки луговой – в 5,8-6,5 раза и составило 117,5-209,8 мкг/кг. При дозе внесения селена 300 г/га содержание его в растениях ежи сборной, овсяницы луговой и тимофеевки луговой увеличилось по сравнению с фоновым в 12,9; 19,8; 12,7 раз (рН 6,0) и в 10,8; 13,4 и 10,7 раз (рН 6,7) и составило 340,2-456,1 мкг/кг.

4. При однократном внесении в почву селенита натрия в дозе 300 г Se/га перед залужением на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве содержание селена в сене ежи сборной, овсяницы луговой и тимофеевки луговой на уровне оптимального для кормов обеспечивается в течение двухлетнего периода их вегетации (первый год жизни и первый год пользования трав),

ЛИТЕРАТУРА

1. Селен. Гигиенические критерии состояния окружающей среды / ВОЗ. – Женева, 1989. – №58. – 208 с.

2. Gupta, U.C. Quality of animal and human life as affected by selenium management of soils and crops / U.C. Gupta, S.C. Gupta, Y.P. Kalra // Fine tuning soil and plant analysis for economics and environmental betterment: International Symposium on soil and plant analysis, Edmonton, Alberta, Canada, 21-27 July 2001. – Canada, 2001. – P. 2537-2555.

3. Биологическое обоснование потребности молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы в селене при сенажном типе кормления / В.А. Кокарев [и др.] // С.-х. биология. Сер. Биология животных. – 2002. – №2. – С.57-66.

4. Gupta, U.C. Selenium in soils and crops, its deficiencies in livestock and humans: implications for management / U.C. Gupta, S.C. Gupta // Communications in Soil Science and Plant Analysis / Marcel Dekker Inc., N.Y. Monticello. – 2000. – Vol. 31 (11/14) – p. 1791-1807.

5. Сидельникова, В. Д. Геохимия селена в биосфере / В. Д. Сидельникова // Сб. науч. тр. / Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – М., 1999. – С. 97.

6. Ермаков, В.В. Биогеохимия селена и его значение в профилактике эндемических заболеваний человека / В.В. Ермаков // Вестник отделения наук о Земле. Электронный научно-информационный журнал № 1(22) [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: [http:// www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2004/scpub-4pdf](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2004/scpub-4pdf)

7. Головатый, С.Е. Содержание селена в почвах и растениях Беларуси / С.Е. Головатый [и др.] // Почвоведение и агрохимия: сб. научн. тр. / Институт

почвоведения и агрохимии НАН Беларуси; редкол.: И.М. Богдевич [и др.]. – Минск, 2005. – №1(34). – С. 89-93.

8. Сахончик, П.Е. Дополнительные введения йода и селена для профилактики нарушений воспроизводительной функции у высокопродуктивных коров / П.Е. Сахончик, В.В. Жаркин, П.Ф. Зацепин // Научные основы развития животноводства в Республике Беларусь. – Мн., 1994. – Вып. 25. – С. 59-63.

9. Hu, Q. Physiological function of Se-enriched tea fertilised with sodium selenite and naturally high-Se tea in rats / Q. Hu, G. Pan, X. An, R. Ding // J sci-food-agric. West Sussex: John Wiley & Sons Limited., Jan 15. 2001. – Vol 81 (2). – p. 202-204.

10. Dhillon, S.K. Pools of selenium in some Indian soils at field capacity and submerged moisture regimes / S.K. Dhillon, K. S. Dhillon // Australian Journal of Soil Research. – 2004. – №42(2). – p. 247-257.

11. Ветеринарно-санитарные нормативы по безопасности кормов и кормовых добавок: утв. Постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь. Постановление №47 от 28.04.2008. – Минск, 2008.

12. Дудецкий, А.А. Накопление селена яровой пшеницей и яровым рапсом при различной обеспеченности растений Se, Zn и макроэлементами: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.А. Дудецкий. – Москва, 1998. – 16 с.

13. Торшин, С.П. Влияние естественных и антропогенных факторов на формирование микроэлементного состава продукции растениеводства: автореф. дис. ... док. биол. наук / С.П. Торшин. – Москва, 1998. – 32 с.

14. Машкова, Т.Е. Селен в растениях нечерноземной зоны РФ и возможности регулирования его содержания в сельскохозяйственной продукции: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.Е. Машкова. – Москва, 1998. – 16 с.

15. Торшин, С.П. Обогащение люпина желтого селеном при внесении биселенита натрия / С.П. Торшин, И.Ю. Забродина, Т.Е. Машкова // Агрохимия. – 2001. – №1. – С. 34-43.

16. MacLeod, J. Selenium concentration in plant material, grainage and surface water as influenced by selenium applied to barley foliage in a baley redecker-potato rotation / J. MacLeod, U. Gupta, P. Milburn, J. Sanderson // Can. J. Soil Sci. – 1998. – V.78. – №4. – P.685-688.

17. Серегина, И.И. Роль селена в формировании урожая зерна яровой пшеницы / И.И. Серегина, Н.Т. Ниловская, Н.В. Остапенко // Агрохимия. – 2001. – №1. – С. 44-50.

18. Эффективность некорневой подкормки тимopheевки луговой селеном / М.В. Рак [и др.] // Международный аграрный журнал. – 1998. – №3. – С. 34-36.

19. Novak, J. Influence of selenium on oxidoreductive enzymes activity in soil and plants / J. Novak, K. Kaklewski, M. Ligocki // Soil Biology and Biochemistry. – 2004. – №36(10). – p.1553-1558.

20. Ковалевич, З.С. Накопление селена в зеленой массе кукурузы и проса при разных формах селеновых удобрений / З.С. Ковалевич, С.Е. Головатый // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – №2 (39). – С. 158-164.

21. Gupta, U. C. Effect of foliar-applied selenium on yields and selenium concentration of alfalfa, timothy and barley / U. C. Gupta, H. T. Kunelins, K. A. Winter // Can J. Of soil Science. – 1983. -Vol. 63. – P. 455-459.

22. Cuvardic, M. Selen u zemljistima Vojvodine [Srbija, Jugoslavija] i njegova pristupacnost. Doktorska disertacija (Dr Sci). Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad (Yugoslavia). Poljoprivredni fakultet. Novi Sad (Yugoslavia), 2000. – 113 p.

23. Рак, М.В. Агрохимический способ обогащения селеном зерна яровой пшеницы и сена тимopheевки луговой / М.В. Рак, Г.М. Сафроновская, Н.И. Арсенова // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – №(3). – С.196-201.

INFLUENCE OF Se-FERTILIZERS AND LEVELS ACIDITY OF LUVISOL LIGHT LOAMY SOIL ON PRODUCTIVITY OF LONG-TERM CEREAL GRASS AND ACCUMULATION IN THEM Se

S.E. Golovatyj, Z.S. Kovalevitch, N.K. Lukashenko, I.A. Efimova

Summary

Results of field experiences on influence of Se-fertilizers on efficiency of grass and accumulation Se in them Se is given. In the first year of use of grass the authentic increase of a crop of hay of grass from entering of Se in soil are presented.

In the first year of entering Se in a doze 100 r/ra the contents it in hay *Dactylis glomerata* L. has increased in 4,7-5,5 times, in hay *Festuca pratensis* Huds. – in 4,6-8,2 times, in hay *Phleum pretense* L. – in 5,8-6,5 times and has made 117,5-209,8 mkg/kg. At a doze of entering Se 300 r/ra the contents of Se in plants of *Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* Huds. And *Phleum pretense* L. has increased in son with background in 12,9; 19,8; 12,7 times (pH 6,0) and in 10,8; 13,4 and 10,7 times (pH 6,7) also have made 340,2-456,1 mkg/kg.

At unitary entering into ground Na_2SeO_3 in a doze 300 r Se/ra before sowing of plants on luvisol light loamy soil to ground the contents Se in hay *Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* Huds., and *Phleum* at a level optimum for forages is provided during the two-years vegetation.

Поступила 16 ноября 2009 г.

УДК 631.559:633.112.9:631.445.2

ВЛИЯНИЕ КАЛИПЛАНТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОТРЕБЛЕНИЕ КАЛИЯ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Н.А. Михайловская, Т.Б. Барашенко, С.В. Дюсова
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В состав бактериального удобрения Калиплант входит природный штамм слизеобразующих бактерий *Bacillus circulans* БИМ В-376Д [1], которые оказывают разностороннее положительное влияние на инокулированные растения. При внесении Калипланта отмечается стимуляция развития корневой системы растений за счет продукции фитогормонов [2, 3] и улучшение минерального питания [4, 6, 7]. При дефиците доступного калия в почве *B. circulans* мобилизуют его из калийсодержащих алюмосиликатов [4, 5]. Установлена также способность штамма к мобилизации фосфора из нерастворимых трехзамещенных ортофос-