УДК 631.81.095.337:633.1:631.445.2

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНА НА УРОЖАЙНОСТЬ И НАКОПЛЕНИЕ ЕГО В СЕНЕ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ РЫХЛОСУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ С РАЗНЫМИ УРОВНЯМИ КИСЛОТНОСТИ

С.Е. Головатый, З.С. Ковалевич, Н.К. Лукашенко, И.А. Ефимова, Н.В. Сидорейко

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственные земли всех почвенно-географических провинций Беларуси по содержанию селена в почве и растениеводческой продукции характеризуются как селендефицитные территории. В разрезе дерново-подзолистых почв наименьшим содержанием селена отличаются песчаные почвы – 30,5 мкг/кг, средневзвешенное содержание валового селена в супесчаных почвах составляет 49,5 мкг/кг, в суглинистых – 71,9 мкг/кг. Содержание селена в сене естественных луговых трав колеблется в пределах 0,04-0,09 мг/кг. В сене многолетних злаковых и бобовых трав, возделываемых на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах, содержание селена составляет 5,1-17,7 мкг/кг [1, 2].

В животноводстве Беларуси дефицит селена в кормовых рационах сельскохозяйственных животных составляет от 10 до 67% [3, 4]. Низкое содержание селена выявлено в основных продуктах питания белорусов. Среднее потребление селена жителем республики с основными продуктами питания составляет 9,9-14 мкг/сутки, что в 4-5 раз ниже рекомендованного минимального суточного потребления этого микроэлемента [5].

В селендефицитных зонах актуальность исследований по обогащению селеном продукции в трофической цепочке почва → растение → животное → человек постоянно возрастает. На каждом этапе общей системы обогащения продукции селеном разрабатываются научные направления, по которым успешно ведутся исследования, и результаты которых внедряются в производство.

В комплексе мероприятий по повышению содержания селена в растениеводческой продукции в звене трофической цепочки почва → растение важное значение приобретает агрохимический прием обогащения – применение селенсодержащих удобрений в период вегетации растений, при котором минеральный селен биологически трансформируется в более усвояемый животными организмами селеноорганический (селенметионин, селенцистеин и др.).

Основными химическими соединениями селена, применяемыми в сельском хозяйстве в качестве селеновых удобрений, являются хорошо растворимые в воде соли селеновых кислот – селенит натрия (Na_2SeO_3) и селенат натрия (Na_2SeO_4). Научные исследования, проведенные в селендефицитных регионах, показали, что внесение селенсодержащих удобрений разными способами (предпосевная обработка семян, внесение в почву, некорневые подкормки растений) способствуют обогащению растениеводческой продукции селеном [6, 7, 8].

За рубежом в практику земледелия широко внедрен эффективный и наиболее экологически безопасный метод обогащения растениеводческой продукции селеном – введение его в состав промышленных комплексных удобрений для основного внесения в почву, обеспечивающих сбалансированное питание растений в течение всего периода вегетации. При внесении селенорганических удобрений в почву на пути поступления высокотоксичного элемента селена в животный организм находятся естественные биологические барьеры (почва, корневая система, функциональные защитные системы в наземных тканях и органах растений), и практически исключается опасность передозировки селенсодержащих веществ и отравления ими животных [9].

Эффективность минеральных удобрений при внесении их в почву во многом определяется генетическими и агрохимическими свойствами почвы, поэтому очень важно дифференцировать оптимальные дозы элементов под сельскохозяйственные культуры с учетом почвенных факторов.

В исследованиях, ранее проведенных нами с многолетними злаковыми травами на дерново-подзолистой суглинистой почве, установлено, что селенсодержащее удобрение (селенит натрия) в большей степени оказало влияние на накопление селена в сене трав, чем на величину их урожайности [8].

Основную долю в кормовых рационах КРС составляют травяные корма. Обогащение травяной продукции селеном может существенно снизить его дефицит в рационах и повысить селеновый статус животных.

Актуальность проведения настоящих исследований обусловлена необходимостью оценки эффективности действия селенсодержащего удобрения при внесении его в почву на урожайность и накопление селена в продукции многолетних злаковых трав, возделываемых на дерново-подзолистой супесчаной почве с низким содержанием этого элемента.

Цель исследований заключалась в установлении эффективности действия возрастающих доз внесения в почву селена на урожайность и обогащение им сена многолетних злаковых трав, возделываемых на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве с разными уровнями кислотности.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования были проведены в 2007-2010 гг. в РУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на водно-ледниковых рыхлых супесях, подстилаемых с глубины 1,15 м моренным суглинком, сменяемым песком. Пахотный горизонт почвы характеризовался следующими агрохимическими показателями плодородия: гумус – 2,05-2,15%; P_2O_5 – 120-150 мг/кг, K_2O –- 180-200 мг/кг, содержание валового селена – 30-40 мкг/кг. Опыт заложен на участках с разной степенью кислотности почвы (pH 5,3 – фон 1 и pH 6,3 – фон 2).

Исследования проведены на многолетних злаковых травах разных сроков уборки: ежа сборная Магутная (раннеспелый злак) и тимофеевка луговая Волна (позднеспелый злак), которые были высеяны в чистом виде.

В опыте были использованы карбамид, суперфосфат аммонизированный и хлористый калий. Селен в форме селенита натрия вносили в почву перед за-

лужением в возрастающих дозах: 100, 200 и 300 г Se/га. Повторность в опытах четырехкратная.

В период 2008-2010 гг. в опыте было проведено 5 укосов трав.

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

Изменение кислотности рыхлосупесчаной почвы с pH 5,3 до pH 6,3 в большей степени сказалось на изменении урожайности тимофеевки луговой, чем ежи сборной. Снижение урожайности в разной степени отмечалось на протяжении всех лет пользования тимофеевки (табл. 1). В первый год пользования урожайность трав по сумме укосов находилась на уровне 90,0-99,9 ц/га. На фоне кислотности почвы pH 6,3, по сравнению с фоном pH 5,3, существенное снижение урожайности сена тимофеевки (на 5,1 и 4,4 ц/га) установлено при дозах 100 и 300 г Se/га. Снижение урожайности ежи сборной 2,8-4,3 ц/га отмечено на контрольном варианте (на 4,3 ц/га) и при дозах 100 и 200 г Se/га (на 2,8-3,3 ц/га).

Во второй год пользования продуктивность трав по сумме укосов была более высокой – в пределах 102,9-110,8 ц/га. Установлена тенденция к снижению урожайности сена тимофеевки при снижении кислотности почвы с pH 5,3 до pH 6,3.

В третий год пользования трав был проведен 1 укос. При изменении кислотности почвы с pH 5,3 до pH 6,3 урожайность тимофеевки на контрольном варианте снизилась на 6,3 ц/га (11,9%), снижения урожайности ежи не отмечено.

Общая продуктивность за 3 года пользования трав (по сумме 5 укосов) при pH 6,3 у тимофеевки луговой была в среднем на 9,8 ц/га ниже, чем при pH 5,3, у ежи сборной продуктивность по сумме укосов была практически одинаковой на обоих фонах кислотности.

В первый год пользования трав на обоих фонах кислотности почвы установлено существенное повышение урожайности тимофеевки при последействии селена в дозах 200 (на 4,5 и 5,0 ц/га) и 300 г/га (на 5,2-7,6 ц/га). Прибавка урожайности сена ежи 4,6 ц/га получена только при последействии селена в дозе 300 г/га на фоне кислотности почвы с pH 6,3.

Во второй год пользования трав отмечена тенденция к повышению урожайности сена тимофеевки луговой от последействия селена в дозе 100 г/га на обоих фонах кислотности почвы, от дозы 200 г/га – на фоне с pH 6,3.

На обоих фонах кислотности суммарная прибавка урожайности тимофеевки луговой (за 3 года пользования) от действия и последействия селенового удобрения в дозе 100 г Se/га составила в среднем 9,1 ц/га, в дозе 200 г Se/га – 8,5, в дозе 300 г Se/га – 7,9 ц/га. Суммарная прибавка урожайности ежи повысилась только при последействии селена в дозе 100 г/га на фоне pH 5,3.

Таким образом, в исследованиях установлено, что известкование дерново-подзолистой супесчаной почвы с изменением кислотности почвы с pH 5,3 до pH 6,3 приводило к существенному снижению урожайности тимофеевки. Очевидно,

Таблица 1

Урожайность сена многолетних злаковых трав при разных дозах селена и уровнях кислотности дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почвы

Вариант	2008 г. (1-й год пользования)			2009 г. (2-й год пользования)			2010 г. (3-й год пользования)			Продуктивность, 2008-2010 гг.		
	сумма укосов, ц/га	Прибавка, ц/га		сумма укосов, ц/га	Прибавка, ц/га		1-й укос, ц/га	Прибавка, ц/га		сумма укосов, ц/га	Прибавка, ц/га	
		от pH	от Se		от pH	от Se		от pH	от Se		от pH	от Se
Ежа сборная												
pH 5, – фон 1												
$N_{90}P_{60}K_{100}$ – контроль	94,8			107,0			64,8			266,6		
+ $Se_{100\ (г/га)}$	96,1		1,3	110,8		3,8	65,8		1,0	272,7		6,1
+ Se_{200}	96,0		1,2	107,8		0,8	66,7		1,9	270,5		3,9
+ Se_{300}	95,9		1,1	100,6		-6,4	65,7		0,9	262,2		-4,4
pH 6,3 – фон 2												
$N_{90}P_{60}K_{100}$ – контроль	90,5	- 4,3		110,1	3,1		69,4	4,6		270,0	3,4	
+ $Se_{100\ (г/га)}$	93,3	-2,8	2,8	108,5	-2,3	-1,6	68,5	2,7	-0,9	270,3	-2,4	0,3
+ Se_{200}	92,7	-3,3	2,2	108,3	0,5	-1,8	67,5	0,8	-1,9	268,5	-2,0	-1,5
+ Se_{300}	95,1	-0,8	4,6	106,4	5,8	-3,7	67,9	2,2	-1,5	269,4	7,2	-0,6
$НСР_{05}$ pH		2,4			4,9			7,0				
$НСР_{05}$ Se			3,3			6,9			9,8			

Окончание табл. 1

Вариант	2008 г. (1-й год пользования)			2009 г. (2-й год пользования)			2010 г. (3-й год пользования)			Продуктивность, 2008-2010 гг.		
	сумма укосов, ц/га	Прибавка, ц/га		сумма укосов, ц/га	Прибавка, ц/га		1-й укос, ц/га	Прибавка, ц/га		сумма укосов, ц/га	Прибавка, ц/га	
		от pH	от Se		от pH	от Se		от pH	от Se		от pH	от Se
Тимофеевка луговая												
pH 5,3 – фон 1												
$N_{90}P_{60}K_{100}$ – контроль	92,0			106,0			53,1			251,1		
+ $Se_{100\ (г/га)}$	95,3		3,3	108,6		2,6	56,5		3,4	260,4		9,3
+ Se_{200}	96,5		4,5	104,8		-1,2	54,7		1,6	256,0		4,9
+ Se_{300}	99,6		7,6	106,9		0,9	52,7		-0,4	259,2		8,1
pH 6,3 – фон 2												
$N_{90}P_{60}K_{100}$ – контроль	90,0	-2,0		102,9	-3,1		46,8	-6,3		239,7	-11,4	
+ $Se_{100\ (г/га)}$	90,2	-5,1	0,2	106,3	-2,3	3,4	52,1	-4,4	5,3	248,6	-11,8	8,9
+ Se_{200}	95,0	-1,5	5,0	106,5	1,7	3,6	50,3	-4,4	3,5	251,8	-4,2	12,1
+ Se_{300}	95,2	-4,4	5,2	103,5	-3,4	0,6	48,7	-4,0	1,9	247,4	-11,8	7,7
$НСР_{05}$ pH		3,2			4,6			5,3				
$НСР_{05}$ Se			4,5			6,5			7,5			

для возделывания тимофеевки луговой на супесчаной почве более оптимальной является кислотность pH 5,3, чем pH 6,3.

Последействие селенового удобрения повышало урожайность трав в первый год их пользования. Повышение урожайности тимофеевки установлено на обоих фонах кислотности при дозах 200 и 300 г Se/га, повышение урожайности ежи сборной – при дозе 300 г/га на фоне pH 6,3.

Таблица 2

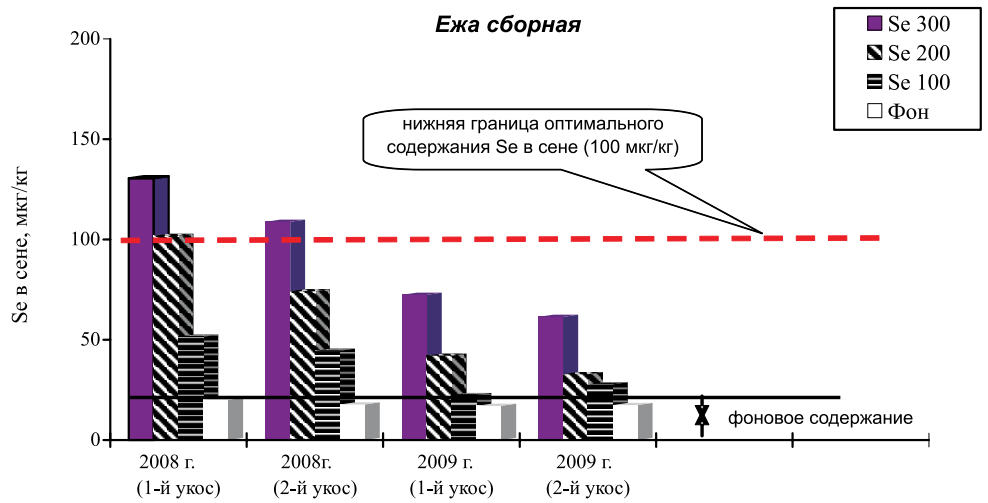
Содержание селена в сене многолетних злаковых трав при разных дозах селенита натрия на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве

Вариант	2008 г. (1-й год пользования)				2009 г. (2-й год пользования)			
	1-й укос		2-й укос		1-й укос		2-й укос	
	Se, мкг/кг	$К_н$*	Se, мкг/кг	$К_н$	Se, мкг/кг	$К_н$	Se, мкг/кг	$К_н$
Ежа сборная								
pH 5,3 – фон 1								
$N_{90}P_{60}K_{100}$ – контроль	20,1		17,7		17,1		17,5	
+ $Se_{100\ (г/га)}$	58,3	2,9	44,5	2,5	32,4	1,3	27,8	1,6
+ Se_{200}	101,8	5,1	74,2	4,2	42,0	2,5	32,8	1,9
+ Se_{300}	130,5	6,5	108,8	6,1	72,4	4,2	61,4	3,5
pH 6,3 – фон 2								
$N_{90}P_{60}K_{100}$ – контроль	25,5		18,1		18,8		18,3	
+ $Se_{100\ (г/га)}$	70,9	2,8	46,2	2,6	33,8	1,3	27,2	1,5
+ Se_{200}	110,5	4,3	90,8	5,0	42,0	2,2	39,6	2,2
+ Se_{300}	167,6	6,6	104,7	5,8	72,4	3,9	59,8	3,3
$НСР_{05}$(pH)	16,0		9,8		2,7		5,2	
$НСР_{05}$(Se)	22,6		13,9		3,8		7,3	
Тимофеевка луговая								
pH 5,3 – фон								
$N_{90}P_{60}K_{100}$ – контроль	23,2		19,8		20,0		21,8	
+ $Se_{100\ (г/га)}$	57,8	2,5	38,5	1,9	35,2	1,5	35,3	1,6
+ Se_{200}	111,3	4,8	64,8	3,3	42,0	2,1	43,0	2,0
+ Se_{300}	120,7	5,2	73,4	3,7	63,1	3,2	62,1	2,8
pH 6,3 – фон 2								
$N_{90}P_{60}K_{100}$ – контроль	25,6		20,3		18,3		22,3	
+ $Se_{100\ (г/га)}$	54,9	2,1	37,3	1,8	40,4	2,2	33,4	1,5
+ Se_{200}	110,7	4,3	66,0	3,3	44,8	2,4	41,1	1,8
+ Se_{300}	134,4	5,3	80,8	4,0	75,7	4,1	63,9	2,9
$НСР_{05}$(pH)	10,7		4,3		1,0		4,7	
$НСР_{05}$(Se)	15,2		6,1		1,5		6,6	

$К_н$* – коэффициент накопления селена в сене по сравнению с фоновым содержанием

Ежа сборная и тимофеевка луговая, возделываемые на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, характеризовались низким содержанием селена. Содержание селена в сене ежи находилось на уровне 17,1-25,5 мкг/кг, в сене тимофеевки – на уровне 18,3-25,6 мкг/кг.

В исследованиях установлено, что внесение селенита натрия в почву перед посевом трав является эффективным приемом обогащения сена многолетних злаковых трав селеном (табл. 2).



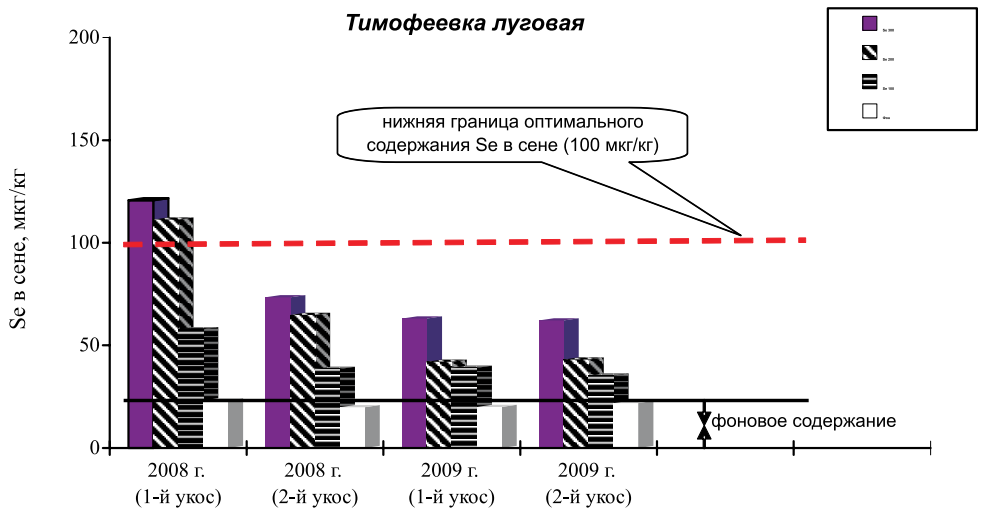


Рис. 1. Накопление селена в сене ежи сборной и тимофеевки луговой при внесении в почву разных доз селенита натрия (pH 5,3)

В первый год пользования трав последействие селена существенно повысило содержание элемента в сене первого укоса. По сравнению с фоновым содержание селена в сене ежи сборной увеличилось в среднем в 2,8; 4,7 и 6,6 раза, в сене тимофеевки луговой – в 2,3; 4,6; 5,3 раза при дозах 100; 200 и 300 г Se/га, соответственно. Содержание Se в сене ежи на уровне 101,8-167,6 мкг/кг, в сене тимофеевки на уровне 110,7-134,4 мкг/кг было достигнуто при последействии селена в дозах 200 и 300 г/га на обоих фонах кислотности почвы. Во втором укосе трав содержание селена (104,7-108,8 мкг/кг) на уровне нижней границы оптимального содержания (100 мкг/кг) обеспечивалось дозой только в сене ежи сборной. В сене тимофеевки луговой на фоне дозы 300 г Se/га содержание селена в сене не достигло оптимального уровня, но было в 3,7-4,0 раза выше фонового, что очень значимо для селенодефицитной зоны (рис.1).

Во второй год пользования трав на фоне последействия селена в дозе 300 г/га содержание микроэлемента в сене первого укоса ежи и тимофеевки находилось в пределах 63,1-75,7 мкг/кг, что в 3-3,5 раза выше фонового содержания.

В третий год пользования трав содержание селена в сене ежи и тимофеевки на фоне селенового удобрения в дозе 300 г/га превышало фоновое содержание, в среднем в 3 раза.

Таким образом, в наших исследованиях, как и в исследованиях других авторов [10, 11], установлено, что селенит натрия в большей степени оказал влияние на накопление селена в травах, чем на повышение их урожайности.

Содержание селена в сене ежи сборной на уровне оптимального достигалось в первый год пользования трав при дозах селена 200 и 300 г/га, в сене тимофеевки луговой – только в первом укосе при дозе 300 г Se/га. Во второй год пользования при дозах селена 100-300 г/га содержание его в сене трав было выше фонового в среднем в 1,6-3,5 раза, что очень значимо для селенодефицитной зоны.

ВЫВОДЫ

1. Установлена разная отзывчивость ежи сборной и тимофеевки луговой на изменение кислотности дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почвы. Общая урожайность сена тимофеевки за 3 года пользования трав при кислотности почвы pH 6,3 была в среднем на 9,8 ц/га ниже, чем при pH 5,3. Для возделывания тимофеевки луговой более предпочтительно является кислотность почвы pH 5,3, чем pH 6,3. У ежи сборной снижение урожайности отмечено только в первый год пользования, общая продуктивность по сумме укосов при обоих фонах кислотности существенно не изменилась.

2. Внесение селенита натрия в почву повышало урожайность трав только в первый год их пользования. Повышение урожайности тимофеевки на 4,5-5,0 и 5,2-7,6 ц/га установлено на обоих фонах кислотности при дозах 200 и 300 г Se/га, повышение урожайности ежи сборной на 4,6 ц/га отмечено при дозе 300 г Se/га на фоне кислотности с pH 6,3.

3. Применение селенсодержащего удобрения на супесчаной почве с низким содержанием селена является эффективным способом обогащения продукции

многолетних злаковых трав селеном. На обоих фонах кислотности почвы содержание селена на оптимальном уровне в сене ежи сборной (101,8-167,6 мкг/кг) и тимофеевки луговой (110,7-134,4 мкг/кг) достигалось в первом укосе в первого года пользования при дозах 200 и 300 г Se/га, во втором укосе – только в сене ежи сборной при дозе 300 г Se/га. Во второй год пользования трав при дозах 100-300 г Se/га содержание селена в сене трав не достигало оптимального уровня, но было выше фонового в среднем в 1,6-3,5 раза, что очень значимо для селенодефицитной зоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев, В.Н. Содержание селена в почвах БССР: автореф. дис … канд.с.-х. наук: 06.01.03 / В.Н Лебедев; Бел НИИЗ. – Жодино, 1973. – 20 с.

2. Головатый, С.Е. Содержание селена в почвах и растениях Беларуси / С.Е. Головатый [и др.]. // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – №1(34). – С. 89-93.

3. 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. – 1994. – №25. – С. 59-63.

4. Кучинский, М.П. Распространение селена во внешней среде, его роль в организме животных, последствия дефицита и избытка [В условиях Белоруссии] / М.П. Кучинский // Ветеринарная наука – производству / Ин-т эксперим. Ветеринарии НАН Беларуси. – Минск, 2007. – Вып. 39. – С. 169-188.

5. Зайцев, В.А. Содержание селена в основных пищевых продуктах, потребляемых населением Беларуси / В.А. Зайцев, Н.Д. Коломиец, В.И. Мурох // Питание и обмен веществ / Институт биохимии.– Гродно, 2002. – С. 34-45.

6. Головатый, С.Е. Влияние селеновых удобрений и уровней кислотности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы на урожайность многолетних злаковых трав и накопление в них селена / С.Е. Головатый [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – №2(43). – С.227-240.

7. Venalainen, E.R. The Effect of addition of selenium on selenium satisfies in a muscle and a liver of the Finnish pigs and horned livestock / E.R. Venalainen, T. Hirvi, J. Hirn // Jagric food chem. – 1997. – Vol. 45(3). – P. 810-813.

8. Archer, F.C. The uptake of applied selenium by grassland Herbage / F.C. Archer // J. Scei Food Agric. – 1983. – Vol. 34, №1. – P. 49-60.

9. Katalogas Kemira UAB Kemira AGRO VILNIUS, 98 – Pavasaris, 99. – 113 c.

10. 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.

11. Рак, М.В. Эффективность применения селенсодержащих азотных удобрений при возделывании многолетних злаковых трав на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / М.В. Рак [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – №1(40). – С. 168-175.

INFLUENCE OF SELENIUM ON PRODUCTIVITY AND SELENIUM ACCUMULATION IN HAY OF THE LONG-TERM CEREAL GRASSES CULTIVATED ON LUVISOL LOAMY SAND SOIL WITH DIFFERENT LEVELS OF ACIDITY

S.E. Golovatyi, Z.S. Kovalevitch, N.K. Lukashenko, I.A. Efimova, N.V.Sidoreiko

Summary

Application of sodium selenit in dernovo-podsolic soil with the low maintenance of selenium (30-40 mkg/kg of soil) before crops of cereal grasses is effective way of selenium. The selenium content at optimum level for forages in hay hedgehogs of a national team (101,8-167,6 mkg/kg) and hay timothy grass (110,7-134,4 mkg/kg) was reached in the first hay crop in the first year of using at doses 200 and 300 g Se/he, in the second hay crop – only in hay hedgehogs of a national team at a dose 300 g Se/he. In the second year of using of grasses at doses 100-300 g Se/he the selenium maintenance in hay of grasses did not reach an optimum level, but was above background on the average in 1,6-3,5 times that is very significant for selenodeficiency zones.

Поступила 9 февраля 2011 г.

УДК 631.81.095.337:633.15

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ В ХЕЛАТНОЙ ФОРМЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ

О.И. Мишура

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Кукуруза в Республике Беларусь является важной кормовой культурой. В 2006-2009 гг. она возделывалась на площади 663 тыс. га [1].

В настоящее время проблема оптимизации питания растений микроэлементами особенно актуальна. Ее значимость определяется дефицитом белка и микроэлементов в урожае. В связи с этим большое значение имеет оценка микроэлементного состава растениеводческой продукции, установление оптимальных доз и способов внесения микроэлементов, обеспечивающих повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур [2, 3, 4, 5].

В последнее время наряду с простыми солями стали широко применяться органно-минеральные и хелатные соединения микроэлементов. Комплексанаты металлов поступают в растения из почвы и через листья без изменений, и только в растении происходит их разрушение и переход микроэлементов в метаболиты растительных тканей. Внесение микроудобрений в виде комплексанатов, как показали исследования, повышает урожайность зерновых культур на 10-23% по сравнению с простыми солями [6]. Выпускаются также комплексные препараты,