

Действительный член АН УССР Н. Г. ХОЛОДНЫЙ

ПОГЛОЩЕНИЕ ПОЧВОЙ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ АТМОСФЕРЫ

Предложенный пятнадцать лет тому назад ⁽¹⁾ метод проращивания почвенной пыли на поверхности чистого стекла впоследствии был применен для обнаружения в атмосфере летучих органических веществ, пригодных для питания микроорганизмов ^(2, 3). Реакция на наличие в атмосфере таких веществ выражается в более или менее быстром росте бактерий на свободных участках стекла, в промежутках между почвенными частицами. При отсутствии в окружающей атмосфере летучих питательных соединений рост бактерий на препаратах почвенной пыли ограничивается узкой зоной, непосредственно прилегающей к почвенным частицам, откуда эти бактерии извлекают необходимые им органические вещества.

В прежних опытах ^(2, 3) объекты, выделяющие в воздух питательные органические соединения (прорастающие семена, цветы, листья), помещались в ту же влажную камеру, где находились предметные стекла, покрытые почвенной пылью. Через 3—4 дня на этих стеклах уже появлялись крупные колонии различных бактерий, которые можно было видеть даже невооруженным глазом.

Возникает вопрос, можно ли с помощью того же метода обнаружить присутствие летучих и газообразных органических веществ в свободной атмосфере, находящейся за пределами влажной камеры, в которую помещен препарат почвенной пыли. Такой вопрос вполне уместен. Во всех наших опытах камеры закрывались не герметически, и при колебаниях давления или температуры вещества, находящиеся в наружной атмосфере, несомненно могли проникать внутрь камеры. Обмену веществ между воздухом, заключенным в камере, и наружной атмосферой способствовала также диффузия газов.

Опыты, поставленные с целью получить ответ на приведенный выше вопрос, отличались от только что упомянутых прежних опытов тем, что в камерах с препаратами почвенной пыли не было никаких посторонних источников летучих органических веществ. Эти последние могли проникать сюда только из наружной атмосферы. Опыты ставились в мае — июле, в лесу, где воздух в этом время года содержит много органических соединений, выделяемых растительностью. Продолжительность опытов была увеличена до 12—15 дней. Температура колебалась от 15 до 25°.

Во всех без исключения этих опытах на препаратах, после фиксации и окрашивания их генцианвиолетом, во многих местах были обнаружены довольно значительные по размерам колонии микроорганизмов, разросшихся по поверхности стекла между почвенными частицами.

Одно из таких скоплений морфологически однородных бактерий изображено на рис. 1.

Как убедиться, что эти колонии действительно растут за счет летучих органических веществ, проникающих в камеры из наружной атмосферы? Ответ можно получить, несколько видоизменив постановку опытов. Поместим препарат почвенной пыли в камеру, которая содержит 120—150 г влажной почвы из того же образца. Между препаратом и поверхностью почвы оставим небольшое свободное пространство. Теперь, если в воздух камеры проникнет извне некоторое незначительное количество какого-нибудь питательного соединения, то оно должно будет распределиться между микробами на стекле и в почве. А так как последних в десятки тысяч раз больше, чем первых, то на долю бактерий, содержащихся в почвенной пыли, почти ничего не останется, и они не смогут расти.

Действительно, сравнение препаратов почвенной пыли, находившихся 12—15 дней в камерах с почвой, с такими же препаратами из камер без почвы обнаружило, что микрофлора первых гораздо беднее и, что

особенно важно, на них совершенно отсутствуют колонии бактерий в промежутках между почвенными частицами (см. рис. 2).

Результаты этих опытов интересны с двух точек зрения. Во-первых, они подтверждают предположение о возможности питания почвенных бактерий теми органическими соединениями, которые поступают в свободную атмосферу из различных органов наземных растений. Поглощение и усвоение этих веществ бактериями почвенной пыли происходит, несмотря на ничтожное содержание их в атмосфере, которое, по имеющимся данным, не превосходит нескольких миллиграммов на 1 м³ воздуха. Во-вторых, из тех же опытов следует, что почва обладает способностью поглощать из атмосферы летучие органические вещества растительного происхождения.

Поглотительная способность почвы по отношению к этим веществам может быть продемонстрирована еще более убедительно опытами с растительными объектами, заведомо выделяющими в воздух различные органические соединения.

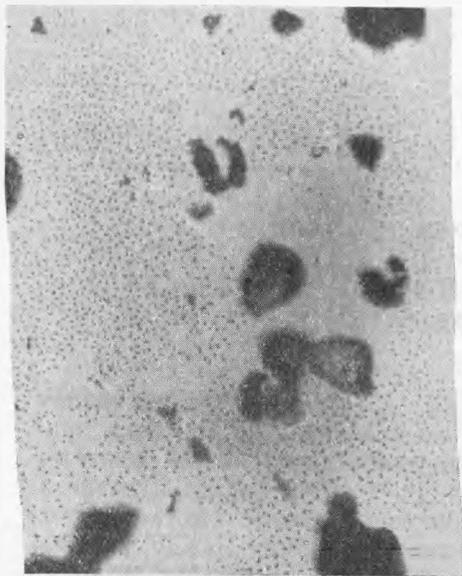


Рис. 1. $\times 280$



Рис. 2. $\times 280$

Возьмем две полулитровые влажные камеры обычного типа и внесем в одну из них около 150 г влажного чернозема, в другую нальем немного воды. Затем в обе камеры поместим в стеклянных чашечках по 20—25 набухших семян гороха. Наконец, в каждой из этих камер укрепим по одному предметному стеклу, покрытому в средней части почвенной пылью. Стекла эти не должны, конечно, соприкасаться ни с почвой, ни с прорастающими семенами гороха. Спустя 3—4 суток извлечем препараты из камер, фиксируем их и окрасим генцианвиолетом. Рассматривая их теперь в лупу или даже невооруженным глазом, мы заметим резкую разницу между препаратами, находившимися в камерах с почвой и без почвы. Первый покажется нам почти стерильным; на втором мы обнаружим большие ярко окрашенные колонии бактерий (см. рис. 3).



Рис. 3. Слева — почти стерильный препарат почвенной пыли из камеры с прорастающими семенами гороха и с почвой; справа — такой же препарат из камеры с прорастающими семенами гороха, но без почвы; $\times 2,5$

Сходный результат мы получим и в том случае, если прорастающие семена гороха заменим несколькими соцветиями тысячелистника, клевера или какого-нибудь другого растения из числа испытанных нами в прежних исследованиях (3). Мы найдем, что выделяемые этими объектами летучие соединения также поглощаются почвой, хотя и не столь быстро, как более питательные вещества, выделяемые семенами гороха.

Почва может поглощать летучие и газообразные органические вещества двояким путем: благодаря жизнедеятельности населяющих ее микроорганизмов и посредством физико-химического связывания в процессе адсорбции. Чтобы выяснить относительное значение этих двух процессов в описанных здесь явлениях, был поставлен опыт с почвой, которая дважды основательно прогревалась при 100° во влажном состоянии (каждый раз около 1 часа), причем второе прогревание производилось через 24 часа после первого. Во время стерилизации почва (в количестве 150 г) находилась в той же камере, которая в дальнейшем была использована для опыта. Двукратного нагревания было достаточно, чтобы убить всю активную микрофлору почвы. Жизнь могла сохраниться только в некоторых особенно стойких спорах.

Когда прогретая второй раз почва охладилась до комнатной температуры, в камеру были помещены чашечка с 25 набухшими семенами

гороха и препарат почвенной пыли. В контрольную камеру (с водой вместо почвы) также были помещены 25 набухших семян гороха и препарат почвенной пыли. Во время опыта препараты были один раз увлажнены путем опрыскивания дистиллированной водой из пульверизатора. Температура колебалась в пределах 20—22°.

Спустя 70 час. после начала опыта препараты были извлечены, фиксированы, окрашены и исследованы. На этот раз микрофлора, развившаяся на препарате в камере с почвой, не только оказалась не беднее той, которая развилась на стекле в камере без почвы, но даже значительно превосходила ее по силе роста и морфологическому разнообразию микроорганизмов.

Из этого можно сделать два вывода: 1) Адсорбционное связывание летучих органических веществ атмосферы не играет существенной роли в процессе поглощения этих веществ влажной почвой. 2) Частично стерилизованная, «полумертвая» почва, повидимому, выделяет в атмосферу летучие органические вещества, обладающие более высокими питательными достоинствами, чем те, которые поступают в воздух из той же почвы в нормальном, «живом» ее состоянии.

Описанные здесь опыты позволяют также заключить, что органические вещества, выделяемые в атмосферу растительным миром, не рассеиваются в ней бесследно; основная масса их, по всей вероятности, поглощается почвой и расходуется на питание почвенных микроорганизмов.

Таким образом, выявляется еще одно звено в сложной цепи явлений — в круговороте веществ биосферы, обусловленном жизнедеятельностью населяющих ее организмов.

Поступило
27 VII 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Н. Г. Холодный, Микробиология, 5, в. 2 (1936). ² Н. Г. Холодный, ДАН, 41, № 9 (1943). ³ Н. Г. Холодный, ДАН, 43, № 2 (1944).