

БИОГЕОХИМИЯ

А. П. ВИНОГРАДОВ

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОВИНЦИИ И ЭНДЕМИИ

(Представлено академиком В. И. Вернадским 17 XII 1937)

1. Изменения в характере почв так или иначе сказываются на растительном покрове, а затем в свою очередь на животном населении.

Здесь мы касаемся лишь частного случая—изменения химического элементарного состава среды: почв, воды, воздуха.

Известно, что эти изменения, например в почвах, будучи вызваны разнообразными причинами, сказываются не только на урожае, но изменяют и качественный состав флоры. Так например, флора известковых почв и флора песчаных (кремнеземных) почв весьма различны. С первой связывают так называемую кальциевую флору, со второй многочисленную злаковую и другую растительность, богатую SiO_2 . С солончаками и солонцеватыми почвами связана обширная галофитная флора, представленная многими облигатными растениями—галофитами. Разнообразие химического состава почв разных типов не исчерпывается повышенным содержанием в них NaCl , CaCO_3 , SiO_2 и т. д. В некоторых почвах, особенно в находящихся вблизи разрушающихся горных массивов, рудных образований, в районе вулканической деятельности и т. п., часто содержатся в более значительных количествах, чем обычно в почвах в рассеянном состоянии, некоторые минералы, например: серпентин, датолит, турмалин, флюорит, апатит, борные минералы, соединения никеля, меди, цинка и т. д. Известны флоры, преимущественно поселяющиеся на некоторых подобных почвах, присутствием которых еще в прошлом веке пытались пользоваться как индикатором для поисков руды, например галмеевая флора (цинковая), *Lonicerae* и другие растения в районе золотых россыпей и т. п.

На серпентиновых почвах, галмеевых, на почвах с большим содержанием кальция, алюминия, хлора и т. д. среди растительного покрова появляются разновидности, типичные для этих почв. Изменение содержания H^+ , железа, марганца, кальция, хлористого натрия и многих других в воде разнообразных водоемов суши тотчас же обнаруживается по характерным изменениям, появляющимся у планктона и других организмов. Однако влияние некоторого избыточного или, наоборот, недостаточного содержания отдельных химических элементов в среде на флору и фауну имеет более общий характер.

2. В различных странах под разными названиями существуют многочисленные эндемические заболевания различных растений и животных, причина происхождения которых ныне объясняется геохимической историей местности, составом почв.

Так например, эндемия ломкости костей, особенно у травоядных животных, известна очень давно и существует до сих пор в определенных местах во всех странах. Причиной этой эндемии является прямой недостаток кальция и фосфора в самых разнообразных почвах и растительном покрове, что вызывает остеопороз, «рахит» и другие заболевания у скота. От недостатка кальция в данной геохимической области—провинции—страдает все животное население. Так например, среди пресноводных, моллюсков появляются формы с тонкими раковинами—*var. tener* и т. п. Фосфорный голод испытывает часто растительность степей, саванн и т. д. Не только кальций, но и другие щелочноземельные элементы (стронций, барий, магний, бериллий) при нарушении обычных отношений Ca/Sr, Ca/Mg, Ca/Be в среде или при некотором небольшом их избытке вызывают своеобразные стронциевый, бериллиевый, магниевый и т. п. «рахиты», причем стронциевый «рахит» получен ныне экспериментально, бериллиевый «рахит» обнаружен у животных с почв с бериллием (штат Мичиган, США и др.). Таким образом все щелочноземельные элементы при известных условиях вызывают заболевания костной системы*. Изменения, которые вызывает присутствие серпентина в почвах (появление серпентиновых разновидностей среди флоры), объясняли избытком магния (при малом содержании кальция). Серпентины (и серпентиновые почвы, имеющие широкое распространение**) содержат часто повышенные количества хрома и никеля. Робинсон первый высказал предположение о том, что на флору с серпентинов действует именно хром.

Другой, широко распространенной эндемией является эндемический зоб у людей и животных, имеющий очаги во всех странах, главным образом в высокогорных местностях или в районах с болотным ландшафтом. Основной причиной является недостаток йода в окружающей среде высокогорных мест, находящий объяснение в геохимической истории йода. Карта распространения эндемического зоба совпадает с картой недостаточности йода в этих областях. Введение йода в пищу (йодная профилактика) предотвращает развитие эндемического зоба. Йод входит, как хорошо известно, в состав гормона щитовидной железы.

Несколько сот лет в Исландии известно заболевание скота, так называемый *gaddur*. Оно усиливается после извержения местных вулканов. В Италии, близ Неаполя (например *Puzzuoli* и др., вулканическая область), у местных жителей была обнаружена крапчатость эмали зубов, так называемая *denti neri*. Затем в США, Южной Америке, Африке и других странах она была описана под названием *mottled enamel, dientes veteados, Darmous*. Болело все животное население данного района. Рыбы в эндемических районах имели крапчатость эмали зубов и т. д. Причиной оказалась незначительная избыточность фтора в питьевой воде, почве, растениях. Источником фтора явились вулканические извержения***, туфы и фторопатиты, как их скопления, так и рассеяния в почвах этих мест. Особенно сильна эта эндемия в Северной Африке вблизи знаменитых отложений фосфоритов (Тунис, Алжир).

В некоторых местах штата Небраска, Южная Дакота, Вайоминг давно существовала эндемия, вызывающая своеобразный хлороз растительности и особое заболевание (*alkali disease*—«щелочная болезнь») лошадей, рогатого скота и человека. Только в 1931 г. было установлено, что причиной этой эндемии является повышение содержания селена в почвах этих

* При недостатке кальция и кормлении животных злаками появляется «рахит», известный под названием «кремниевый рахит».

** У нас на Урале: Халилово и др.

*** Вулканы выносят ежегодно сотни и тысячи тонн HF в воздух.

районов, богатых пиритами. Растения по-разному реагировали на селен. Селен частично замещал серу в белках, образуя ядовитые белки.

В настоящее время выяснено, что при отсутствии бора в среде не растет целый ряд растений. У свеклы появляется так называемая «гниль сердечка», у бобовых не развиваются клубеньки и т. п. Наоборот, на почвах, богатых относительно бором (чаще в аридных областях), у многих растений появляется другое своеобразное заболевание (например у цитрусовых).

Избыточность или недостаточность элементов группы железа также вызывает аналогичные заболевания. Недостаточность железа в растительном покрове обнаруживается по появлению своеобразного хлороза. Самые разнообразные анемии скота, известные под названием Bush-Sickness (N.-Zealand), pinning (Шотландия) и многие другие, связываются с недостаточностью железа в пище. Исключительно интересны наблюдения новозеландских исследователей—Askew и др. об излечении Bush-Sickness у скота при введении в корм некоторых видов лимонитов и других железных руд, содержащих, как выяснилось, кобальт. Очевидно здесь обнаружено заболевание, связанное с недостаточностью кобальта.

Известны заболевания растений и животных, связываемые с недостатком в пище марганца, цинка и др.

Особый интерес представляет заболевание растений, известное под названием белой чумы, болезни обработки, Heidemorkkrankheit и т. д., на огромных пространствах болотистых почв (отнятых от моря), в Голландии, Сев. Германии, Дании, а также в Польше, у нас в БССР и в США. Внесение меди в почву излечивает растения. Эти почвы бедны медью. С недостатком в пище меди связывают некоторые заболевания скота и людей*.

Наконец находение в почвах в разных количествах ряда других тяжелых металлов—ванадия, молибдена, свинца и т. д.—несомненно оказывает влияние на организмы, в частности на население почв (эдафон). Очень вероятно, что в одних случаях это приводит к появлению стойких к известным концентрациям определенных химических элементов рас, например среди низших организмов, в других их содержание может вызвать естественную стерилизацию почв по отношению к определенным микроорганизмам.

Несомненно, о многом в этом направлении мы еще не знаем, хотя и догадываемся (например о роли мышьяка, серы, брома и др.).

3. Таким образом недостаточность или избыточность того или иного химического элемента в окружающей среде—в почвах различного типа, в почвенных и подпочвенных растворах, водах, растениях и т. д.,—по сравнению с их обычным клярком, вызывает своеобразные изменения во флоре и фауне данного района или биохимической провинции. Организмы—флора и фауна,—встречаясь с подобными рода провинциями, либо 1) погибают, либо 2) изменяются морфологически, образуя варианты, морфы и т. п., или заболевают, 3) сохраняются без внешних видимых изменений. В этом последнем случае возможно появление у них известной физиологической резистентности к тем или иным концентрациям химических элементов и делается вероят-

* Медный обмен у высших животных связан с порфириновым обменом. В областях с понижением содержания меди это сказывается на развитии организмов, имеющих в крови гемоцианин, например *mollusca* и др.

** Недостаточность или избыточность того или иного химического элемента может быть и относительная вследствие 1) влияния тех или иных количеств близких по химическим свойствам других химических элементов: например Са в присутствии Sr, Mg, Fe в присутствии Mn и т. п., и 2) различной доступности для разных организмов тех или иных соединений химических элементов.

ным появление среди них стойких, например к никелю, меди, цинку и т. д., рас.

Различные эндемические заболевания—биогеохимические эндемии, возникающие среди организмов, вследствие недостаточности или избыточности отдельных химических элементов, характеризуются тем, что 1) они занимают определенный ареал—биогеохимическую провинцию размерами иногда от пятна и до многих миллионов га, 2) они захватывают часто одновременно и растительный покров и животное население, 3) поражают главным образом молодое население, 4) вызываются недостаточностью или избыточностью какого-либо одного химического элемента в среде. Последнее обстоятельство отличает эти эндемии и другие изменения флоры и фауны от изменений географических и от географических эндемий*.

В течение времени через существующие и вновь возникающие биогеохимические провинции распространяются разнообразные флоры и связанные с ними фауны. Биогеохимическая провинция является этапом на их пути, поэтому рассмотрение и изучение влияния этих провинций на эволюцию организмов вследствие влияния их на отбор представляет глубоко интересную задачу.

Настоящая статья является лишь весьма кратким изложением существа вопроса, который автором полнее затронут в подготовленной к печати работе.

Биогеохимическая лаборатория.
Академия Наук СССР.

Поступило.
21 XII 1937.

* Примером географических эндемий является распространение различного рода лихорадок, вызываемых жалящими, кусающими насекомыми и т. д.