

Выводы

1. Пахотный слой почвы агрогенных черноземов характеризуется наибольшими значениями ферментативной активности. Активность гидролитических ферментов в большей мере проявляется в гумусовом горизонте исследуемых черноземов. Каталазная активность наблюдается по всему почвенному профилю.

2. Черноземы слабогумусированные на склоне северной экспозиции, в сравнении с черноземами малогумусными на водоразделе и склоне южной экспозиции, характеризуются более низкими значениями ферментативной активности.

3. По степени связи активности фермента с изученными факторами можно построить следующие ряды:

- с содержанием гумуса в почве (слой 0-20 см): уреазы ($K = 0,3854$) > инвертаза ($K = 0,1963$) > каталаза ($K = 0,1585$);

- с экспозицией склона: инвертаза ($K = 0,3181$) > каталаза ($K = 0,1683$) > уреазы ($K = 0,0959$).

Библиографический список

1. Чуюн Г.А. Агрохимические свойства типичного чернозема в зависимости от экспозиции склона / Г.А.Чуюн, В.В. Ермаков, С.И.Чуюн // Почвоведение. – 1987. – № 12. – С. 39-46.

2. Звягинцев Д.Г. Почвы и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.

3. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв агроценозов и перспективы ее изучения / Ф.Х. Хазиев, А.Е. Гулько //

Почвоведение. – 1991. – № 8. – С. 88-103.

4. Бабьева И.П. Биология почв / И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 248 с.

5. Бурлакова Л.М. Качественная оценка плодородия агрогенных черноземов северной и южной экспозиции высокого Алтайского Приобья / Л.М. Бурлакова, Е.В. Кононцева // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. V Междунар. науч.-практ. конф. – В 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – Кн. 2. – С. 419-422.

6. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 1990. – 189 с.

7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304с.

8. Пузаченко Ю.Т. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях / Ю.Т. Пузаченко, А.В. Мошкин // Итоги науки. Сер. Мед. география. – М.: ВИНТИ, 1969. – Вып. 3. – С. 5-71.

9. Семиколенных А.А. Каталазная активность почв Северной тайги (Архангельская область) / А.А. Семиколенных // Почвоведение. – 2001. – № 1. – С. 90-86.

10. Свирскене А. Микробиологические и биохимические показатели при оценке антропогенного воздействия на почвы / А. Свирскене // Почвоведение. – 2003. – № 2. – С. 202-210.



УДК 574:636.085

**Л.И. Перепёлкина,
В.В. Шишкин**

**ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИАМУРЬЯ
НА УРОВЕНЬ СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЕНА В ПОЧВАХ И КОРМАХ**

Ключевые слова: селен, ртуть, свинец, кадмий, почва, корма.

Селен является жизненно необходимым элементом, хотя по своей биологической активности он в определенных концентрациях относится к классу чрезвычайно токсичных веществ. В животном организме в процессе обмена веществ является силь-

ным антагонистом тяжелых металлов (Cd, Pb, Hg).

При недостатке селена в кормах (ниже 0,1 мг/кг) в организме животных снижается активность целого ряда важнейших ферментов, нарушаются процессы нейтрализации гидроперекисей и перекисей липидов, развивается оксидантный стресс. Он влияет на функцию щитовидной желе-

зы, что ведет к нарушению в организме практически всех видов обмена веществ и развитию тяжелых патологических состояний.

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. Амурская область входит в селендефицитную биогеохимическую провинцию. Это обосновывает необходимость введения препарата селена в рационы животных и птицы [1].

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 в почве и кормах Приамурья и определение причины его накопления в кормах.

Условия, материалы и методы

Содержание селена, ртути, свинца и кадмия в почве и кормах определяли спектрофотометрическим методом в лаборатории кафедры кормления, разведения и генетики сельскохозяйственных животных ДальГАУ на спектрофотометре СФ-46.

Основные циклы миграции тяжелых металлов в биосфере начинаются в почве, и поэтому именно в ней происходит мобилизация металлов и образование различных миграционных форм. Почва служит единственным барьером на пути минеральных веществ при их поступлении в растения.

Тяжелые металлы очень медленно удаляются при выщелачивании, эрозии и потреблении растениями. Период полужизни, например, для Cd – до 110 лет; для Pb – до 590 лет.

Все источники поступления тяжелых металлов в биосферу объединяются в две группы: природные (выветривание горных пород, эрозионные процессы и вулканическая деятельность) и техногенные. Исходя из экологической обстановки Приамурья к техногенным источникам можно отнести Благовещенскую ТЭЦ и автомагистраль Благовещенск – Владивосток, крупнейший на Дальнем Востоке центр угледобычи – Райчихинский угольный раз-

рез, где добыча угля осуществляется открытым способом, разработка Архаро-Богучанского месторождения бурого угля, местность которого характеризуется наличием естественных залежей полезных ископаемых (флюориты, сурьма, золото, олово, мышьяк, известняк), Транссибирскую железнодорожную магистраль.

Немаловажной проблемой в Амурской области является проблема ртутного загрязнения окружающей среды в районах традиционной золотодобычи, а также проблема длительно применявшегося в сельскохозяйственном производстве ртутьсодержащего фунгицида гранозана. Химическая формула гранозана – C_2H_5HgCl , который состоит на 75,6% из ртути. Он относится к высокотоксичным пестицидам с резко выраженной кожно-резорбтивной токсичностью. 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 для животных и птицы являются корма. Однако 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, селенидов, 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 Тувы, 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 [1].

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 рН 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, обеспечивающем 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 [2].

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 мг/кг. 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 1 м, 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 (табл. 1).

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 веществ-

ва. Максимальное содержание селена (0,08 мг/кг) было в астрагале. Концентрация селена отмечается в дикорастущих, культурных зеленых растениях и 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/кг 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. 2).

Из таблицы 2 следует, что количество тяжелых металлов содержится в среднем ртути 0,233 мг/кг, свинца – 5,64 и кадмия – 0,09 мг/кг.

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.

Таблица 1

Содержание селена в почвах по районам Амурской области, мг/кг воздушно-сухого вещества

Районы	Почвы	рН	Содержание селена		
			среднее	на глубине до 1 м	в пахотном слое пашни
Южные	Группа луговых почв	4,2-5,9	0,141	0,16	0,124
Центральные	Группа бурых лесных почв	4,0-5,5	0,058	0,061	0,039
Северные	Буро-таежные	4,0-5,0	0,056	0,052	0,037
По Приамурью в целом	Все группы почв	4,0-5,9	0,085	0,091	0,063

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	

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 зерне 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 Pb отличается сено разнотравно-злаковое (в 1,41 раза ниже среднего значения). Ниже среднего значения в 1,38 раза Pb обнаружено в сене тимофеечном.

В траве лугов и пастбищ уровень содержания Pb 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 Pb в среднем составило $0,76 \pm 0,04$ мг/кг.

Минимальным содержанием Pb 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 Pb 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 количество 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, в сене разнотравно-злаковом – 0,21 мг/кг и не превышает ПДК.

Таблица 3

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

Корма	Почвы	Химический элемент вещества сухого, мг/кг			
		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

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. 3).

Данные таблицы 3 подтверждают взаимосвязь содержания количества селена и тяжелых металлов от pH 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.

Библиографический список

1. 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-Удэ, 1963. – С. 38-39.
2. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Агропромиздат, 1989. – 362 с.
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.



УДК 631.45

**О.И. Просянникова,
В.И. Просянников,
Н.Е. Лаптева**

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ, ОВОЩЕЙ И ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСОСТЕПИ КУЗНЕЦКОЙ КОТЛОВИНЫ

Ключевые слова: лесостепь, Кузнецкая котловина, агроэкологическая оценка, почвенный округ, тяжелые металлы, агроклиматический подрайон, структура почвенного покрова, черноземы, пашня.

Глобальные масштабы антропогенного загрязнения окружающей среды приводят к значительному увеличению концентрации тяжелых металлов в почвах. На отдельных территориях возможно превышение фонового содержания металлов в де-