

**ВЛИЯНИЕ СРОКОВ И ДОЗ ВНЕСЕНИЯ СЕЛЕНА В НЕКОРНЕВУЮ
ПОДКОРМКУ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО НА УРОЖАЙНОСТЬ И
СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТА В РАСТЕНИЯХ**

М.В. Рак, Г.М. Сафроновская, Е.Н. Барашкова
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени установлен весомый вклад селена в профилактику онкологических заболеваний, увеличение продолжительности жизни, поэтому столь значительно внимание к оптимизации его содержания в пище и кормах. В организме селен стимулирует процессы обмена веществ посредством участия в построении основных антиоксидантных соединений, которые окисляют чужеродные вещества и выводят активные метаболиты. Его отсутствие или дефицит снижает иммунный ответ. У животных, недополучающих селен, развивается «беломышечная болезнь», при которой наблюдаются дистрофия мышц, некроз печени, дефицит белка. Причиной дефицита селена в организме может быть его усиленный расход на нейтрализацию вредных веществ. В повседневной жизни селен поступает в организм с растительными и животными продуктами [1].

В ряде зарубежных стран с низким содержанием селена в окружающей среде проводится обогащение растениеводческой продукции данным элементом агрохимическим способом с помощью внесения селеносодержащих удобрений. В 1992-94 годах в Финляндии мероприятия по селенизации населения способствовали снижению количества больных людей на 47%, онкологических заболеваний в 1,8 раза, сердечно-сосудистых – в 2,5 раза [2].

Мероприятия по обогащению продуктов питания селеном весьма актуальны и для Беларуси, поскольку содержание селена в почвах и растениеводческой продукции весьма низкое. По данным выборочных маршрутных исследований сельскохозяйственных угодий республики (2002-2003 гг.) средневзвешенные значения содержания селена в минеральных почвах ниже кларка (100 мкг/кг) и составляют 30,5-72,0 мкг/кг. Среднее содержание этого элемента в почвах мира – 100-600 мкг/кг. По Виноградову А.П., содержание селена в почвах менее 50 мкг/кг является пороговым. В результате проведенных маршрутных исследований установлено, что содержание элемента в зерне составляет 12,6-24,5 мкг/кг, в сене клевера лугового – 5,1-13,4 мкг/кг, при оптимальном содержании в кормах – 100-500 мкг/кг сухой массы, [3].

По данным Голубкиной Н.А. (1997 г.) содержание селена в пшеничной и ржаной муке, используемой в Беларуси, низкое и составляет 94 ± 27 мкг/кг, что в 2-3 раза ниже, чем в странах Балтии. Среднее потребление селена человеком с основными продуктами питания в республике составляет 10-14 мкг/сутки, что в 4-5 раз ниже минимального суточного потребления селена, рекомендованного ВОЗ – 50 мкг/сутки [1, 4].

Главным источником питания растений и животных селеном является почва. Основными факторами, влияющими на доступность селена из почвы растениям, являются pH среды, содержание железа и гуминовых веществ. Сельскохозяйственным культурам для стимулирования поступления селена в биомассу в оптимальных концентрациях нужны малые дозы селеновых удобрений, которые в большей мере влияют на рост содержания его в растениях, чем на величину урожая [5, 6].

Решение проблемы селенодефицита для республики представляет научную, практическую и социальную значимость. Почвенно-климатические и промышленно-экономические условия нашего региона имеют свои особенности, поэтому изучение поведения селена в системе почва-удобрение-растения в конкретных условиях позволит разработать соответствующие технологии применения селенового удобрения. В связи с высокой токсичностью селена при избыточных концентрациях, технология применения селенового удобрения в республике должна быть хорошо отработанной и регламентированной в соответствии с агрохимическими свойствами почв и биологическими особенностями растений.

Целью наших исследований являлось установление оптимальных сроков и доз применения селенового удобрения в некорневую подкормку клевера лугового для повышения содержания селена в сухой массе до оптимального уровня.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В полевом опыте, заложенном в СПК «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области в 2004-2005 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 0,8 м моренным суглинком, сменяемым с 1,6 м песком проведены исследования с клевером луговым Цудойны. Изучали различные дозы селена в некорневую подкормку посевов в фазы начала стеблевания и бутонизации под каждый укос.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: pH в KCl – 5,8-6,0, содержание гумуса – 2,6%, P_{2O_5} и K_2O в 0,2 н HCl – 215-220 и 220-235 мг/кг почвы. Валовое содержание селена в пахотном слое почвы низкое – 20,6 мкг/кг.

Исследования с селеном проведены на фоне минеральных удобрений в основное внесение $N_{20}P_{75}K_{150}$ кг/га. Калий хлористый внесен дробно из расчета 80 и 60 кг/га калия под каждый укос, аммонизированный суперфосфат – ранней весной. Селеновое удобрение в некорневую подкормку вносили в виде раствора селенита натрия безводного (Na_2SeO_3), содержащего 45,7% селена. Уровни доз селенита натрия в некорневую подкормку клевера составляли 20, 40, 60 и 80 г/га Na_2SeO_3 . Площадь делянок опыта 40 м², четырехкратная повторность.

Расход рабочего раствора – 200 л/га. Учет урожая зеленой массы клевера проведен в период цветения в первом и втором укосах поделаночно. Определение селена проводили на атомно-абсорбционном спектрометре Perkin Elmer Analyst 100 с приставкой холодного пара Perkin Elmer HGA-800 и дейтериевым корректором неселективного поглощения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В полевом опыте с клевером луговым установлено, что селеновое удобрение в некорневую подкормку в дозах селенита натрия (Na_2SeO_3) 20-80 г/га положительно влияет на урожайность культуры в сумме за два укоса (табл. 1). Исследования показывают, что за счет первого укоса

клевера формируется около 70% урожайности сухой массы, которая в первом укосе по вариантам опыта составляла 55,01-66,2 ц/га, во втором укосе – 19,0-21,3 ц/га.

Таблица 1

Урожайность сухой массы клевера лугового в зависимости от сроков и доз селенита натрия в некорневую подкормку, ц/га

Вариант	некорневая подкормка в начале стеблевания				некорневая подкормка в фазу бутонизации			
	I укос	II укос	Сумма	Прибавка	I укос	II укос	Сумма	Прибавка
1. $N_{20}P_{75}K_{150}$ - фон	55,1	19,0	74,1	-	55,1	19,0	74,1	-
2. Фон + Na_2SeO_3 20	57,8	20,8	78,6	4,5	55,8	20,8	76,6	2,5
3. Фон + Na_2SeO_3 40	57,7	21,3	79,0	4,9	60,0	21,3	81,3	7,2
4. Фон + Na_2SeO_3 60	59,0	19,7	78,7	4,6	63,7	19,6	83,3	9,2
5. Фон + Na_2SeO_3 80	66,2	19,6	85,8	11,7	54,1	20,3	74,4	0,3
НСР ₀₅	7,2	2,5	4,5		7,2	2,5	4,5	

Отдельно по укосам отмечалась в основном тенденция роста урожайности сухой массы культуры от микроудобрения, а в сумме за 2 укоса эффективность селена возрастает. В сумме за 2 укоса прибавки сухой массы клевера от некорневой подкормки микроудобрением в начале стеблевания составляли 4,5-11,7 ц/га. Некорневая подкормка селенитом натрия в бутонизацию в дозах 40 и 60 г/га обеспечила прибавки сухой массы 7,2 и 9,2 ц/га соответственно.

Показатели качества клевера важны при его использовании на кормовые цели. Уровень обеспеченности растениеводческой продукции селеном во многом определяет ее пищевую ценность для сельскохозяйственных животных и человека. Результаты исследований показывают, что уровень содержания селена в сухой массе клевера определяется сроками и дозами проведения некорневой подкормки селеновым удобрением. Кроме этого, его содержание в сухой массе в 1 и 2 укосах различно, что обусловлено различием укосов по урожайности (табл.2).

Таблица 2

Содержание селена в сухой массе клевера лугового в зависимости от сроков и доз селенита натрия в некорневую подкормку, мкг/кг сухой массы

Вариант	некорневая подкормка в начале стеблевания		некорневая подкормка в фазу бутонизации	
	I укос	II укос	I укос	II укос
1. $N_{20}P_{75}K_{150}$ - фон	7,0	33,0	7,0	33,0
2. Фон + Na_2SeO_3 20	116	168	304	358
3. Фон + Na_2SeO_3 40	447	470	567	5645
4. Фон + Na_2SeO_3 60	512	772	946	7517
5. Фон + Na_2SeO_3 80	675	1865	991	11710
Оптимум	100-500 мкг/кг сухой массы			

При большей урожайности в 1 укосе различия в накоплении селена по вариантам менее значительны, чем во втором укосе. Содержание селена в сухой массе клевера на фоновых вариантах в 1 и 2 укосах низкое – 7,0 и 33,0 мкг/кг соответственно.

Таким образом, при возделывании клевера лугового на дерново-подзолистой супесчаной почве низко обеспеченной общим селеном, на фоне минеральных удобрений $n_{20}p_{75}k_{150}$ с планируемой урожайности сухой массы в сумме двух укосов более 75 ц/га, для повышения содержания селена в сухой массе клевера до нижних (116-168 мкг/кг) и средних (304-358 мкг/кг) границ оптимальных значений, рекомендуются следующие дозы селенита натрия (na_2seo_3) в растворе в некорневую подкормку растений в один из сроков внесения: в начале стеблевания – 0,01-0,0125% (20-25 г/га); в бутонизацию – не более 0,01% (не более 20 г/га).

Таблица 3

Биомасса клевера лугового в фазу бутонизации и содержание в ней селена при некорневой подкормке селенитом натрия в начале стеблевания, 1 укос

Вариант	Сухая биомасса клевера лугового в бутонизацию, ц/га	Содержание селена в сухой массе растений в бутонизацию клевера лугового, мкг/кг
1. $N_{20}P_{75}K_{150}$ - фон	38,4	32
2. Фон + Na_2SeO_3 20	39,3	333

3. Фон + Na ₂ SeO ₃ 40	42,5	1383
4. Фон + Na ₂ SeO ₃ 60	43,1	2062
5. Фон + Na ₂ SeO ₃ 80	42,2	4332

Сравнение сухой биомассы клевера лугового в фазу бутонизации с урожайностью сухой массы во время уборки в 1 укосе показывает, что она по вариантам опыта от бутонизации к уборке культуры увеличилась более чем на 30%. При этом, содержание в сухой массе селена от фазы бутонизации к уборке снизилось в 2,9-6,4 раза (табл. 2, 3, рис.1). Снижение концентрации селена в растениях по мере нарастания биомассы обусловлено эффектом «разбавления».

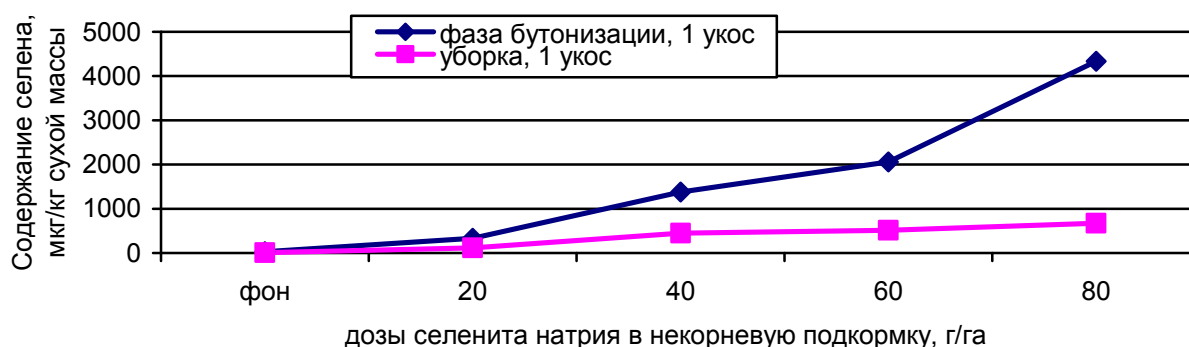


Рис. 1. Снижение содержания селена в сухой массе клевера лугового от фазы бутонизации к уборке при некорневой подкормке селенитом натрия (Na₂SeO₃) в начале стеблевания

Оценка экономической эффективности некорневой подкормки клевера лугового селеновым удобрением с учетом затрат на применение, закупочных цен на растениеводческую продукцию, затрат на уборку показывает, что применение селенита натрия в некорневую подкормку клевера лугового в начале стеблевания рентабельно (табл. 4).

Таблица 4

Экономическая эффективность некорневой подкормки клевера лугового селеновым удобрением в стеблевании (в расчете на 1 гектар)

Показатели	Дозы селенита натрия (Na ₂ SeO ₃)	
	20 г/га	40 г/га
Прибавка урожайности, ц к. ед.	2,3	2,5
Стоимость 1 ц к. ед., тыс. руб.	21,4	
Стоимость прибавки урожая, тыс. руб.	49,2	53,5
Всего затрат, тыс. руб.*	35,8	44,2
Чистый доход, тыс. руб.	13,4	9,3
Чистый доход на 1 руб. затрат	0,37	0,21

В расчетах экономической эффективности использованы достоверные прибавки урожайности сухой массы клевера в кормовых единицах от доз селенита натрия 20 и 40 г/га, обеспечивающих повышение содержания элемента до оптимальных значений (116-470 мг/кг). Как следует из представленных расчетов, некорневая подкормка клевера лугового в фазу начала стеблевания селенитом натрия в дозах 20 и 40 г/га в 1 и 2 укосах способствуют получению прибыли с рентабельностью соответственно 37% и 21%.

Кроме агрономической эффективности применения селенового удобрения на кормовых травах, не менее важно учитывать последующую зоотехническую ценность обогащенного селеном корма, который в свою очередь будет способствовать снижению затрат на закупку селеносодержащих пищевых добавок и лечение сельскохозяйственных животных, росту продуктивности животноводства.

ВЫВОДЫ

1. Некорневая подкормка клевера лугового в начале стеблевания раствором селенита натрия (Na₂SeO₃) в дозе 20 г/га повышает урожайность сухой массы в сумме 2-х укосов на 4,5 ц/га, а содержание в ней селена до нижних границ оптимальных значений – 116-168 мг/кг.

2. При некорневой подкормке клевера лугового раствором селенитом натрия в бутонизацию в дозе 20 г/га отмечается лишь тенденция роста урожайности клевера, при этом содержание селена в сухой массе увеличивается до уровня средних границ оптимальных значений – до 304-358 мг/кг.

3. При возделывании клевера лугового на дерново-подзолистой супесчаной почве низко обеспеченной общим селеном, на фоне минеральных удобрений $p_{20}p_{75}k_{150}$ с планируемой урожайности сухой массы в сумме двух укосов более 75 ц/га, для повышения содержания селена в сухой массе клевера до оптимальных значений рекомендуются следующие дозы селенита натрия в растворе в некорневую подкормку растений в один из сроков внесения: в начале стеблевания – 0,01-0,0125% (20-25 г/га); в бутонизацию – не более 0,01% (не более 20 г/га).

4. Применение селенита натрия в некорневую подкормку клевера лугового в начале стеблевания в дозе 20 г/га под укос обеспечивает получение чистого дохода на 1 руб. затрат 0,37 руб. без учета зоотехнической ценности обогащенного селеном корма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скальный, А.В., Биоэлементы в медицине./ А.В. Скальный, И.А. Рудаков.– М.: Изд. дом «Оникс 21 век», 2004. – С. 110-113.
2. Koivistonnen, J. K. Selenium in food and nutrition in Finland. An overview on research and action / J. K. Koivistonnen, J.K. Huttenen // Ann. Clin. Res. 1986. – V. 18. – № 1. – P. 296-298.
3. Головатый, С. Е. Содержание селена в почвах и растениях Беларуси / С.Е. Головатый [и др.] // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. тр. / Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 34 – С. 89-93.
4. Голубкина, Н.А. Содержание селена в пшеничной и ржаной муке России, стран СНГ и Балтии / Н.А. Голубкина // Вопросы питания. – 1997. – №3. – С. 16-19.
5. Постников, А.В. Новое в использовании селена в земледелии / А.В. Постников, Э.С. Илларионова. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1991. – 37 с.
6. Машкова, Т.Е. Селен в растениях Нечерноземной зоны РФ и возможности регулирования его содержания в сельскохозяйственной продукции: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04./ Т.Е. Машкова; ТСХА. – М., 1998. – 16 с.

INFLUENCE OF TERMS AND DOZES OF SELENIUM OUTSIDE ROOT TOP-DRESSING CLOVER MEADOW ON PRODUCTIVITY AND CONTENTS OF THIS ELEMENT IN PLANTS

M.V. Rak, G.M. Safronovskaya, E.N. Barashkova

Summary

In field experience with clover meadow cultivated on podzoluvisol loamy sand soil with low selenium supplying terms and dozes outside root top-dressing of crops by sodium selenite are studied. It is established that at clover meadow cultivation on podzoluvisol loamy sand soil with low supplying of general selenium, with planned productivity of dry weight in the sum of two hay harvest more than 75 c/ha, root top-dressing by sodium selenite in the beginning of stem formation in a doze 20-25 g/ha, or in bud-formation in a doze no more than 20 g/ha under hay harvest are provided the increasing of the selenium contents in dry weight up to optimum meanings. This technique contributes to net income obtaining on 1 rubles expenses 0,37 rubles without the account of zootechnical value of enriched by selenium forage.

Поступила 20 марта 2009 г.