

УДК 574:636.085

Перепёлкина Л.И., д.с.-х.н., доцент, ДальГАУ

Ленчевский С.А., аспирант

**РОЛЬ СЕЛЕНА В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ ВЫВЕДЕНИЯ
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ОРГАНИЗМА ЖИВОТНЫХ**

Изучено содержание селена и тяжелых металлов (Hg, Pb, Cd) в кормах Амурской области. Определены причины накопления и пути снижения их в кормовых культурах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РТУТЬ. СВИНЕЦ. КАДМИЙ. ПОЧВА. СЕЛЕН. КОРМА.

Perepyolkina L.I., Doctor of agricultural sciences,

Lenchevsky S.A., post-graduate student, FESAU

**SELENIUM ROLE IN ECOLOGICAL SUBSTANTIATION OF EXCRETION
OF HEAVY METALS FROM ORGANISM OF ANIMALS**

The content of selenium and heavy metals (Hg, Pb, Cd) in forages of the Amur region was studied. It were defined the reasons of accumulation and the way of their decrease in forage crops.

KEYWORDS: MERCURY, LEAD, CADMIUM, SOIL, SELENIUM, FORAGES

Сельскохозяйственное производство во всех странах во многом зависит от биогеохимических и климатических условий. Экологические условия кормопроизводства и агротехника возделывания кормовых культур влияют на урожайность, химический состав и питательность местных кормовых культур. Рациональное ведение животноводства и птицеводства возможно лишь при оптимальном использовании имеющихся местных кормов и правильном балансировании рационов по органическим и минеральным веществам в соответствии с научно обоснованными для местных условий нормами кормления.

Приамурье относится к биогеохимической провинции с недостатком в биосфере нормируемых минеральных веществ и избытком ряда особо токсичных металлов (Cd, Pb, Hg), что отражается, в свою очередь, на содержании этих элементов в кормах сельскохозяйственных животных и продуктах животноводства.

Актуальность экологической проблемы в том, что поступление токсикантов в организм человека происходит чаще всего по сложной системе: почва – растение (корм, рацион) – животное – продукт животноводства – человек.

Цель наших исследований – изучение содержания селена, тяжелых металлов в почве и кормах Приамурья и определение причины их накопления в кормах.

Условия, материалы и методы. Содержание селена, ртути, свинца и кадмия в почве и кормах определяли спектрофотометриче-

ским методом в лаборатории кафедры кормления, разведения и генетики сельскохозяйственных животных ДальГАУ на спектрофотометре СФ-46.

Из-за дисбаланса в биосфере минеральных веществ Амурская область относится к крайне неблагоприятным экологическим зонам. Основные циклы миграции тяжелых металлов в биосфере (водные, атмосферные, биологические) начинаются в почве. Ряд элементов, в том числе ртуть, свинец и кадмий, оказывают токсическое действие на биосферу в целом. Почва служит единственным барьером на пути тяжелых металлов. Их количество постоянно контролируют. Естественным уровнем загрязнения можно считать фоновое содержание тяжелых металлов. Если оно превышено, но не опасно для здоровья животных и человека, почвы считают слабозагрязненными.

Кроме того, Амурская область является селендефицитной биогеохимической провинцией. В связи с этим изучение содержания селена в биосфере даст возможность определить и научно обосновать оптимальные нормы скармливания селена животным в условиях Приамурья.

Основным источником минеральных веществ животных и птицы являются корма. Содержание селена в них в первую очередь зависит от типа почв и природно-климатических условий отдельных регионов.

Основная масса этого элемента в почвах находится в виде элементарного селена, селе-

нидов, селенатов и в составе сложных органических соединений.

Концентрация селена в почвах регионов страны различается в очень широких пределах. Рядом исследователей отмечено наличие селена в почвах Русской равнины ($1 \times 10^{-6}\%$), в осадочных породах некоторых районах Тывы, в почвах Московской области: в песчаных и подзолистых почвах найдено $1,2 \times 10^{-6}\%$ - $32 \times 10^{-6}\%$ селена; черноземы, дерново-подзолистые, серые лесные и торфяные почвы содержат значительно больше этого элемента. [2].

Важную роль играют селениты - основная форма растворимых соединений селена. Их усвоение растениями зависит от ряда факторов: культуры, наличия элемента в почве, формы солей, их растворимости, сезона, количества осадков, времени вегетации.

Кислые и слабокислые почвы, характеризуются небольшим содержанием водорастворимого селена. При pH почвы от 5,3 до 6,5 в белковые фракции растений мигрирует незначительное количество этого элемента.

В почвах с pH от 4 до 5 значительная часть селена находится в виде элементарного селена, а также в виде селенит-иона. Селенит-ион образуется при высокой щелочной среде, в которой он находится в стабильном состоянии, обеспечивающим его усиленную миграцию. Поэтому в растениях, растущих на почвах, содержащих натриевые солончаки, селена содержится намного больше, так как натрий повышает щелочность почв, при которой усиливается миграция селенит-иона в растения. Внесение в кислые почвы извести и органических удобрений создает лучшие условия для миграции селена в растения. [1]

Селениды тяжелых металлов (Cd, Pb, Hg) в природных условиях встречаются в составе многих минералов.

По нашим данным среднее содержание селена в Приамурье по всем группам сельскохозяйственных районов находится в пределах - 0,085 мг/кг, в пахотном слое пашни - 0,063. Наибольшее количество его установлено в пахотном слое пашни лугово-черноземовидных и

аллювиальных луговых почвах от 0,138 до 0,148 мг/кг. В пробах, взятых с глубины до одного метра, наименьшее количество селена содержится в группе бурых-таежных почв и северных районов - 0,052 - 0,061 мг/кг, а в пахотном слое пашни - 0,037 мг/кг. В нижних слоях почв концентрация селена большая, чем в верхних. Это можно объяснить залеганием селеноносных почвообразующих пород.

Для сравнения, в некоторых центральных черноземных областях России, которые являются эталонными зонами по содержанию всех нормируемых минеральных веществ, селена содержится от 9 до 30 мг/кг. [3]

Дефицит селена в почвах сказывается на его накоплении в растениях.

По нашим данным содержание селена в растениях колеблется в пределах от 0,04 до 0,08 мг в кг воздушно-сухого вещества. Максимальное содержание селена (0,08 мг/кг) было в астрагале. Концентрация селена отмечается в дикорастущих, в культурных зеленых растениях и в зерновых кормах. Что касается культурных пастбищ, то содержание в них селена такое же, как и в естественных дикорастущих зеленых растениях. Так, максимальное содержание селена находится в бобовых (0,028 мг/кг), а минимальное - в злаковых (0,014 мг/кг). В зерновых кормах содержание селена зависит, во-первых, от вида (бобовые и злаковые) и, во-вторых, от содержания селена в пахотном слое почв. По нашим многолетним исследованиям в зерновых злаковых культурах в центральных районах области содержание селена находится в пределах от 0,0025 до 0,004 мг/кг воздушно-сухого вещества, а в южных - от 0,0015 до 0,002 мг соответственно. Аналогичная картина наблюдается и по содержанию селена в бобовых: в центральных районах - от 0,03 до 0,05 мг/кг, а в южных - от 0,019 до 0,024 мг соответственно.

В связи с тем, что селен является антагонистом особо токсичных металлов ртути, свинца и кадмия нами изучено содержание всех названных элементов в почве и растительном покрове сельскохозяйственных районов Амурской области (табл. 1).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов и селена в пахотном горизонте почв южных и центральных районов, мг/кг

Вид с.-х. угодий	Химический элемент						
	Hg		Pb		Cd		Se
	подвижная	валовая	подвижная	валовая	подвижная	валовая	
Пашня	0,181-1,042	12,3-16,64	3,11-6,00	0,21-0,35	0,06-0,1	0,032-0,120	
Сенокосы	0,042-0,237	9,2-11,3	3,02-4,40	0,17-0,34	0,03-0,09	0,120-0,132	
Пастбища	0,056-1,01	11,4-13,7	3,72-5,10	0,20-0,35	0,05-0,1	0,032-0,036	

Из таблицы 2 видно, что количество тяжелых металлов содержится в среднем - ртути 0,233 мг/кг; свинца 5.64 и кадмия 0,09 мг/кг.

Нами установлено, что содержание тяжелых металлов в кормах колеблется в широких пределах. Большой интервал изменений их содержания в кормах вызван как видом корма, так и условием его производства (технология производства и степень загрязнения агроэкосистем). Широкий диапазон содержания данных элементов свидетельствует также о том, что для предупреждения поступления больших количеств их в организм животных необходим постоянный контроль качества кормов.

В грубых кормах отмечается высокая концентрация ртути. Так, в соломе пшеничной - концентрация ртути составляет $0,062 \pm 0,031$ мг/кг, это на 0,01 мг/кг выше ПДК. В соломе соевой содержание элемента входит в доверительный интервал ($0,21 \pm 0,01$) мг/кг, а это на 0,16 мг/кг превышает ПДК. Самым низким уровнем содержания элемента отличались корнеклубнеплоды. Концентрация ртути здесь в среднем составляет 0,007 мг/кг, что ниже в сравнении с другими кормами этой же группы в 2,14 - 3,6 раза. Уровень содержания ртути в зерне пшеницы, овса и ячменя ниже ПДК в среднем в 0,58 раза. Количество ртути в семенах сои находится в пределах ПДК.

Содержание свинца в кормах не превышает ПДК, и находится в пределах $0,65 \pm 0,04$ мг/кг. В сене луговом его больше, чем в других видах в 1,6 раза. Низким содержанием Рb отличается сено разнотравно-злаковое (в 1,41 раза ниже среднего значения). Ниже среднего значения в 1,38 раза, Рb обнаружено в сене тимофеечном.

В траве лугов и пастбищ уровень содержания Рb относительно выше, чем в сене за счет его содержания в клевере и в траве разнотравно-злакового луга, хотя и ниже ПДК. Так, в траве естественного луга содержание Рb в среднем составило $0,76 \pm 0,04$ мг/кг.

Минимальным содержанием Рb из всех видов кормов отличаются корнеклубнеплоды, концентрация в них находится в пределах от 0,1 до 0,01 мг/кг.

Таким образом, наименьший уровень содержания Рb характерен для таких растительных кормов, как корнеклубнеплоды, которые относятся к группе объемистых сочных кормов, а наибольший - для кормов той же группы - травы лугов и пастбищ.

Результаты анализа кормов на содержание в них Cd показали, что концентрация этого элемента в кормах не превосходит предельно допустимой. Объемистые грубые корма (сено и солома) содержат достаточно высокое коли-

чество кадмия. В среднем концентрация его в соломе равна $0,21 \pm 0,01$ мг/кг.

Самый высокий уровень Cd обнаружен в сене луговом и в среднем составляет 0,22 мг/кг, в сене тимофеечном - 0,15 мг/кг, в сене разнотравно-злаковым - 0,21 мг/кг и не превышает ПДК.

В анализируемом зерне содержание Cd в несколько раз ниже, чем в соответствующей соломе. Так в зерне пшеницы его содержится в среднем в 2,3 раза меньше, чем в соломе, в зерне сои - в 2,5 раза меньше.

Таким образом, уровень содержания элементов в кормах зависит от природно-климатических условий, агрохимического состава почвы, на которой возделывается культура, от видовой принадлежности растения, и содержания в них селена (табл.2).

Таблица 2
Содержание тяжелых металлов и селена в кормовых культурах в условиях сельскохозяйственных районов Амурской области

Корма	Почвы	Химический элемент (мг/кг) вещества сухого			
		Hg	Pb	Cd	Se
Центральные районы					
Сено разнотравно-злаковое	4,6	0,05	0,85	0,21	0,010
	5,9	0,02	0,2	0,07	0,019
Силос кукурузный	4,6	0,02	0,89	0,2	0,021
	5,9	0,015	0,14	0,05	0,025
Зерно злаковых	4,6	0,09	0,68	0,3	0,0012
	5,9	0,02	0,12	0,08	0,015
Южные районы					
Сено разнотравно-злаковое	4,6	0,04	0,45	0,05	0,019
	5,9	0,01	0,12	0,01	0,023
Силос кукурузный	4,6	0,018	0,52	0,11	0,023
	5,9	0,01	0,12	0,04	0,028
Зерно злаковых	4,6	0,05	0,48	0,09	0,0015
	5,9	0,011	0,06	0,01	0,024

Данные таблицы подтверждают взаимосвязь содержания количества селена и тяжелых металлов от рН почвы. Так, при увеличении содержания селена в кормовых растениях в более щелочных почвах, содержание тяжелых металлов уменьшается. И наоборот, при увеличении кислотности почв содержание селена уменьшается, а количество тяжелых металлов увеличивается.

Кроме этого, выявлено низкое содержание в кормах кальция, фосфора, магния, серы. Связано это прежде всего с кислой реакцией почв, низкой степенью их минерализации и природных вод, а также повышенным содержанием токсичных элементов - стронция, кадмия, свинца и ртути. В свою очередь это стало причиной нарушения минерального обмена ве-

ществ у животных, развития связанной с ним эндемичной урловской болезни и заболевания эндокринной системы, которые наблюдаются не только у животных, но и у местных жителей, что свидетельствует о влиянии биогеохимических особенностей региона.

Таким образом, информация о тяжёлых металлах в растениях позволяет разрабатывать систему мероприятий, обеспечивающих получение экологически безопасной продукции при различном уровне загрязнения экосистем. Контроль токсичных элементов необходим также для блокирования их в любом участке экологической цепи, желательно на первоначальном уровне. Целесообразно снижать интенсивность их перехода в сельскохозяйственную продукцию (корма, продукты питания) или выводить токсичные элементы из живых организмов с помощью балансирующих добавок, например,

содержащих селен. Селен является антагонистом свинца, ртути и кадмия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях /А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Агропромиздат, 1989. – 362 с
2. Лопатин, Н.Г. Накопление некоторых микроэлементов в растительной массе Амурской области в зависимости от условий произрастания трав //Н.Г. Лопатин, М.И. Щегалев // Биологическая роль микроэлементов в организме человека и животных Дальнего Востока и Восточной Сибири. – Улан-Уде, 1963. – С. 38-39
3. Луганова, С.Г. Биогеохимические провинции с различным уровнем селена и серы в условиях РФ и экологическая роль селена / С.Г. Луганова // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: матер. Четвертой Российской биогеохимической школы (3-6 сентября 2003 г.). – М.: Наука, 2003. – С. 285-287.