

А.М.ИВЛЕВ, О.В.НЕСТЕРОВА

К вопросу об изучении аквапочв

Основным составным компонентом сложного процесса почвообразования, трансформирующим горную породу в новое природное образование — почву, является процесс гумусообразования. С него начинается процесс формирования почвы.

Продуктом процесса гумусообразования является органоминеральный комплекс под названием гумус. Гумус — главный атрибут почвы: без гумуса нет почв, как гумуса нет вне почв.

Гумусообразование есть процесс всеобъемный, глобальный, протекает во всех средах, включая водную, в частности океан, где формируются почвы под названием «аквапочвы». Почвообразование в океане является самым древним, но строение аквапочв наиболее простое вследствие постоянного омоложения почвенных профилей.

On studying the aqua-soils. A.M.IVLEV, O.V.NESTEROVA (Far Eastern National University, Vladivostok).

The main component of complex process of soil formation transforming the rock material into a new physical formation, i.e. soil, is humification. Humification is the beginning of soil formation. The product of humification is humus-clay, or humus, which is a principal attribute of soil: no soils are without humus as well as no humus is outside of soil. Humification is an overall, global process proceeding even in hydrosphere, in ocean in particular, where the aqua-soils forms. The ocean soil formation is the most ancient but the aqua-soil morphology is the simplest due to the permanent soil profile rejuvenation.

Впервые вопрос о подводном почвообразовании затронул В.В.Докучаев [5], который при обсуждении проблемы о происхождении черноземов допускал возможность образования почв даже «на дне морском», если там возникнут условия для проявления процессов почвообразования. Далее этого теоретического предположения Докучаев не пошел. Но этим высказыванием указал на необходимость изучения возможности проявления подводного почвообразования.

В конце XIX в. океанологи, изучая донные отложения, обнаружили в них гумусовые вещества. История исследования этого вопроса подробно представлена в работах Е.А.Романкевича [10]. Но хорошо известно, что гумусовые вещества являются чисто почвенными образованиями, т. е. продуктом процессов почвообразования. Однако для океанологов это не стало поводом относить донные отложения к почвам.

Более однозначно высказался по этому поводу Б.Б.Полынов [9], сказав, что на дне водоемов образуются почвы как продолжение прилегающих к водоему ландшафтов. Этим почвам Б.Б.Полынов дал название «субаквальные почвы». Понятие «субаквальные почвы» приняли и использовали в своих классификациях В.А.Ковда, Е.В.Лобова, Б.Г.Розанов [7] и М.А.Глазовская [4].

ИВЛЕВ Анатолий Михайлович — доктор биологических наук (кафедра почвоведения и экологии почв Дальневосточного государственного университета, Владивосток), НЕСТЕРОВА Ольга Владимировна — научный сотрудник Биолого-почвенного института ДВО РАН, ассистент кафедры почвоведения и экологии почв Дальневосточного государственного университета, Владивосток.

Понятие «субаквальные почвы» было принято многими почвоведом, но его толкование не получило развития. К тому же разные исследователи продолжали называть подводные почвенные образования разными терминами. Так, С.А.Владыченский [3], сравнивая почвы суши с подводными почвенными образованиями, отметил, что у них есть главное сходство, состоящее в том, что они обладают почвенным плодородием. При этом Владыченский подчеркнул положение, выдвинутое Вильямсом, что плодородие — это неперенный атрибут почв. Высказав это, Владыченский делает неожиданный вывод о том, что донные осадки (обладающие плодородием!) все же не являются почвами.

В.А.Серышев [11], признавая факт существования подводных почв, при их характеристике, а главное, для составления почвенной классификации, ввел понятие «аквазем».

Исследователи, изучающие морские донные осадки, также применяют различную терминологию. В литературе описаны морские почвы [17]), подводные почвы [16]), затопляемые и подводные [18]. Американские почвоведы [6] выделяют почвы аквенты, которые представляют некий аналог аквапочв, но только при условии произрастания высшей растительности.

И.А.Соколов [12] использует термин субаквальные почвы, но считает их не классическими почвами, хотя и указывает, что они отличаются продуктивностью и плодородием и выполняют их биосферную и экологическую функцию.

Таким образом, до настоящего времени нет единого мнения о выделении подводных почв. Среди исследователей, признающих существование подводных почв, нет единства и в их названии [1, 2, 8, 14, 15].

В наших исследованиях внимание сосредоточено в основном на вопросах характеристики таких природных образований. Что это — почвы или донные осадки (т. е. геологические отложения)?

Признавая эти подводные образования почвой, мы считаем, что из всех предложенных ранее для нее названий наиболее удачным является термин «аквапочва», хотя более распространен термин «субаквальные почвы», но он уже имеет определенную смысловую нагрузку. А именно: М.А.Глазовская [4], следуя понятиям Б.Б.Полынова [9], выделила субаквальные почвы как гидроморфные. В учебнике «Почвоведение» (под редакцией В.А.Ковды и Б.Г.Розанова) в группу гидроморфных почв включены маритимные (маршевые), мангровые и болотные. И все они прибрежные, а не подводные. Чтобы избежать этой путаницы, мы считаем, что для подводных почв лучше применять термин «аквальные» и не включать их в группу гидроморфных, а выделять в самостоятельную группу подводных почв как особую форму почвообразования. Гидроморфные почвы занимают промежуточное (пограничное) положение между автоморфным почвообразованием и подводным. Пограничное положение мы понимаем не в пространственном смысле, а в процессном. Прибрежные почвы (или талласосоли) пока изучены еще недостаточно хорошо, что видно из сводки С.А. Шляхова [13]. В этой сводке показана степень изученности маритимных почв и показаны особенности проявления процессов почвообразования на Япономорском побережье. Аквапочвы как почвенные образования не изучаются вообще. Термина «аквапочва» нет ни в Большой советской энциклопедии, ни в «Толковом словаре по почвоведению», ни в других словарях, ни в учебниках о почвах. В новейшем энциклопедическом словаре (издание «Ридерз Дайджест», 2002 г.) упоминается термин «субаквальный», но расшифровка ему не дается. Многие почвоведы не принимают термин «аквапочва». А те, кто принимают, считают, что за этим термином кроется не почвенное образование, а геологическое, называемое донными отложениями.

В течение последних шести лет исследования аквапочв финансируется Министерством образования РФ по программе «Университеты России». Это дало нам возможность изучить не только состав гумусовых веществ аквапочв, но и установить особенности строения молекулы гуминовых кислот аквапочв зал. Петра Великого (сектор Японского моря). Осуществлена также сравнительная характеристика аквапочв, автоморфных и маритимных почв побережий зал. Петра Великого.

Исследования по изучению аквапочв были начаты еще в 1994 г. и представлены курсовой, а затем дипломной работой одним из авторов статьи — О.В.Нестеровой. В данное время автор продолжает исследования органических веществ донных отложений зал. Петра Великого (сектор Японского моря).

В творческой группе кафедры почвоведения и экологии почв ДВГУ выработалось представление, что донные отложения, в которых протекают процессы седиментации и процессы разложения отмерших органических остатков, приводящие к образованию и накоплению гумуса, относятся к категории почва. Это и есть подводные почвы, которые следует называть аквапочвой. И совершенно не обязательно, чтобы аквапочва имела полный набор генетических горизонтов. Он (генетический горизонт) может быть только один, но в нем идут активные процессы современного гумусообразования.

Изучение аквапочв на нашей кафедре началось с рассмотрения гранулометрического состава донных отложений. Затем исследования были продолжены в направлении изучения их геохимических особенностей, включая органическое вещество. Тогда и встал вопрос об отнесении донных отложений, содержащих гумусовые вещества, к аквапочвам.

Развернувшиеся работы по изучению гумусовых веществ, состава гумуса и свойств гуминовых кислот явились основанием для отнесения этих образований к категории почв, а именно к аквапочвам.

Вначале район исследования ограничивался лишь акваторией зал. Петра Великого. Позже зона отбора образцов аквапочв была расширена, и они были отобраны у восточного побережья Приморья, а затем у берегов Сахалина (зал. Анива — Охотское море) и в акватории о-ва Монерон (Японское море).

В сборе образцов принимал участие студент кафедры А.Болотин, ныне аспирант Биолого-почвенного института ДВО РАН. Экспедиционные работы проводились на научно-исследовательском судне ДВО РАН «Академик Опарин», выполнявшем научно-исследовательские работы при финансовой поддержке программы «Интеграция».

Большую помощь в осуществлении экспедиционных работ оказали сотрудники Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН, и в частности начальник экспедиции, заведующий лабораторией этого института профессор Владимир Владимирович Исаков.

В обработке материалов по геохимической характеристике аквапочв принимали участие доцент кафедры почвоведения и экологии почв В.Г.Трегубова, а также студенты кафедры И.Попкова, Я.Паркесова, Е.Ерискина.

Микробиологические исследования проводились под руководством заведующего микробиологической лабораторией Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН профессора Валерия Викторовича Михайлова.

Всяческое содействие в проведении работ оказывала ведущий инженер кафедры Зинаида Сергеевна Трофимова.

Изучение состава гумуса, выявление особенностей строения гуминовых кислот аквапочв происхождения полностью выполнено сотрудниками кафедры.

Помогали в выполнении этих работ профессор Владимир Владимирович Исаков (ТИБОХ ДВО РАН), Алексей Лисовский (ДВГУ), Наталья Сизова (ДВГУ).

Всего за годы исследований было отобрано более 70 образцов аквапочв. Образцы отбирались с разных глубин (от 0,5 до 480 м) и на разном удалении от берега (от 5 м до 100 км).

Отбор материала с разных глубин и на разном удалении от берегов преследовал цель выяснить вопрос о происхождении гумусовых веществ на дне моря.

Общеизвестно, что органическое вещество в океане имеет двойное происхождение. Одни гумусовые вещества в море привнесены с суши, т. е. имеют аллохтонное происхождение. Это служит основанием некоторым исследователям говорить об отсутствии процессов гумусообразования в донных отложениях и сделать вывод, что это не почвы, а геологические образования.

Но никто не отрицает наличия в донных отложениях и автохтонного органического вещества, которое является источником (сырьем) образования гумусовых веществ. И именно благодаря наличию автохтонного органического вещества в бассейне седиментации идут процессы гумусообразования (*in situ*), т. е. идет формирование подводных почв — аквапочв.

Наши исследования показали, что на дне моря есть органическое вещество как аллохтонного, так и автохтонного происхождения. При удалении от берегов количество органического вещества аллохтонного происхождения уменьшается, а доля органического вещества автохтонного происхождения увеличивается.

На глубинах более 100 м и при удалении от берегов на 10 км и более доля органического вещества аллохтонного происхождения резко сокращается. Но при этом гумус обнаружен на всех глубинах, что свидетельствует о проявлении там процессов гумусообразования.

Основным сырьем для проявления процессов гумусообразования и последующего образования гумуса является отмершая морская фауна. Это находит отражение и в составе гумуса, и в строении молекулы гуминовых кислот.

Океанологами установлено, что образующаяся в стометровой толще воды биомасса расходуется по пути ко дну в различных пищевых цепях. В результате этого дна достигает всего 2 % от исходной массы. Это и объясняет невысокое содержание органического вещества в поверхностном слое донных осадков, несмотря на древний возраст морей и океанов [10]. Это иллюстрируется и нашими данными. Содержание органического вещества в донных отложениях Японского моря не превышает 2 %, что не обеспечивает накопления большого количества гумуса и формирования мощных гумусово-аккумулятивных горизонтов в аквапочвах, как это характерно для автоморфных почв суши.

Геохимическая среда, в которой протекают процессы гумусообразования, в аквапочвах отличается от таковой почв суши. По гранулометрическому составу аквапочвы сложены в основном песчано-илистым материалом, постоянно изменяющим в пространстве соотношение песчаных и илистых частиц. В верхней части мелкоземистой толщи преобладают фракции физического песка (более 95 %).

Минеральные частицы состоят в основном из кремниево-железистых соединений. Причем четко выделяется взаимосвязь химического состава минеральных частиц с их гранулометрическим составом. С уменьшением размерности в их составе уменьшается содержание кремнезема и увеличивается содержание железа, алюминия, кальция и фосфора.

Илистые частицы насыщены легкорастворимыми солями, в составе которых преобладают хлор, натрий, магний, а также марганец и сульфат-ион. Почти повсеместно

отмечается химическое равновесие между составом морской воды и илистых частиц по содержанию легкорастворимых солей. Это является одной из особенностей аквапочв, и по этому признаку их следует отнести к группе засоленных почв.

В общепринятом разделении почв засоленные почвы относятся к интразональным. По аналогии с этим возникает вопрос о том, к какой группе отнести аквапочвы — к зональным или к интрозональным.

В настоящее время ответить однозначно на этот вопрос не представляется возможным. Относя аквапочвы к засоленным, можно говорить о включении их в группу интрозональных. Однако принимая во внимание широкое их распространение хотя бы в шельфовой зоне морей и океанов, может встать вопрос о выделении самостоятельной зоны (пояса) аквапочв.

Аквапочвы, формирующиеся в пресных водоемах, могут быть отнесены к подгруппе не засоленных.

Другая особенность, характерная для аквапочв наряду с засолением, выражается в особенностях состава гумуса и строения молекул гуминовых кислот.

Между составом гумуса аквапочв, маритимных почв и автоморфных почв суши наблюдаются как различия, так и общие сходства.

В донных отложениях (по данным многих исследователей) сырьем для процессов гумусообразования и образующегося состава гумуса являются биополимеры животного происхождения. Это углеводы, белки, липиды, лигнин, хитин, глюкозиды, воск и другие органические соединения.

Все эти биополимеры разлагаются в основном в условиях восстановительной среды, которая устанавливается в нижней части донного отложения (аквапочвы). Высвобождающиеся при этом мономеры конденсируются в высокомолекулярные соединения, такие как гуминовые и фульвокислоты по типу меланоидного синтеза, что приводит к образованию гумуса. Формирование и накопление гумуса переводит рыхлые осадки из категории донных отложений в категорию почв, которые и называются аквапочвами.

Если говорить о почве как о самостоятельном историческом теле, то ее нужно рассматривать как поверхностный слой литосферы, измененный рядом биогеохимических взаимодействий, выделяемых в почвоведении как элементарные почвообразовательные процессы (ЭПП). В результате воздействия (проявления) ЭПП исходная горная порода видоизменяется, и эта измененная форма и является новым, самостоятельным природным образованием — почвой.

Продолжительность (фактор времени) проявления процессов почвообразования на поверхности литосферы определяет лишь стадии развития почвенного профиля, что выражается его морфологией, т. е. набором (количеством) генетических горизонтов и степенью их развития (выраженности).

Результатом проявления и воздействия процессов почвообразования является органическая (гумус) и минеральная составляющие почвенного тела.

При этом следует подчеркнуть, что почва — составляющий компонент биосферы и результат ее функционирования. Процесс почвообразования един для всей поверхности Земли. Разнообразие же почвенного покрова Земли есть лишь отражение состояния степени зрелости почв в различных экологических условиях. Например, у зарождающихся почв (по Поlyingову) нет почвенного профиля, но на массивно-кристаллической породе уже образовалось гумусовое вещество, что и дает основание выделять ее как почву, хотя и примитивную.

По нашему мнению, аквапочвы — биокосные тела, формирующиеся на дне водоемов под воздействием факторов почвообразования (а не исключительно в результате геологического процесса — осадконакопления). В аквапочвах нет ярко

выраженного профиля, но гумусообразование в них протекает активно, седиментогенез по отношению к нему является вторичным процессом. Подводное (морское) почвообразование — самый древний педосферный процесс на Земле, и поэтому нельзя считать морские аквапочвы примитивными, а скорее, постоянно омолаживающиеся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вески Р.Э. Почвоведение — наука о биокосных системах // Почвоведение. 1982. № 19. С. 18—25.
2. Вески Р.Э. О некоторых путях дальнейшего развития учения о почвах // Почвоведение. 1985. № 3. С. 79—85.
3. Владыченский С.А. Некоторые вопросы «подводного почвообразования» и использования мелководий // Почвоведение. 1968. № 3. С. 9—18.
4. Глазовская М.А. Почвы мира. Ч. 1. М.: Изд-во МГУ, 1972. 231 с.
5. Докучаев В.В. Лекции о почвоведении. Избр. соч. Т. 3. Картография, генезис и классификация почв. М.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1949. 339 с.
6. Ключи к таксономии почв. Изд. 7-е. Линкольн, Небраска: Департамент сельского хозяйства США. Федеральная служба охраны природных ресурсов, 1997. 410 с.
7. Ковда В.А., Лобова Е.В., Розанов Б.Г. Проблема классификации почв мира // Почвоведение. 1967. № 4. С. 3—22.
8. Коншин В.Д., Кузнецов С.И. К вопросу о коренном различии между почвами и донными иловыми отложениями // Биология внутренних вод: информ. бюл. 1975. № 26. С. 54—58.
9. Полынов Б.Б. Руководящие идеи современного учения об образовании и развитии почв // Почвоведение. 1948. № 1. С. 3—13.
10. Романкевич Е.А. Геохимия органического вещества в океане. М.: Наука, 1977. 256 с.
11. Серышев В.А. О классификации и номенклатуре подводных почв // Почвоведение. 1986. № 5. С. 27—34.
12. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Наука, 1993. 232 с.
13. Шляхов С.А. Классификация почв морских побережий. Владивосток: Дали, 1996. 35 с.
14. Вуугман Р. Submarine soil formation changing fossil terrestrial soils // Soil Science. 1975. Vol. 119. P. 24—27.
15. Cowardin L.M. Wetlands and deepwater habitats: A new classification // J. Soil Water Conservation. 1982. N 2. P. 83—85.
16. Deelman J.C. Recent and fossil submarine soils // Soil Science. 1975. Vol. 3. P. 163—170.
17. Degens E.T., Mopper E. Early diagenesis of organic matter in marine soils // Soil Science. 1975. Vol. 119. P. 65—71.
18. Gadel F., Cahet G., Bianchi A.S.M. Submerged soils in the north-western Mediterranean Sea and the process of humification // Soil Science. 1975. Vol. 119. P. 106—112.