

Действительный член АН УССР Н. Г. ХОЛОДНЫЙ

О ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЫДЕЛЕНИЯХ ПОЧВЫ

В ранее опубликованных работах (1-3) было доказано, что газовая фаза почвы, ее атмосфера, всегда содержат некоторое количество летучих органических соединений, которые легко усваиваются корнями растений при содействии бактерий ризосферы. Большой интерес представляет вопрос о химической природе этих веществ. Он не может быть решен с помощью тех биологических методов, которые описаны в цитированных работах. Здесь необходимо применение точных методов химического анализа, употребительных в органической химии. Но это не значит, что биологические методы в этой области полностью себя исчерпали и что они ничего больше не могут дать. В настоящей статье описываются некоторые простые опыты, поставленные с целью несколько уточнить и углубить — с помощью биологической методики — наши сведения о летучих веществах, выделяемых почвой.

Как объяснить тот факт, что в условиях наших опытов (1-3) органические вещества, пригодные для питания растительных и бактериальных клеток, выделялись из почвы в наружную атмосферу, а не поглощались по пути разнообразными представителями богатой почвенной микрофлоры? Здесь возможны различные предположения. Так например, можно допустить, что эти вещества образуются в почве в таком избытке, что почвенные микроорганизмы не успевают их полностью поглощать и ассимилировать. Остаток поступает наружу.

Это предположение можно проверить экспериментально. Возьмем влажную камеру описанного ранее типа (3) *, содержащую около 150 г влажной почвы, и поместим в нее, на некотором расстоянии от почвы, чистое предметное стекло, покрытое посередине небольшим количеством почвенной пыли (4), взятой из того же почвенного образца. Рядом, для контроля, поставим другую такую же влажную камеру, с таким же препаратом почвенной пыли, но без почвы; для увлажнения воздуха на дно этой камеры нальем воды. Бактерии, попавшие на поверхность предметных стекол вместе с частицами почвы, будут, очевидно, находиться в этих двух камерах в неодинаковых условиях в смысле снабжения органическими веществами: в камере с почвой воздух будет содержать летучие органические соединения, выделяемые почвой; в контрольной камере этих соединений нет и, следовательно, бактерии должны здесь довольствоваться в основном теми веществами, которые они находят в почвенных частицах.

Несколько таких опытов, поставленных при комнатной температуре с различными почвами, преимущественно черноземными, и продолжав-

* Рисунок в статье (3) неверно передает положение камеры: она всегда располагается горизонтально, т. е. левая ее сторона (на рисунке) должна быть обращена вверх, правая — вниз.

шихся от 12 до 15 дней, дали неожиданный и, на первый взгляд, непонятный результат: во всех без исключения случаях более богатая микрофлора наблюдалась на поверхности препаратов из контрольных камер, причем особенно обильно разрастались колонии бактерий на поверхности стекла в промежутках между почвенными частицами. В камерах с почвой эти места на препаратах оставались стерильными.

На причинах этого явления мы останавливаемся в другом сообщении (7). Сейчас нам важно только отметить, что микроорганизмы почвенной пыли, очевидно, не могут усваивать органические вещества, выделяемые в воздух почвой: об этом свидетельствует отсутствие роста бактерий в свободных пространствах между частицами почвы.

Отсюда можно заключить, что летучие выделения почвы непригодны также и для питания микроорганизмов, содержащихся во взятом почвенном образце. Их следует рассматривать как отбросы, отходы совершающихся в почве биохимических процессов.

Если это так, то возникает вопрос, каким образом эти непригодные для питания почвенных бактерий вещества, попадая в ризосферу, населенную теми же почвенными микроорганизмами, оказываются хорошим источником органической пищи.

Как было уже указано раньше (1), некоторая часть этих веществ может поглощаться и усваиваться непосредственно живыми клетками растительных корней, обладающих более разнообразным по составу ферментативным аппаратом. Но, с другой стороны, и почвенные микроорганизмы, находясь в сфере влияния корневых выделений, могут приобретать новые свойства. Биохимическая работа, необходимая для переработки и усвоения бросовых веществ почвенной атмосферы и непосильная для свободной живущей почвенной микрофлоры, может быть выполнена объединенными усилиями корневых и бактериальных клеток благодаря большому разнообразию содержащихся в них ферментов, повышению их активности стимуляторами типа гормонов и взаимодействию различных энзимов. Современная микробиология дает нам немало примеров такой синергии разнородных организмов.

С этой точки зрения некоторый интерес представляют опыты с этиловым эфиром уксусной кислоты. В одной из прежних работ (5) было установлено, что пары этого вещества при незначительном их содержании в воздухе влажной камеры являются очень хорошим источником питания для находящихся там же отрезков корней. Оказывается, однако, что свободно живущие почвенные микробы неспособны усваивать это органическое соединение. Если в камеру с эфиром поместить препарат почвенной пыли, то наблюдается только некоторый рост почвенных грибов. Бактерии же почти не дают роста.

Особого внимания заслуживает вопрос о пригодности для питания корней простейшего из углеводов — широко распространенного в природе метана. Как известно, это соединение в химическом отношении весьма инертно. Тем не менее, в почве, несомненно, имеются микроорганизмы, способные его усваивать. В прежних наших опытах (6) мы наблюдали медленный, но вполне отчетливый рост мелких кокков около комочков почвы на кремнекислом геле, содержащем только минеральные соли, если эти гелевые пластинки помещались во влажную атмосферу, к которой было прибавлено около 3% (по объему) химически чистого метана. На контрольных пластинках, без метана, никакого роста около почвенных частиц нельзя было заметить. Рост метановых бактерий происходил настолько медленно, что только на двадцатый день после начала опыта можно было видеть невооруженным глазом беловатые матовые колонии их на геле около комочков почвы.

В новых опытах — с корнями кукурузы и синего лупина — химически чистый метан вводился в количестве от 1 до 3% во влажные камеры обычного типа с отрезками корней, слегка опыленными черноземной

почвой. Опыты продолжались до отмирания корней, около 7 дней. Если в течение этого времени являлась необходимость опрыскивать отрезки корней водою, то после опрыскивания в камеру опять вводилось такое же количество метана. Контрольные корни находились в обычном воздухе, без примеси метана.

Несколько таких опытов показало, что в атмосфере, содержащей метан, корни названных выше растений ни по величине приростов, ни по продолжительности жизни, ни по скорости образования и интенсивности геотропических изгибов ничем не отличаются от контрольных корней, не получающих метана.

Один опыт был поставлен не с химически чистым метаном, а с газообразными продуктами анаэробного брожения клетчатки, которые по мере образования поступали в камеру, где находились корни. В этом случае была обнаружена небольшая разница в продолжительности жизни опытных и контрольных корней: первые оставались живыми приблизительно на сутки дольше, чем вторые; однако приросты обеих групп корней были одинаковы.

Таким образом, можно утверждать, что благоприятное влияние летучих выделений почвы на корневые отрезки, описанное нами в цитированных выше работах (1-3), нельзя объяснить действием на корни метана.

Не исключена, однако, возможность, что в естественных условиях длительное воздействие этого газа на неповрежденные растительные корни сопровождается некоторым положительным эффектом, которого нельзя было обнаружить в наших опытах с корневыми отрезками вследствие их малой продолжительности, ограниченной коротким сроком жизни этих объектов. Но большого значения питание метаном для жизнедеятельности корней, очевидно, не может иметь. Благоприятное влияние на корни почвенной атмосферы следует приписать каким-то другим, менее инертным и более сложным органическим соединениям, образование которых связано, вероятно, с биохимическими процессами в гумусе.

Поступило
27 VII 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Г. Холодный, Почвоведение, № 1 (1951). ² Н. Г. Холодный, Природа, № 2 (1951). ³ Н. Г. Холодный, ДАН, 76, № 1 (1951). ⁴ Н. Г. Холодный, Микробиология, 5, в. 2 (1936). ⁵ Н. Г. Холодный, ДАН, 62, № 6 (1948). ⁶ Н. Г. Холодный, В. С. Рождественский и А. А. Кильчевская, Почвоведение, № 7 (1945). ⁷ Н. Г. Холодный, ДАН, 80, № 4 (1951).