

Биогеохимические эндемии и провинции

Основы биогеохимии

Тема 7

Д.Ю. Шишкина

Стронций-кальциевые регионы. Уровская биогеохимическая провинция

Названа по р. Уров (Восточное Забайкалье), в бассейне которой впервые обнаружены её очаги в 1849 г. Болезнь Кашина-Бека распространена в восточной части Читинской области, в Амурской области, Северном Китае, КНДР. Наиболее типичные её проявления – костно-суставные заболевания.

Почвы, воды, растения провинции обогащены стронцием и баприем и обеднены кальцием. Накопление в организме стронция изменяет минеральный обмен в костной ткани. Стронций близок кальцию и замещает его в костях. Кости животных и человека значительно обогащаются Sr, но из-за большей миграционной способности стронций вымывается из костей. Предупреждают заболевания с/х животных минеральными подкормками, богатыми Ca, а также различными микроэлементами (костяная мука, мел, древесная зола).

Проявления болезни Кашина-Бека



У человека и животных наблюдаются: поражение суставов, ограничение их подвижности, истончение суставных хрящей, нарушение роста и деформация костей. Основными симптомами болезни являются короткопалость, уплотнение и деформация межфаланговых суставов, поражение поясничных позвонков, атрофия мышц, ограничение подвижности.

Геохимическая экология организмов в условиях борных субрегионов

Значительная часть Арало-Каспийской низменности является областью борного засоления. Аккумуляция бора здесь обусловлена древними вулканическими процессами. С течением времени бор неоднократно осаждался и перераспределялся в связи с трансгрессиями Каспийского моря. Благодаря тому, что соединения бора растворимы в воде, на территории Арало-Каспийской низменности наблюдается сильное обогащение бором вод и почв.

При не сильном борном обогащении почв растения могут увеличиваться в своих размерах, иногда в 2-3 раза. Листья их становятся более сочными, крупными и даже в самый засушливый период остаются зелеными. В местах, где почвы содержат особенно большие количества В или где он находится в легкоподвижных усвояемых соединениях, некоторые растения приобретают уродливые формы, испытывают угнетение в росте и гибнут. В местах, где бораты выходят почти на поверхность, растительный покров отсутствует совершенно. Лишь натронная солянка приспособлена к максимальным количествам бора.

Обогащенные бором пастбищные корма и вода представляет опасность для животных. У овец развиваются поражения желудочно-кишечного тракта – **борные энтериты**. Для борного энтерита типично поражение кишечника, характеризующееся неполным перевариванием пищи. Причиной снижения активности ферментов кишечника является избыток бора в организме овец.

Недостаток меди, избыток молибдена и сульфатов

В сухостепной, полупустынной, пустынной биогеохимической зоне распространена **эндемическая атаксия** - нарушение координации движений, судороги, паралич. Распространена он среди КРС, коз и овец.

Биогеохимические провинции (Терско-Кумско-Сулакская низменность, Ставропольский край, Южный Дагестан) характеризуются повышенным содержанием Мо и сульфатов, иногда пониженным – Cu. Так, в растениях степной черноземной зоны соотношение меди и молибдена 1:0,13; в биогеохимических провинциях – 1:0,5 – 1:1.

При избытке в рационе жвачных сульфатов и молибдена создаются условия, неблагоприятные для усвоения меди из желудочно-кишечного тракта. При подкормке животных сернокислой медью заболеваемость снижается вплоть до полного прекращения эндемии.

Повышенное содержание молибдена

Избыток Mo (Армения) вызывает у КРС и овец **молибденозис**, характеризующийся крайне сильной диареей, потерей веса, изменением цвета и погрубением шерсти с последующим её выпадением. Mo является структурным компонентом фермента, катализирующего образование мочевой кислоты в животном организме. В условиях повышенного содержания молибдена в окружающей среде у животных и человека изменяется пуриновый обмен. У человека при увеличении количества Mo происходит накопление мочевой кислоты и появляются признаки подагры. Наблюдаются боли в суставах, их припухлость, деформация, повышение температуры.

Зобная эндемия

Специфической причиной зобной эндемии является недостаток йода, без которого невозможен биосинтез тиреоидных гормонов. Нормальный обмен йода в щитовидной железе, обеспечивающий организм тиреоидными гормонами, происходит только при определенном содержании йода в пищевом рационе. Основным источником йода для организма животных и человека является пища, прежде всего растительная. Поэтому в районах, где население и животные получают с пищевыми рационами недостаточное количество йода, вследствие низкого содержания его в среде, возникает эндемическое увеличение щитовидной железы и эндемический зоб.

Наиболее распространен эндемический зоб в горных зонах и равнинных условиях таежно-лесной нечерноземной зоны на территориях с подзолистыми, подзоло-опесчаненными почвами, часто с элементами заболачивания и торфообразующими процессами, а также в сухостепной пустынной зоне на сероземных, бурых почвах и в поймах рек. В лесостепной, степной, черноземной зоне зобная эндемия представляет исключение – зоб здесь зарегистрирован лишь в поймах рек .

Профилактика эндемического зоба

Суточная норма йода – 100-150 мкг.

Ежедневное потребление:

- 1 ст. ложка консервированной морской капусты (7264 мкг/100 г);
- 200 г морской рыбы;
- 100-150 г рыбных консервов;
- 100-200 г копченой колбасы;
- 4-5 бананов (1 банан – 24 мкг);
- сметана, творог (18 мкг/100 г).

Постановление правительства № 11 (1998 г.) «О дополнительных мерах по профилактике йод-дефицитных состояний».

Препарат «Йодбаланс» (йодид калия).

Биогеохимическое районирование

Необходимость биогеохимического районирования связана с геохимической неоднородностью, мозаичностью биосферы. В его задачу входит выявление территорий, характеризующихся накоплением или потерей химических элементов из ландшафтов. Это могут быть участки суши с повышенным или пониженным содержанием отдельного элемента или нескольких элементов относительно кларка.

Пространственной единицей при биогеохимическом районировании является **биогеохимическая провинция** – область на поверхности Земли, которая отличается от соседних территорий по уровню содержания химических элементов в почвах, водах и других средах.

Биогеохимические провинции

Различаются 2 генетически различных типа биогеохимических провинций: зональные и интразональные. **Зональные** образуются в пределах одной почвенно-климатической зоны, где в результате динамического развития биогеоценозов происходит постоянное накопление каких-либо элементов или, наоборот, их вынос. Например, в таежной зоне, в зоне подзолистых и дерново-подзолистых почв происходит постоянный вынос Ca, Mg, I, Co, Cu. Степень выноса может быть различной и зависит от разных причин: уровень содержания элементов в горных породах, протяженность миграционных путей, водный режим территории. Поэтому зональные провинции, как правило, занимают не всю почвенно-климатическую зону, а образуют в её пределах пятна.

Интразональные провинции встречаются повсеместно, в любой почвенно-климатической зоне. В отличие от зональных образование интразональных связано со своеобразием химического состава горных пород, которые выделяются как геохимические провинции. Интразональные провинции перспективны для поисков редких рассеянных элементов биогеохимическими методами. В их пределах выражены: 1) своеобразие состава флоры; 2) уродливые формы растений, их вариации, морфы как признак изменчивости под влиянием геохимической среды; 3) новые устойчивые подвиды, дающие начало образованию новых видов.

Биогеохимическое районирование В.В. Ковальского

Вся биосфера следует делиться на такие пространственно-территориальные единицы, которые характеризуются своим типом взаимоотношений организмов и среды. Наиболее крупными таксонами таких единиц могут быть *регионы* и *субрегионы* биосферы. Регионы – биогеохимические зоны. Субрегионы - биогеохимические провинции.

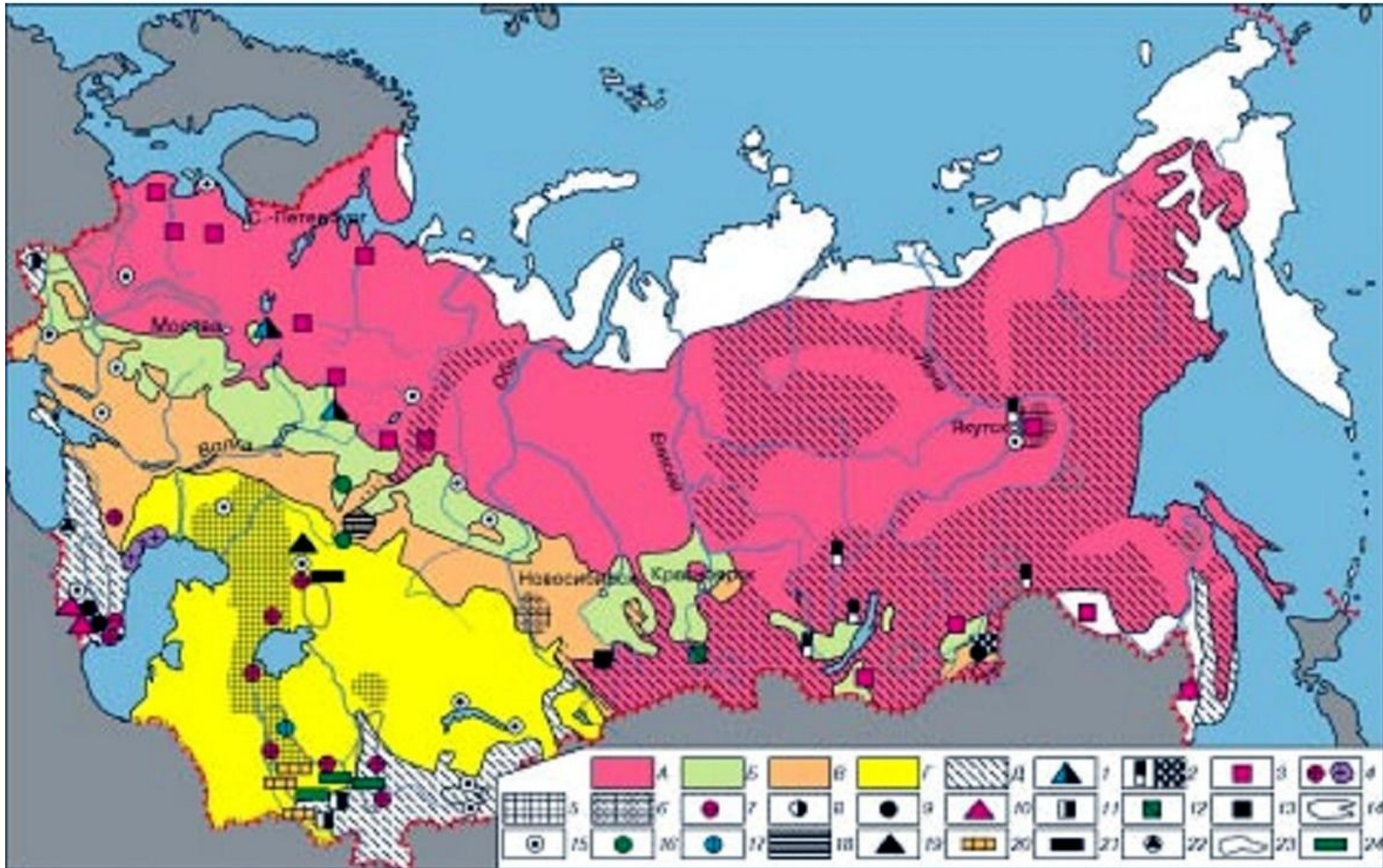
Таким образом, биогеохимические провинции выделяются не как локально изолированные территории с избытком или недостатком химических элементов, а по принципу географической непрерывности. Каждая биогеохимическая зона (регион) отличается содержанием элементов в среде обитания организмов, а также реакцией организмов на недостаток или избыток элементов.

На территории бывшего СССР выделяются 4 биогеохимические зоны:

- таежно-лесная нечерноземная;
- лесостепная;
- степная черноземная;
- сухостепная, пустынная и полупустынная.

Каждая зона включает несколько биогеохимических провинций. Наибольшее их количество выделяется в таежно-лесной нечерноземной, где отмечается недостаток Co, Cu, I, Ca, P и избыток Cr и В.

Схема биогеохимических зон и провинций (по В.В. Ковальскому)



Условные обозначения

- А - таежно-лесная зона, провинции: 1 - бедные иодом и кобальтом, 2 - обогащенные стронцием, бедные кальцием, 3-с недостатком селена;
- Б - лесостепная зона;
- В - степная черноземная зона;
- Г - сухостепная, полупустынная и пустынная зона, провинции: 4 - с недостаточным содержанием меди, избыточным - молибдена и сульфатов, 5-с избытком бора, 6-с пониженным содержанием меди и кобальта, повышенным - молибдена и бора;
- Д - горные зоны.
- Азональные биогеохимические провинции: 7- богатые кобальтом, 8 - бедные иодом и марганцем, 9 - богатые свинцом, 10 - обогащенные молибденом, 11-с избыточным содержанием стронция и кальция, 12 - обогащенные селеном, 13- с неблагоприятным соотношением меди, молибдена и свинца, 14- обогащенные ураном, 15-с избытком фтора, 16 - обогащенные медью, 17-с нарушенным обменом меди, 18- богатые никелем, магнием, стронцием, бедные кобальтом, марганцем, 19 - богатые никелем, 20 - обогащенные литием, 21 - обогащенные хромом, 22 - обогащенные марганцем, 23-с недостатком фтора, 24-с недостатком цинка в пастбищных растениях.

Биогеохимическое районирование Северной Евразии (1)

Наиболее крупная структурная единица биосферы – **таёжный лесной регион** – географически совпадает с таёжной зоной. Повсеместно встречается дефицит кобальта в экосистемах с подзолистыми, дерново-подзолистыми, песчаными и торфяными почвами и соответствующее низкое среднее значение C_o в растениях. Это вызывает ряд биологических эффектов: уменьшение содержания C_o в тканях; уменьшение содержания витамина B_{12} в печени, тканях, молоке; ослабление синтеза витамина B_{12} и белков; заболевания животных; низкая продуктивность мяса и шерсти и низкое воспроизводство.

При низком содержании меди в зональных почвах и, особенно, в торфяных, содержание меди в фуражных культурах тоже низкое (< 3 мг/кг). Это сопровождается 3-кратным уменьшением содержания C_u в крови овец и коров, 30-40-кратным в печени; резким (в десятки раз) увеличением содержания железа в печени при депрессированном синтезе окислительных ферментов. Анемия у коров и овец. В болотных экосистемах и в кормовых культурах встречается совместный дефицит меди и кобальта, при котором у человека и животных депрессирован синтез B_{12} и окислительных ферментов.

Биогеохимическое районирование Северной Евразии (2)

- В таёжном регионе повсеместно распространен дефицит йода. Наблюдается нарушение обмена I и синтеза I-содержащих аминокислот и тироксина в щитовидной железе, уменьшение синтеза белка, распространены эндемические заболевания щитовидной железы и эндемический зоб, которым подвержены все домашние животные и человек.
- В районе Верхней Волги в экосистемах с дерново-подзолистыми и песчаными почвами встречается дефицит $Co+I$, сопровождающийся снижением содержания этих элементов в продуктах питания и кормах. Это сопровождается нарушениями иодного обмена и ослаблением синтеза тироксина. Эндемическое увеличение щитовидной железы и эндемический зоб часто наблюдаются у овец и человека.
- В районе Средней Волги распространен дефицит I при одновременном избытке Mn. Эндемическое увеличение щитовидной железы и эндемический зоб.
- На юге Восточной Сибири и в Туве, особенно в долинах рек выявлен дефицит Ca при избытке Sr. Кроме этого, в дерновых и дерново-подзолистых почвах, песчаных и торфяных, отмечаются дефицит Ca, P, I, Cu, Co, избыток Sr и Ba и уменьшение отношения Ca:Sr. Выявлены нарушения обмена кальция, фосфора и серы в соединительных тканях, нарушен рост и развитие костей при уменьшении в них соотношения Ca:Sr. У человека и домашних животных часто наблюдается урловская болезнь.

Биогеохимическое районирование Северной Евразии (3)

- В **лесостепном** и **степном** регионах биосферы содержание химических элементов и их соотношения близки к оптимуму, однако дефицит йода распространён в речных долинах. В почвах и фуражных культурах содержание многих питательных элементов оптимально; в отдельных местах проявляется дефицит йода, фосфора, калия и марганца. Эндемическое увеличение щитовидной железы наблюдается у жителей, проживающих на серых лесных и пойменных почвах.
- В **сухостепном, полупустынном и пустынном** регионе биосферы на Предкавказской равнине, в Каспийской низменности и в западносибирских степных экосистемах с мощными чернозёмами, солончаками, лугово-степными и песчаными почвами встречается дефицит меди при избытке молибдена и сульфатов. У человека это приводит к уменьшению содержания меди в ЦНС, депрессированию функции окислительных ферментов, нарушению движения и конвульсиям. Распространена эндемическая атаксия. Заболевания ягнят. Эндемические борные энтериты в Арало-Каспийской низменности.
- В **горном** регионе биосферы дефицит йода, кобальта и меди встречается в горных почвах Карпат, Кавказа, Крыма и Тянь-Шаня. Эндемическое увеличение щитовидной железы, дефицитность кобальта и витамина В₁₂.

Биогеохимическое районирование Северной Евразии

(4)

Наиболее сложная картина нарушений биогеохимических пищевых цепей отмечается в **азональных** субрегионах и биогеохимических провинциях.

В Северном Азербайджане обогащение кобальтом каштановых и коричневых почв и фуражных пастбищных культур приводит к избыточному синтезу витамина B_{12} . На Южном Урале и в Башкирии наблюдается избыток меди и обогащение медью черноземов и каштановых почв в степных экосистемах и дерново-подзолистых в лесных, а также продуктов питания и кормов. Это приводит к избыточной аккумуляции меди во всех органах. Распространены эндемическая анемия и гепатит.

На Южном Урале и в Северном Казахстане встречаются каштановые почвы и солонцы на Ni-обогащенных почвообразующих породах, что сопровождается 20-кратным увеличением концентрации Ni в пастбищных фуражных культурах. Избыточное накопление никеля в тканях. Распространены заболевания кожи человека, остеодистрофия скота.

Избыток свинца в горных районах Армении вызывает 25-кратное увеличение содержания его в горных каштаноземах и лесных бурых почвах, 7-кратное увеличение содержания концентрации в растениях и 2-10-кратное увеличение содержания Pb в продуктах питания. Аккумуляция свинца приводит к эндемическим ¹⁷ заболеваниям ЦНС.

Биогеохимическое районирование Северной Евразии (5)

Во многих районах Северной Евразии (Прибалтика, Беларусь, Молдова, Центральная Якутия, Казахстан) наблюдается избыток фтора в природных водах, более 1–1,5 мг/л, что приводит к разрушению эмали зубов, флюорозису человека и животных. Дефицит фтора сопровождается уменьшенным содержанием F в зубной эмали, эндемическим кариесом зубов у человека и животных.

Дефицит селена выражен в Прибалтике, Северо-Западной России, на Юге Восточной Сибири. «Беломышечная болезнь» животных (дистрофия мышц, некроз печени, дефицит белка). У человека: дерматит, экзема, дистрофические изменения ногтей, снижение иммунитета. В Туве, многих районах Китая встречается избыток селена. У животных наблюдается деформация рогов и потеря шерстного покрова. В Китае описана «болезнь Кешан», для которой характерны дистрофические изменения в миокарде и развитие сердечной недостаточности.