

РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СНИЖЕНИИ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ТРАВЯНЫХ КОРМАХ

М.В. Рак,
З.С. Ковалевич

Беларусь, Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск

Приведены результаты многолетних исследований, которые свидетельствуют о том, что применение микроудобрений при возделывании многолетних трав в условиях радиоактивного загрязнения почв цезием-137 и стронцием-90 является обязательным приемом, обеспечивающим повышение урожайности, снижение накопления радионуклидов в получаемой продукции и обогащение ее микроэлементами.

В условиях радиоактивного загрязнения почв решение актуальной задачи растениеводства – получение растительных кормов, отвечающих РДУ-99 по содержанию в них радионуклидов цезия-137 и стронция-90 и оптимальным концентрациям содержания химических элементов, требует разработки комплекса дополнительных организационных, агротехнических и агрохимических мероприятий.

Возделывание многих сельскохозяйственных культур на почвах с уровнем загрязнения более 37 кБк/м^2 по цезию-137 и $12,2 \text{ кБк/м}^2$ по стронцию-90 не позволяет получать продукцию, отвечающую РДУ-99 по содержанию этих радионуклидов. Особенно это касается травяных кормов, которые накапливают стронция-90 в 6-14 раз больше, чем зерновые культуры.

Результаты радиометрических анализов травяных кормов по содержанию в них цезия-137 и стронция-90, а также прогнозы по накоплению радионуклидов в растениеводческой продукции показывают, что клевер накапливает радиоцезий в среднем на 30% меньше, а радиостронций – в 2,5 раза больше, чем злаковые травы. В связи с сокращением посевных площадей бобовых культур усугубляется и проблема дефицита растительного белка. Пополнить поступление белка в кормовые рационы можно за счет расширения посевов кормовых бобовых культур, в частности, клевера. В науке и практике сельскохозяйственного производства единого мнения по поводу возделывания клеверов в зоне радиоактивного загрязнения не сложилось.

В системе агрохимических приемов по снижению накопления радионуклидов в травяных кормах наиболее существенным является применение удобрений, в том числе микроэлементов. Особую значимость приобретает применение микроудобрений, так как микроэлементы являются регуляторами многих биохимических процессов, а симптомы их недостатка в этой зоне резко усиливаются на фоне снижения иммунитета у растений и животных.

Цель исследований заключалась в разработке приемов рационального использования микроэлементов (Cu, Zn, Mn, Co, I, Mo) в условиях радиоактивного загрязнения почв, обеспечивающих повышение урожайности кормовых трав и получение качественной растениеводческой продукции, отвечающей РДУ-99 по содержанию цезия-137 и стронция-90.

Исследования проводились в 1995-1999 гг. в экспериментальной базе "Стреличево" Хойникского района Гомельской области на дерново-палево-подзолистой почве, развивающейся на рыхлых лессовидных супесях с горизонтом легкого суглинки на глубине 0,4-0,8 м. Плотность загрязнения почвы цезием-137 составляла 352-409 кБк/м², стронцием-90 – 42-59 кБк/м².

Агрохимические показатели пахотного слоя почвы следующие: pH 5,8-6,0, P₂O₅ – 270-300, K₂O – 255-300, Cu-1,8-2,1, Zn 2,0-2,5, Mn-60-70, Mo – 0,05-0,06; Co – 0,3-0,5; I – 0,6-0,7 мг/кг почвы. Площадь делянки 18 м², повторность четырехкратная.

Схемой опыта было предусмотрено внесение микроэлементов в почву под тимофеевку луговую в дозах: Cu – 4,5; Zn – 4,5; Mn – 6,0; Co – 0,9 кг/га и некорневые подкормки растений микроэлементами в каждом укосе в фазе трубкования в дозах: Cu – 50; Mn – 50; Co – 50; I – 30 г/га. Исследования с тимофеевкой проводили на фоне N₉₀P₇₀K₁₄₀. Полная доза фосфора и по 1/2 дозы азота и калия внесены под первый укос трав, по 1/2 дозы азота и калия – под второй укос. Для клевера фон в опыте составил P₇₀ K₉₀. При возделывании клевера некорневые подкормки микроэлементами проводились в фазе стеблевания в дозах: Mo – 15; 30; 45; Co – 25; 50; 75; I – 75; 100; 125 г/га.

В опыте были использованы следующие удобрения: аммиачная селитра, аммофос, хлористый калий, сернокислые соли меди, марганца, цинка, кобальта, молибденовокислый аммоний, йодистый калий. Укосы трав проведены в начале фазы колошения тимофеевки и начале фазы цветения клевера.

Действие микроудобрений на урожай тимофеевки луговой было неравнозначным по видам микроудобрений и способам их внесения. При внесении в почву достоверные прибавки урожая получены от медных (16,0 ц/га) и кобальтовых удобрений (15,1 ц/га), сочетания медных с марганцевыми (14,3 ц/га сухой массы).

Некорневые подкормки растений медью обеспечили повышение урожайности сухой массы тимофеевки на 18,6 ц/га, что несколько выше, чем при почвенном внесении микроэлемента. Достоверное повышение урожайности (на 10,2 ц/га) отмечено в результате совместного применения меди с марганцем. Наибольший эффект получен при сочетании меди с йодом.

Эффективным во все годы исследований оказалось проведение некорневой подкормки растений марганцем, прибавка урожая составила 17,3 ц/га сухой массы.

Расчеты показали, что применение меди и марганца в виде некорневых подкормок тимофеевки луговой является экономически оправданным способом внесения, обеспечивающим рентабельность на уровне 280 %.

Тимофеевка луговая характеризовалась низким содержанием в сене цезия-137. В среднем за три года исследований фоновое содержание этого радионуклида в сене составило

34 Бк/кг, что в 38 раз меньше допустимого содержания в сене для производства цельного молока (1300 Бк/кг). Коэффициент накопления цезия-137 в растениях на фоновом варианте в годы исследований был одинаковым (0,026). Тенденция к снижению накопления цезия-137 в сене тимopheевки отмечена как при внесении микроудобрений в почву, так и при некорневых подкормках растений. Коэффициент накопления цезия-137 в сене уменьшался при этом до величины 0,020-0,014. Исключением было внесение в почву цинка и цинка с медью.

Стронций-90 в сене тимopheевки луговой накапливался в большей степени, чем цезий-137. Абсолютные значения содержания стронция-90 в сене несколько различались по годам исследований с превышением РДУ-99 в 1996 году на 11,5 % и концентрацией стронция-90 в сене на 18,5% ниже РДУ-99 в 1997 году. В среднем за 3 года исследований фоновое содержание стронция-90 в сене тимopheевки луговой составило 255 Бк/кг с коэффициентом накопления стронция-90 равным 1,77.

Внесение марганца, кобальта, цинка и меди в почву способствовало снижению накопления стронция-90 в сене. Коэффициенты накопления снизились с 1,77 в фоновом варианте до 1,22, 1,16, 1,02 и 0,99 (на 31,1, 34,5, 42,4 и 44,1 %) соответственно. Тройное сочетание микроэлементов (марганец, цинк, медь) в изучаемых дозах снижало коэффициент накопления до 1,14 (на 35,5 %).

Некорневые подкормки тимopheевки луговой микроэлементами также снижали поступление стронция-90 в растения и содержание его в конечной продукции. Подкормки растений в фазе начала трубкования медью и марганцем снижали коэффициент накопления стронция-90 в сене до величин 1,21 и 1,0, т.е. на 31,6 и 43,5 % соответственно. Во все годы исследований самый низкий коэффициент накопления стронция-90 отмечен в опыте при некорневой подкормке растений кобальтом, величина его составила 0,7, а накопление стронция снизилось при этом в 2,3 раза.

Снижение коэффициентов накопления стронция-90 в растениях, вероятно, можно объяснить эффектом «ростового разбавления», так как между накоплением стронция и величиной урожая сена установлена отрицательная корреляционная зависимость ($r = -0,61$).

В растениях тимopheевки луговой отмечено очень низкое фоновое содержание меди - 2,8 мг /кг сухой массы. Внесение сульфата меди в почву и в виде некорневых подкормок растений способствовало повышению содержания меди в сене до 3,7 мг/кг сухой массы (на 32,1 %), что ниже оптимальной концентрации меди (5-12 мг/кг) для травяных кормов.

Увеличение содержания марганца в сене на 34-56 % отмечено при обоих способах внесения марганцевых удобрений. Концентрация этого элемента в сене находилась на уровне оптимальных значений для кормов (20,0 – 60,0 мг/кг сухой массы).

В опыте с клевером луговым установлено невысокое содержание цезия-137 в растениях, которое различалось по годам исследований. Активность клеверного сена в засушливом 1999 году была ниже, чем в 1998 году и составила соответственно 17 и 36 Бк/кг, что меньше величины РДУ-99 в сене для кормления молочного скота. Действие микроэлементов на снижение коэффициентов накопления цезия-137 в растениях клевера также несколько различалось по годам исследований. В 1998 году тенденция к наибольшему снижению радиоцезия отмечена при некорневой подкормке растений клевера кобальтом в дозах 25 и 50 г/га, в 1999 году – молибденом в дозе 15 г/га.

Накопление стронция-90 в сене в сильной степени различалось по годам исследований. Фоновое содержание стронция-90 в 1998 году не превышало величины РДУ-99 и составило 238 Бк/кг, а в 1999 году - 754 Бк/кг, что почти в 3 раза больше РДУ-99 в кормах для производства цельного молока.

В годы исследований выявлена закономерность снижения содержания стронция-90 в сене при внесении микроэлементов. В наибольшей степени снижение отмечено под действием кобальта в дозе 25 г/га и молибдена в дозе 30 г/га. Коэффициент накопления стронция-90 в сене снизился в 1998 году в первом случае до величины 0,96 (на 41,5 %), во втором – до 1,39 (на 15,2 %), в 1999 году – до 1,8 (на 290 %) и до 1,95 (на 180%) при фоновых значениях соответственно 1,64 и 5,2.

Эффективность действия изучаемых микроэлементов на урожай клевера лугового в годы исследований была разной. Большой эффект от некорневых подкормок всеми микроэлементами был получен в засушливом 1999 году.

Сено клевера характеризувалось низким фоновим содержанием в нем кобальта - на уровне нижней пороговой концентрации его в кормах (0,1-0,25 мг/кг сухой массы). При некорневой подкормке кобальтом в дозе 25 г/га отмечалась тенденция к увеличению этого микроэлемента в сене клевера, а дозы 50 и 75 г/га - повышали содержание кобальта до 0,56 и 1,0 мг/кг (в 6,6 и 13,4 раза), что соответствует оптимальной концентрации этого микроэлемента в кормах.

Таким образом, применение микроудобрений при возделывании многолетних трав в условиях радиоактивного загрязнения почв цезием-137 и стронцием-90 является обязательным приемом, обеспечивающим повышение урожайности, снижение накопления радионуклидов в получаемой продукции и обогащение ее микроэлементами.

Экологически и экономически целесообразными приемами при возделывании тимофеевки луговой являются некорневые подкормки медью и марганцем в дозе 50 г/га, обеспечивающие снижение накопления стронция-90 в сене соответственно на 31,6 и 43,5%. Некорневая подкормка марганцем повышала содержание его в продукции на 34%, что соответствует оптимальной концентрации в травяных кормах.

Возделывание клевера лугового на почве с уровнем загрязнения 42-59 кБк/м² по стронцию-90 не обеспечивает получение кормов, отвечающих РДУ-99 для производства цельного молока. Такая продукция пригодна для производства молока-сырья или для начальной стадии откорма животных.

Рациональным приемом в возделывании клевера лугового является некорневая подкормка растений в фазе стеблевания кобальтом в дозе 25 г/га или молибденом - 30 г/га, обеспечивающая существенное снижение накопления стронция-90 в продукции.