
4 РАЗДЕЛ
ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ СООБЩЕСТВ

УДК 6341.4

Роль и значение почв в становлении и эволюции жизни на Земле

Г.В. Добровольский

Институт экологического почвоведения
Московского государственного университета.
E-mail: npm@soil.msu.ru

Кратко изложены известные гипотезы происхождения жизни на Земле. Рассмотрена вероятная роль примитивных почв, образовавшихся около 2 млрд. лет назад на влажных поверхностях горных пород, в качестве первоначальной среды обитания жизни на земной суше. Дальнейшее развитие почв осуществлялось в процессе коэволюции почв, растений и животных.

Ключевые слова: почва, жизнь, биосинтез, микрофлора, биоразнообразие, среда обитания, коэволюция.

*Значение почв в истории планеты гораздо больше,
чем это обычно кажется.*

В.И. ВЕРНАДСКИЙ

Вопрос о роли почвы в становлении и эволюции жизни на Земле непосредственно связан с общей проблемой происхождения и развития жизни. Эта проблема издавна интересовала людей и в наше время остается одной из самых дискуссионных проблем естествознания.

Существует две полярно противоположные точки зрения на происхождение жизни. Сторонники одной из них утверждают, что жизнь во вселенной была всегда и что каждая из ее форм порождается лишь другой формой. Эту точку зрения часто называют принципом Реди, по имени итальянского естествоиспытателя, провозгласившего, что «все живое — только от живого». Согласно этой же точке зрения жизнь на Земле появилась извне в составе космической пыли, метеоритов или других небесных тел, упавших на Землю. Это так называемая гипотеза «панспермия».

Сторонники другой точки зрения допускают возможность зарождения самых примитивных форм жизни (протобионты) из неживых веществ неорганической природы.

Надо сказать, что обе точки зрения на происхождение жизни на Земле не только продолжают существовать в наше время, но и пополняются новыми доказательствами и обоснованиями, опирающимися на результаты новейших экспериментальных исследований.

В пользу первой точки зрения (панспермия) говорят материалы развернувшихся в конце 90-х гг. XX в. обширных исследований по бактериальной палеонтологии. Речь идет в первую очередь о выявлении в составе десятков метеоритов, особенно так называемых

хондритов (каменных метеоритов) литифицированных остатков разных видов цианобактерий, близких по морфологии к современным их формам. Существенный вклад в их изучение внес А.Ю. Розанов (Розанов, Заварзин, 1997; Розанов, 2000; Розанов и др., 2002).

По мнению Розанова, «Принципиальное морфологическое единство земных микробных организмов – как современных, так и древних — с псевдоморфозами по микроорганизмам из углистых метеоритов дают основание для утверждений о единстве микробиологического мира Земли и космических объектов» (Розанов и др., 2002, с. 146).

Объективности ради следует все же упомянуть, что достоверность присутствия в метеоритах остатков бактерий оспаривается некоторыми учеными, утверждающими, что морфологически углеродистые выделения в хондритах имеют абиотическую природу (Маракушев, 2000).

Все же поиск доказательств наличия остатков жизни в пришельцах из Космоса продолжает привлекать внимание отечественных и иностранных ученых и исследования в этом направлении продолжаются.

Ведь ежегодно на Землю выпадает от 100 до 1000 тонн космических веществ в виде пыли и метеоритов, в которых и находят силитизированные бактериоподобные формы жизни.

Одновременно с поисками жизни в посланцах Космоса все более активно разворачиваются исследования возможностей абиогенного возникновения первоначальных форм (протобионтов) жизни на Земле.

Еще в 1924 г. А.И. Опарин разработал гипотезу возникновения жизни на Земле в результате естественной эволюции углеродистых соединений. Согласно этой гипотезе допускалось, что возникавшие в «первичном бульоне» белковоподобные соединения объединялись в коацерватные капли — обособленные коллоидные частицы, плавающие в водном растворе. Некоторые из этих коацерватных белковых капель приобретали каталитическую биохимическую активность и обменную способность с веществами окружающего раствора, а в процессе дальнейшей эволюции распадались на «дочерние капли», что было как бы зачатком их размножения. Так рисовался прообраз живых абиогенно возникавших клеток (Опарин, 1957).

Надо сказать, что гипотеза Опарина получила широкую известность среди ученых многих стран. Она побудила к разворачиванию экспериментальных исследований возможностей абиогенного синтеза. И действительно, многочисленными опытами, проведенными учеными разных стран во второй половине XX в., была доказана возможность синтеза ряда аминокислот при пропускании электрического разряда через смесь газов, близкую по составу к первичной земной атмосфере. В других опытах были абиогенно синтезированы некоторые компоненты нуклеиновых кислот и белковых соединений.

В самое последнее время А.С. Спирин, крупнейший специалист в изучении белковых соединений, выдвинул гипотезу, согласно которой «...все начиналось вовсе не с белков, а с РНК». Именно «...на основе мира РНК должно было происходить становление механизмов биосинтеза белка, появление разнообразных белков с наследуемой структурой и свойствами, компартиментализация систем биосинтеза белка и белковых наборов, возможно, в форме коацерватов и эволюция последних в клеточные структуры — живые клетки» (Спирин, 2001, с. 326).

Так постепенно ученые все глубже проникают в механизм возможного абиогенного синтеза зачатков жизни на Земле, хотя и признают, что еще не все тайны этого великого явления постигнуты в полной мере.

В настоящее время наиболее широко распространено представление о том, что жизнь зарождалась и постепенно развивалась в органических мелководьях прибрежных зон, в

которых по мере развития химических процессов выветривания на суше аккумуляровалось большое количество пригодных для жизни элементов минерального питания.

В то же время обосновываются взгляды о возможности возникновения зачатков жизни не в морской среде, а на суше — на влажных поверхностях горных пород. Такую точку зрения высказал В.Р. Вильямс (1938) в своем очерке «Развитие первичного почвообразовательного процесса». По его мнению, в прозрачной воде океана жизнь не могла зародиться из-за проникающей в нее ультрафиолетовой радиации солнца, а как защитного озонового экрана в те далекие геологические времена еще не было, поскольку не было зеленых растений, продуцирующих кислород. Поэтому, считал Вильямс, наилучшие условия для зарождения хемотрофных литофильных микроорганизмов были в «ультрафиолетовой тени» расщелин и каверн выветривания горных пород суши, где скапливалась атмосферная влага. По мере эволюции жизни вслед за хемотрофами появились эутрофные бактерии, водоросли, грибы, а затем и высшие зеленые растения, постепенно накапливавшие органические вещества на поверхности горных пород, т.е. формировавшие примитивные первичные почвы.

Близкую точку зрения в эти же годы высказал и известный микробиолог Н.Г. Холодный (1942). Он пришел к заключению, что «...колыбелью жизни на Земле была, по всей вероятности, поверхность обнажившегося из под воды дна мелких водоемов, и первые этапы своего эволюционного развития археобионты проводили не в воде, а на поверхности влажного, но твердого субстрата» (Холодный, 1942, с. 104).

Эту точку зрения Н.Г. Холодного очень подробно цитирует В.И. Вернадский в своей известной статье «О значении почвенной атмосферы и ее биогенной структуры» (Вернадский, 1944, с. 137–143).

«Скальную гипотезу» условий зарождения жизни высказал в сороковые годы XX в. и Б.Б. Польшов (1945, 1948). Обобщая литературные материалы тех лет и результаты собственных наблюдений, он предложил следующую схему общей эволюции жизни на начальных этапах ее зарождения и развития.

Первыми поселенцами на поверхности скал массивно кристаллических пород являются прототрофные (хемолитоавтотрофные) бактерии — нитрификаторы, окисляющие аммиак в нитриты и нитраты, а также микроскопические синезеленые водоросли (цианобактерии), осуществляющие фотосинтез органических веществ с выделением в атмосферу кислорода. Они подготавливают основу для дальнейшего заселения и развития более разнообразной микрофлоры, включая микроскопические грибы, а затем лишайники и мхи. Все эти организмы, действуют на поверхность скал не только химически, но и физически преобразовывали поверхность породы в органоминеральный субстрат, пригодный для поселения высшей растительности и сопутствующей ей фауны, т.е. образовывали первоначальную примитивную почву.

По мнению Польшова (1948, с. 601) «...развитие жизни на нашей планете происходило по схеме, аналогичной той, по которой современная жизнь завоевывает магматические породы и готовит материал для более широкого распространения организмов».

Аналогичные наблюдения провела М.А. Глазовская (1950) в нивальном поясе Центрального Тянь-Шаня. Она показала, что пионерами заселения скальных поверхностей массивных изверженных пород являются синезеленые и диатомовые водоросли, силикатные бактерии, близкие к роду *Meghatherium*, грибы из рода *Penicillium*. В менее суровых условиях поверхности скал заселяются не только микроорганизмами, но и разнообразной флорой литофильных лишайников и мхов. Специальное исследование микрофлоры примитивных почв Арктики и высокогорного Памира было предпринято Н.Н. Сушкиной и И.Г. Цюрупой (1973). Они обратили внимание на активную роль в этих примитивных

почвах проактиномицетов. В условиях резкого недостатка углеродного и минерального питания, эти микроорганизмы обнаруживают способность растворения первичных минералов с переводом элементов минерального питания в доступную для растений форму.

По представлениям некоторых современных ученых наиболее благоприятные условия для биосинтеза высокомолекулярных органических соединений, а следовательно и для возникновения первых молекулярных зачатков жизни были скорее на суше, нежели в океане. Эту мысль Л.К. Лозина-Лозинский (1984) высказал на конференции по анабиозу, полагая, что для подобного синтеза благоприятны как раз экстремальные физико-химические и гидротермические условия, свойственные разным поверхностям твердых минеральных субстратов на земной суше.

О возможности экспериментального синтеза РНК на глинистых минералах типа монтмориллонита сообщается в работе В. Гилберта (Gilbert, 1986). Ссылаясь на эту работу, академик-геолог Н.Л. Добрецов (2005, с. 45) пишет в своей статье «О ранних стадиях зарождения и эволюции жизни»: «...Поэтому можно предполагать, что при подходящем составе среды синтез коротких олигонуклеотидов мог идти прямо на первичных глинах, распространенных в то время (примерно 3,8 млрд. лет назад)». Далее автор приводит гипотезу Альгштейна о том, что белок появился до возникновения клетки, плавая в первичном бульоне или существуя в пленочной среде на глинах вместе с первичной РНК».

В наше время вряд ли можно однозначно утверждать, что жизнь могла появиться первоначально только в водной среде. Может быть, правильнее предполагать возможность одновременного возникновения микроскопических форм жизни как в океане, так и на суше, особенно в тех ее экологических нишах, где обеспечивался непосредственный контакт трех природных сред обитания — твердой, жидкой и газообразной. В таких нишах и могли возникать тончайшие органико-минеральные пленки, т.е. примитивные почвы, в которых накапливался мелкозем, органические вещества и биофильные элементы питания, закладывались первоначальные формы великого биологического круговорота на земной суше.

По мнению Г.А. Заварзина и И.Н. Крылова (1983), на самых ранних этапах докембрийской истории нашей планеты единственными ее обитателями были синезеленые водоросли (цианобактерии), продуцирующие кислород и в сообществе с ними разнообразные бактерии, включающие даже строго анаэробные метанообразующие бактерии. С жизнедеятельностью синезеленых водорослей связано образование строматолитов — карбонатных слоистых структур в мелководьях, включающих остатки синезеленых водорослей. Образование строматолитов относят к самому древнему геологическому периоду истории земли — к архею (2,5–3,5 млрд. лет назад).

В настоящее время цианобактерии встречаются преимущественно в экстремально неблагоприятных условиях жизни — в горячих источниках вулканических областей и на поверхностях ледников, в максимально соленых водах и засоленных почвах, на поверхностях пустынных почв и горных пород в виде пленок и корочек. Таким образом, синезеленые водоросли выступают пионерами заселения мест с предельно крайними для жизни условиями. Многие из них вступают в ассоциацию с другими видами бактерий, а также грибами, образуя лишайники.

Большинство ботаников, палеоботаников, палеогеографов и геологов полагает, что в докембрии, кембрии и ордовике суша выглядела еще пустынной и растительного покрова на ней не было. Господствовали на поверхности суши бактериально-водорослевые пленки, грибы и лишайники (Криштофович, 1950; Страхов, 1971; Соколов, Федонкин, 1988; Каратыгин, 1993). Однако биогеохимическая их деятельность была очень активной, о чем свидетельствуют мощные древние коры выветривания. В силуре и начале девона на

суше появились первые высшие растения. Они были представлены псилофитами (риоифитами) — сосудистыми бескорневыми и с зачаточной лиственной растительностью преимущественно в прибрежных морских мелководных лагунах и болотах. В девоне сильно расширилась площадь суши. Она начала заселяться плаунами, папоротниками, облиственными кустарниками и деревьями с развитой корневой системой.

К сожалению, свидетельств о наличии обитавших в почвах животных тех времен почти не сохранилось (Feakes, 1989; Retallack, 2001). Известно, например, что наиболее древние ходы животных обнаружены в палеопочвах верхнего ордовика, следы жизнедеятельности беспозвоночных животных найдены в раннем силуре. Возможно, что первые наземные беспозвоночные обитали в водорослевых пленках на поверхностях почв в еще более древние времена (Пономаренко, 1989; Стриганова, 1996). Исследования адаптации аэробных животных к дыханию в почве привели Б.Р. Стриганову к мысли о возможности заселения почв не из воды, а с поверхности суши.

В девоне на суше началось формирование «настоящих» почв (Соколов, Барсков, 1988), накопление органических веществ в виде залежей торфа и углей.

В карбоне этот процесс усилился в связи с наступлением более влажного климата. В растительном мире появляются первые голосеменные — хвойные деревья, на сушу выходят многочисленные виды животного мира, в том числе насекомые, пауки, клещи и др. Вообще конец палеозоя (карбон и пермь) ознаменовался широким завоеванием суши разными группами организмов растительного и животного мира. Это время господства на большей части суши тропического и субтропического влажного климата, время развития интенсивного почвообразовательного процесса и формирования мощных кор выветривания аллитного и ферраллитного типов. Этот тип ландшафтов преобладал почти до середины перми. По мнению многих исследователей завоевание растительным и животным миром суши было переломным моментом в истории развития жизни на Земле. И в этом нельзя не видеть важной роли почв как особой среды обитания.

По словам М.М. Камшилова (1974, с. 76), выход растений и животных из водной среды на сушу открыл широкие перспективы для прогрессивной эволюции, и «... эволюция жизни на суше пошла явно ускоренными темпами». Н.М.Страхов в 1971 писал, что завоевание континентов сопровождалось резким возрастанием общей биомассы живого вещества: она по крайней мере удваивается (с. 549).

В настоящее время установлено, что живое вещество океана в 700–1000 раз меньше живого вещества суши (Суетова, 1976), и, следовательно, «выход растений на сушу означал более значительное увеличение биомассы, чем это допускалось в расчетах В.А. Успенского и Н. М. Страхова» (Колчинский, 1990, с. 149).

Б.С. Соколов и Б.С. Барсков (1988) также относят заселение суши растениями и животными и появление «настоящих почв» (400 млн. лет назад) к одному из глобальных этапов в развитии биосферы.

Почвенный покров Земли несравненно богаче океана как среды обитания не только по общей величине биомассы живущих в ней и на ней организмов, но и по их видовому разнообразию. Ссылаясь на Т. Добжанского (1953), М.М. Камшилов (1974, с. 74) пишет, что число видов сухопутных животных составляет 93% от общего числа видов и водных — только 7%. То же самое и для растений — 92% сухопутных и только 8% водных.

Какие же качества почв обеспечивают благоприятность их как среды обитания жизни на Земле? Особенно обстоятельно этот вопрос был разработан М.С. Гиляровым в его монографии «Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых». В этой монографии он писал: «Анализ условий обитания животных в почве дает возможность раскрыть исключительное значение особенностей этих условий в эволюции

животного мира, в процессе освоения суши исходно-водными организмами» (Гиляров, 1949, с. 3). Главную особенность почвы, как среды обитания Гиляров видел в том, что в ней одновременно и в тесном контакте представлены твердая, жидкая и газовая фазы состояния субстрата, обеспечивающие возможность воздушного дыхания при минимальной потере влаги, наличие в почве и минеральных и органических веществ, пригодных для жизни, и автотрофных и гетеротрофных организмов. На большом количестве примеров в книге показаны пути адаптации насекомых и других беспозвоночных к почвенным условиям, как в отношении их питания, так и дыхания, способов передвижения и т.п. Все это сопровождалось эволюцией морфофизиологических черт, осваивавших экологические особенности почв как сухопутной среды обитания.

Исследования Гилярова получили дальнейшее развитие в трудах его учеников и последователей. Б.Р. Стриганова (1996) установила, что освоение почвы как среды обитания обеспечило сухопутным беспозвоночным возможность прогрессивной эволюции, сопровождавшейся активной дивергенцией форм и развитием разнообразных алломорфных приспособлений к питанию, локомоции и ориентации в почве.

Не менее тесна связь растений и микроорганизмов с разнообразием экологических особенностей почв. Еще в 1938 г. основатель микроморфологии почв В. Кубиена обратил внимание на исключительно гетерогенное строение почв как природных тел, характеризующихся исключительно разнообразием в них микроэкологических условий. Он писал, что при микроскопическом изучении строения почв обнаруживается, что это не смесь, не масса разнородных веществ, но «целый организованный микромир» (Kubiёna, 1938).

О своеобразии почв как трехфазных природных систем, характеризующихся исключительным разнообразием экологических условий говорят и микробиологи (Звягинцев, 1978; Добровольская и др., 1996). Они подчеркивают, что каждая почва представляет для микроорганизмов не одну среду, а множество сред обитания, обеспечивающих богатство видового и функционального разнообразия почвенной микробиоты.

По-видимому экологически благоприятные свойства «настоящих почв», т.е. мелкоземистых и обогащенных органическим веществом, обусловили то быстрое распространение и высокие темпы эволюции жизни на поверхности суши, которые произошли в конце палеозоя. Тем более интересны новые данные о строении и составе почв того времени (Якименко и др., 2000). Вряд ли можно сомневаться в том, что дальнейшая эволюция сухопутной жизни в мезозое еще теснее была связана с развитием почвенного покрова.

К самому последнему геологическому периоду мезозойской эры — меловому, особенно к его середине и второй половине (100–65 млн. лет назад), приурочены такие важные события в развитии природы, как появление и широкое распространение лиственных лесов, степей и пустынь в умеренных широтах северного полушария и вообще довольно четкая дифференциация его на биоклиматические зоны (Марков, 1960). Не будет ошибочным предположить, что столь же существенные изменения происходили и в развитии почвенного покрова. Очевидно, создавались необходимые условия для образования соответствующих почвенно-растительных зон — с ферраллитными корами и почвами в тропическом поясе, подзолистыми почвами под хвойными лесами приполярных широт, дерново-подзолистыми и бурыми лесными почвами лиственных лесов, степных и пустынных почв типа черноземов и каштановых, различных видов засоленных почв. Конечно, все эти почвы, вероятно, не были идентичными современным и несли в своем составе, режимах и свойствах отражение особенностей того времени. Однако общая тенденция появления в почвенном покрове с конца мелового

периода сходных черт с почвами более позднего геологического времени намечается достаточно ясно.

Если в палеогене на обширных территориях Европы и Азии преобладали еще субтропические гумидные условия почвообразования и формировались каолиновые и красноцветные коры выветривания, то в первый период неогена (миоцен) начинаются похолодание и аридизация; соответственно на севере расширяется зона хвойных лесов, а на юге — степных пространств. В связи с изменением биоклиматической обстановки в миоцене под хвойными лесами, вероятно, протекал подзолистый тип почвообразования, и в продуктах гипергенеза накапливались вторичные гидрослюдистые минералы. В южных аридных ландшафтах под степной растительностью, видимо, формировались почвы черноземного и каштанового типов с карбонатными конкрециями.

По мнению В.В. Добровольского (1969, с. 146), «...миоцен, на протяжении которого совершается глубокое изменение условий выветривания и соответственно состава и строения коры выветривания — своеобразный естественноисторический рубеж между древними эпохами и новейшим этапом гипергенеза».

В конце неогена (плиоцен) рельеф, расположение климатических зон, характер растительного и животного мира, почвенного покрова были уже близки к современному, но началось похолодание, что свидетельствовало о начальных фазах великого четвертичного оледенения северного полушария (1,7 млн. лет назад).

Почвы плиоцена и, главным образом, четвертичного периода (антропоген) сравнительно хорошо сохранились в виде погребенных слоев в толщах лессовых и покровных отложений плейстоцена. Конечно, они подверглись определенным изменениям, но все же изучение их строения, состава и свойств дало очень много для суждения об особенностях природных условий, при которых они сформировались. Материалы этих исследований послужили основой развития новой специальной дисциплины — палеопочвоведения. Важное значение для становления этой науки имели труды К.Д. Глинки, В.И. Крокоса, М.Ф. Веклича, И.П. Герасимова и др. Решением Центрального Совета Международного союза почвоведов от 27 апреля 2004 г. рабочей группе по палеопочвоведению придан статус комиссии по палеопочвоведению в составе Международного Союза почвенных наук.

Многочисленные исследования остатков растений и животных в ископаемых почвах плиоцена, плейстоцена и голоцена убедительно свидетельствуют о тесноте их взаимосвязей и сопряженности эволюции в соответствии с изменением климатических и других природных условий (Веклич, 1974; Динесман, 1976; История биогеноценозов СССР в голоцене, 1976; Таргульян, Александровский, 1976; Величко, Морозова, 1982; Гричук, 1982).

В современной биологии все более утверждается мысль о том, что история развития органического мира может успешно прослеживаться путем анализа эволюции не только и не столько отдельных видов организмов, но обязательно эволюции сообществ или биосистем. Особенно обстоятельно эта позиция обоснована в трудах Г.А. Заварзина (1997).

Неотъемлемым компонентом наземных экосистем является их почвенный покров. Поэтому изучение роли и значения почв в эволюции жизни на Земле представляет одну из важнейших задач не только палеопочвоведения, но и общей теории эволюции биосферы.

Кстати следует вспомнить, что о близости органического мира и почв с геохимической точки зрения писал А.Е. Ферсман в своей фундаментальной «Геохимии». Рассматривая строение и химический состав геосфер, Ферсман анализировал средние величины содержания в них химических элементов — так называемых кларков. Он пришел к следующему знаменательному выводу — «Мы должны признать, что средний состав живого

вещества следует в меньшей степени кларкам атмосферы и гидросферы, а ближе всего и непосредственно следует кларкам почвенного покрова, который в сущности и предопределяет состав организмов» (Ферман, 1937, с. 261).

Анализируя закономерности распределения редких и рассеянных химических элементов в почвах, А.П. Виноградов (1957, с. 6) пришел к заключению, что «геохимическое изучение основной среды жизни — почв продвигает нас вперед по пути более глубокого познания эволюции флор и фаун далекого прошлого...».

К сожалению, и до настоящего времени еще совсем недостаточно данных о содержании многих химических элементов, особенно в почвах погребенных и древних корях выветривания. Только дальнейшие исследования в этом направлении позволят в будущем разработать концепцию о коэволюции почв и органического мира.

Изучение экологических и эволюционных связей между почвами, растениями и животными приобрело в наше время очень актуальное значение в связи с обостряющейся проблемой сохранения на Земле биологического разнообразия.

На состоявшейся в 1992 г. в Рио-де-Жанейро конференции ООН по окружающей среде и развитию была принята специальная «Конвенция о биологическом разнообразии». Впервые человечество в полной мере осознало свою ответственность за ежегодное исчезновение 10–15 тыс. разновидностей биологических организмов. Учитывая это обстоятельство, Конвенция провозгласила, что «...сохранение биологического разнообразия является общей задачей всего человечества».

Основным условием сохранения биологического разнообразия, указывается в Конвенции, является сохранение *in situ* экосистем и естественных мест обитания. При этом понятие экосистемы определяется в Конвенции как «...динамичный комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов, а также их неживой окружающей среды, взаимодействующих как единое функциональное тело».

С точки зрения почвоведения, очень важно подчеркнуть, что почва является основной средой обитания наземных организмов и входит в экосистемы как неотъемлемый их компонент, поэтому сохранение разнообразия почв должно быть одним из важнейших условий реализации концепции сохранения биоразнообразия.

Почвоведцами и биологами накоплены обширные материалы, доказывающие тесноту связей между разнообразием характерных для них биоценозов, отдельных видов растений, животных и микроорганизмов. Более того, теснота этих связей лежит в основе главного теоретического принципа докучаевского генетического почвоведения — почва является результатом взаимодействия факторов почвообразования, среди которых незаменимая роль принадлежит растениям, животным и микроорганизмам. Следовательно, разнообразие почв на Земле в значительной мере определяется разнообразием живых существ, а разнообразие последних связано с разнообразием почв.

На основе этого принципа получили признание такие «пограничные» дисциплины, как индикационная геоботаника (Викторов, Ремезова, 1988), зоологическая диагностика почв (Гиляров, 1965), индикационная зоология (Криволицкий, 1985), которые успешно используют установленные почвенно-биологические корреляции в научных и практических целях.

Многочисленные почвенно-экологические исследования показали многообразие и неразрывность взаимосвязей почв с разнообразием органического мира. Это относится к связям структурно-функциональным, эволюционно-историческим, биогеохимическим, экологическим, географическим (Ковда, 1973; Звягинцев, 1978; Покаржевский, 1985; Добровольский, Никитин, 1990; Карпачевский, 1993; Криволицкий, 1994).

Все шире закономерности этих взаимосвязей используются в таких смежных естественных науках, как палеонтология, палеогеография, палеоантропология, археология и др.

С точки зрения сохранения биологического разнообразия, особый интерес представляет изучение древних и реликтовых почв. Некоторые из них находятся под угрозой полного исчезновения (эрозия, застройка и т.п.), а между тем в них находятся специфические для этих почв и прошлых исторических эпох организмы либо их остатки (Добровольский, 1996). Кроме того, необходимо иметь в виду, что почвы обладают естественно-исторической «памятью» в виде сохранения в их составе, а частично и в свойствах, реликтовых признаков, несущих информацию об экологических условиях прошлых времен почвообразования. Таковыми служат различные органо-минеральные почвенные новообразования (ортштейны, ортзанды, карбонатные и солевые горизонты, мерзлотные турбационные почвенные структуры, вторые гумусовые горизонты, сохранившиеся в профилях современных почв, и др.).

Становление и эволюция разнообразных форм жизни на Земле неразрывно связаны с эволюцией среды их обитания. На суше этой средой обитания изначально были органо-минеральные пленки, образовавшиеся около 2 млрд. лет назад под воздействием циано-бактериальных сообществ на влажных поверхностях подстилающих горных пород и функционально сходные с примитивными маломощными почвами.

Дальнейшее развитие и преобразование примитивных почв в «настоящие» полнопрофильные почвы осуществлялось в процессе совместной эволюции (коэволюции) почв, растений и почвообитающих животных, т.е. эволюции биогеоценозов и ландшафтов в разных эколого-географических условиях.

Литература

- Веклич М.Ф. 1974. Палеопедология — наука о древнем почвообразовании // Палеопедология. Киев: Наукова думка. С. 3–14.
- Величко А.А., Морозова Т.Д. 1982. Изменение природной среды в позднем плейстоцене по данным изучения лессов, криогенных явлений, ископаемых почв и фауны // Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет. М.: Наука. С. 115–120.
- Вернадский В.И. 1944. О значении почвенной атмосферы и ее биогенной структуры // Почвоведение. № 4–5. С. 137–143.
- Викторов С.В., Ремезова Г.Л. 1988. Индикационная геоботаника. М.: Изд-во Моск. Ун-та. 168 с.
- Вильямс В.Р. 1951. Развитие первичного почвообразовательного процесса // Собр. соч. Т. 6. М.: Сельхозгиз. С. 284. (опубл. впервые в 1938 г.)
- Виноградов А.П. 1957. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР. С.6.
- Гиляров М.С. 1965. Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука. 269 с.
- Гиляров М.С. 1949. Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых. М.;Л.: Изд-во АН СССР. С. 280.
- Глазовская М.А. 1950. Влияние микроорганизмов на процессы выветривания первичных минералов // Изв. АН КазССР. Сер. почв. Вып. 6
- Гричук В.П. 1982. Растительность Европы в позднем плейстоцене // Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет. М.: Наука. С. 92–109.
- Динесман Л.Г. 1976. Голоценовая история биогеоценозов Русской равнины в позднем антропогене // История биогеоценозов СССР в голоцене. М.: Наука. С. 122–132.
- Добрецов Н.Л. 2005. О ранних стадиях зарождения и эволюции жизни // Вестн. ВОГиС. №1. С. 43–54.
- Добровольская Т.Г., Лысак Л.В., Звягинцев Д.Г. 1996. Почвы и микробное разнообразие // Почвоведение. № 6. С. 699–705.
- Добровольский В.В. 1969. География и палеогеография коры выветривания СССР. М.: Мысль. С. 146.

- Добровольский Г.В. 1996. Значение почв в сохранении биологического разнообразия // Почвоведение. № 6. С. 694–699.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. 1990. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука. 260 с.
- Добровольский Г.В., Чернова О.В., Быкова Е.П., Матекина Н.П. 2004. Роль и значение заповедников в фундаментальных исследованиях почв и природных условий России // Известия Самарского научного центра РАН. Самара. С. 130–139.
- Заварзин Г.А. 1997. Становление биосферы // Микробиология № 6. С. 725–734.
- Заварзин Г.А., Крылов И.Н. 1983. Цианобактериальные сообщества — колодец в прошлое // Природа. № 3. С. 59–69.
- Звягинцев Д.Г. 1978. Некоторые концепции строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов // Вестн. МГУ. Сер. Почвоведение. № 4. С. 48–56.
- История биогеоценозов СССР в голоцене. 1976. М.: Наука. 290 с.
- Камшилов М.М. 1974. Эволюция биосферы. М.: Наука. № 1. 255 с.
- Каратыгин И.В. 1993. Коэволюция грибов и растений. СПб.: Гидрометеиздат. 115 с.
- Карпачевский Л.О. 1993. Экологическое почвоведение. М.: Изд-во Моск. ун-та. 184 с.
- Ковда В.А. 1973. Основы учения о почвах. М.: Наука. Т. 1. С. 112..
- Колчинский Э.И. 1990. Эволюция биосферы. Л.: Наука. 235 с.
- Криволицкий Д.А. 1985. Индикационная зоология // Природа. № 7. С. 86–91.
- Криволицкий Д.А. 1994. Почвенная фауна в экологическом контроле. М.: Наука. С. 270.
- Криштофович А.Н. 1950. Эволюция растений по данным палеоботаники // Проблемы ботаники. Т. 1. М.-Л.: Изд-во АН СССР.
- Лозина-Лозинский Л.К. 1984. К вопросу об анабиозе микроорганизмов при высушивании и промораживании // Экспериментальный анабиоз. Тезисы докл. 2-ой Всесоюз. конференции по анабиозу. Рига. С. 22.
- Маракушев А.А. 2000. Астробиология — иллюзорная наука // Вестн. РАН. № 3. С. 223–226.
- Марков К.К. 1960. Палеогеография. М.: Изд-во Моск. ун-та. С. 222–228.
- Опарин А.И. 1957. Возникновение жизни на Земле. М.: Изд-во АН СССР.
- Палеопедология. 1974. Киев: Наукова думка. 215 с.
- Покарежевский А.Д. 1985. Геохимическая экология наземных животных. М.: Наука. С.15.
- Полынов Б.Б. 1948. К вопросу о роли элементов биосферы в эволюции организмов // Почвоведение. № 10. С. 601.
- Полынов Б.Б. 1945. Первые стадии почвообразования на массивно-кристаллических породах. // Почвоведение. № 7. С. 327–339.
- Пономаренко А.Г. 1989. Наземные беспозвоночные // Природа. № 5. С. 14.
- Розанов А.Ю. 2000. Бактериально-палеонтологический подход к изучению метеоритов // Вестн. РАН. № 3. С. 214–226.
- Розанов А.Ю., Заварзин Г.А. 1997. Бактериальная палеонтология // Вестн. РАН. № 3. С. 241–245.
- Розанов А.Ю., Хувер Р., Жегалло В.И. 2002. Исследование взвешенного вещества // Бактериальная палеонтология. М.: ПИН. С. 136–155.
- Соколов Б.А., Федонкин М.А. 1988. Ранние этапы развития жизни на Земле // Современная палеонтология. Т. 2. М.: Недра. С. 118–142.
- Соколов Б.С., Барсков И.С. 1988. Палеонтология и эволюция биосферы // Современная палеонтология. Т. 2. М.: Недра. С. 245–254.
- Спирин А.С. 2001. Биосинтез белков, мир РНК и происхождение жизни // Вестн. РАН. № 4. С. 326.
- Страхов Н.М. 1971. Развитие литогенетических идей в России и СССР. М. 608 с.
- Стриганова Б.Р. 1996. Адаптивные стратегии освоения животными почвенного яруса // Почвоведение. № 6. С. 714–721.
- Суетова И.А. 1976. География живого вещества // Природа. № 2. С. 34–37.
- Сушкина Н.Н., Цюрупа И.Г. 1973. Микрофлора и первичное почвообразование. М.: Изд-во Моск. ун-та. 157 с.
- Таргульян В.О., Александровский Л.Г. 1976. Эволюция почв в голоцене // История биогеоценозов СССР в голоцене. М.: Наука. С. 57–79.

- Ферсман А.Е. 1937. Геохимия. Л. ОНТИ. Т. 1. 260 с.
- Холодный Н.Г. 1942. Возникновение жизни и первичные организмы // Изв. Армянск. фил. АН СССР. № 9–10. С. 104
- Чалышев В.И. 1968. Открытие ископаемых почв в пермских и триасовых отложениях // Докл. АН СССР. Т. 182. № 2. С. 426–430.
- Якименко Е.Ю., Таргульян В.О., Чумаков Н.М. и др. 2000. Палеопочвы в верхнепермских отложениях, река Сухона (Бассейн Северной Двины) // Литология и полезные ископаемые. № 4. С. 376–390.
- Dobzhansky Th. 1953. Genetics and the origin of species. New York. 364 p.
- Feakes C.R., Holland H.D., Zbinden E.A. 1989. Ordovician paleosols at Arisaig Nova Scotia, and the evolution of the atmosphere // Paleopedology: Nature and application of paleosols. Catena supplement 16. P. 207–232.
- Gilbert W. 1986. The RNA World // Nature. Vol. 319. No. 6055. P. 618.
- Kubiena L.W. 1938. Micropedology. Iowa: Ames. 243 p.
- Retallack Gregory J. 2001. Soils of the past. An introduction to paleopedology. Second edition. Blackwell Science. 404 p.