

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Действительный член АН УССР Н. Г. ХОЛОДНЫЙ

**ИСТОЧНИКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ,
ВЫДЕЛЯЕМЫХ ПОЧВОЙ В ВОЗДУХ**

В прежних наших сообщениях о выделении почвой летучих органических соединений (¹, ²) было высказано предположение, что эти соединения образуются при медленном разложении микробами гуминовых веществ. Но гуминовые вещества встречаются не только в почве. Очень много их содержится в некоторых ископаемых гумусовых породах — каустобиолитах, например в буром угле. Другой каустобиолит — торф — менее богат гуминовыми веществами, чем бурый уголь, но зато содержит гораздо больше полуразложившихся мало устойчивых растительных остатков (³).

Естественно возникает вопрос, не обладают ли названные каустобиолиты способностью выделять при благоприятных условиях летучие органические вещества, сходные с теми, которые содержатся в газовой фазе почв. Под благоприятными условиями мы подразумеваем достаточное количество воды в породе, умеренную (не слишком высокую и не слишком низкую) температуру и, главное, наличие активной микрофлоры, способной разлагать гуминовые соединения. Поскольку и бурый уголь и торф принадлежат к относительно молодым геологическим образованиям, можно допустить наличие в них автохтонной микрофлоры, непрерывно продолжающей свою биохимическую работу в течение всего времени существования данной породы. Но возможно, конечно, и проникновение активных форм микроорганизмов извне, например из вышележащей почвы — с грунтовыми водами. В литературе можно найти экспериментальные данные, свидетельствующие об интенсивных микробиологических процессах в торфе (⁴). Есть косвенные указания на наличие деятельной микрофлоры и в буром угле (⁵).

Чтобы решить вопрос, сопровождаются ли микробиологические процессы в названных горных породах выделением летучих органических веществ, летом 1951 г. были поставлены опыты, которые отличались от описанных раньше (¹, ⁶) только тем, что влажные камеры вместо почвы загружались приблизительно таким же количеством бурого угля или торфа. Тестобъектами служили изолированные корни синего lupина и кукурузы, имевшие в длину 3 см и в большинстве случаев слегка опыленные черноземом.

Приведем сначала описание нескольких опытов с бурым углем. Уголь был получен из Александрийского месторождения (УССР) в воздушно-сухом состоянии.

Опыт 1. В одной из камер помещалось около 150 г измельченного бурого угля, который за 24 дня до опыта был увлажнен 30 мл воды. В другой (контрольной) камере было немного воды на дне. В обе камеры помещено по 10 отрезков корней синего lupина. В камере с углем корни находились на некотором расстоянии от него. Температура в течение опыта 21—23°.

Через 73 часа после начала опыта все контрольные корни оказались мертвыми, потерявшими тургор, полупрозрачными. Средний прирост их не превышал 1—2 мм. Все опытные корни в это время были совершенно здоровы, обильно покрыты волосками, нормально гуттировали. Средний прирост их 4,2 мм в сутки. В течение следующих трех суток все эти корни продолжали оставаться здоровыми и только через 7 дней после начала опыта начали отмирать.

Опыт 2. В одной из камер бурый уголь, измельченный и увлажненный за 7 дней до опыта, в другой — вода. В обеих по 10 корней синего лупина в вертикальном положении. Температура 22,5—26°.

Через 31 час после начала опыта все корни положены горизонтально. Еще через 15 час. в первой камере у 5 корней наблюдались слабые геотропические изгибы; средний прирост 2,5 мм; все корни были здоровы. В это же время во второй (контрольной) камере все корни оставались прямыми, у двух верхушки отмерли; средний прирост 1,0 мм. Спустя сутки все контрольные корни были уже мертвы, полупрозрачны; все опытные продолжали оставаться здоровыми. Та же картина наблюдалась в течение следующих 4 суток, и только на восьмые сутки после начала опыта начали отмирать и корни в камере с бурым углем.

Опыт 3. В одной камере влажный бурый уголь, в другой — вода. В обеих по 8 корней лупина. Температура 18—21°. Корни вначале расположены вертикально, но через 36 час. приведены в горизонтальное положение. Уже через 2 часа после этого у опытных корней можно было наблюдать начало геотропической реакции, которая постепенно усиливалась. Все контрольные корни оставались прямыми до конца опыта. У опытных средний прирост за 53 часа — 4,0 мм, у контрольных — 1,0 мм. Через 24 часа после измерения все контрольные корни были уже мертвы, все опытные вполне здоровы.

Опыт 4. В камерах — бурый уголь и вода. В обеих по 10 корней кукурузы. Температура в начале опыта 27°, на другой день 28,5°, на третий, четвертый и пятый 26,5, 25 и 20°.

Через 50 час. после начала опыта в камере с углем все корни были здоровы; средний прирост их 5,5 мм; в камере с водой у 9 корней наблюдалось побурение верхушек; средний прирост 2,3 мм. На следующий день все контрольные корни были мертвы, все опытные здоровы. Спустя еще сутки у четырех из них началось побурение верхушек, остальные были еще здоровы.

Описанные опыты не оставляют никакого сомнения в том, что влажный бурый уголь выделяет в воздух органические вещества, которые, подобно летучим выделениям почвы, стимулируют рост изолированных корней, увеличивают продолжительность их жизни и сопротивляемость инфекции, способствуют образованию геотропических изгибов.

Давно известно, что бурый уголь представляет собой довольно хорошее удобрение (5). Теперь можно высказать предположение, что благоприятное влияние его на рост и урожайность различных растений отчасти следует приписать выделяемым им летучим органическим веществам, которые усваиваются корнями при помощи бактерий ризосферы.

Перейдем к опытам с торфом. Торф для этих опытов был взят из торфяных разработок возле с. Столпяги, Переяславского района Киевской обл. на глубине около 1,5 м. Перед опытами он, так же как и бурый уголь, измельчался и увлажнялся, причем, вследствие его значительной влагоемкости, воды приходилось брать больше, чем для угля.

Опыт 5. В одной из камер торф, увлажненный 50 мл воды за 7 дней до опыта; в другой — вода. В обе камеры помещено (вертикально) по 11 корней лупина. Через 29 час. все корни приведены в горизонтальное положение, а еще через 27 час. подвергнуты обследованию. У пяти опытных и у четырех контрольных корней к этому моменту образовались отчетливые геотропические изгибы. Средний угол (из расчета

на все 11 корней) в обоих случаях 20°. Средний прирост опытных 2,5 мм, контрольных 2,4 мм.

Еще через 74 часа все контрольные корни были мертвы, полупрозрачны по всей длине; у всех опытных кончики их потеряли тургор, но на всем остальном протяжении корни имели еще здоровый вид. Такая же картина наблюдалась и на следующий день. Температура 22° в течение первых пяти дней; на шестой день — 19°.

Опыт 6. Повторение предыдущего, но вместо лупина в камерах по 10 корней кукурузы. Температура, как в опыте 5. Через 27 час. после начала опыта корни приведены в горизонтальное положение, а еще через 28 час. обследованы. У опытных — четыре геотропических изгиба (средний угол 14°), средний прирост 4,1 мм; у контрольных — три изгиба (тоже 14°), средний прирост 3,8 мм. На шестой день у всех контрольных верхушки побурели; из опытных — то же у пяти корней, остальные были еще вполне здоровы.

Опыты 5 и 6 ясно показывают, что торф значительно уступает бурому углю по интенсивности выделения летучих органических веществ, поддерживающих жизнедеятельность корней. А так как главное отличие бурого угля от торфа заключается в более высоком содержании гуминовых веществ, то отсюда следует, что именно эти вещества, вероятно, и являются главным источником органических соединений, выделяемых исследованными нами каустобиолитами в воздух. Этот вывод можно распространить и на почвы.

Менее устойчивые составные части торфа, повидимому, не дают при разложении летучих органических соединений, благоприятно влияющих на корни.

По современным воззрениям гуминовые вещества образуются, главным образом, за счет разложения микробами лигнина одревеневших растительных тканей. Если это так, то можно предположить, что и начальные стадии разложения мертвой древесины также сопровождаются выделением летучих органических соединений. Опыты 7 и 8 подтверждают это предположение.

Опыт 7. В одной из камер — влажные сосновые опилки, служившие для выращивания ростков опытных растений в течение 5 лет подряд, потемневшие от времени и совершенно потерявшие свой первоначальный запах. В другой камере — вода. В обеих по 9 корней синего лупина. Температура 22—26°.

Через 26 час. после начала опыта корни приведены в горизонтальное положение, а еще через 10 час. подвергнуты обследованию. В камере с опилками все корни оказались здоровыми; у четырех слабые геотропические изгибы; средний прирост 3,2 мм. Все контрольные корни прямые, мертвые, полупрозрачные; средний прирост их 0,5 мм. В течение следующих двух суток корни в камере с опилками имели еще здоровый вид, и только на пятый день после начала опыта верхушки у некоторых из них потеряли тургор.

Опыт 8. В одной из камер опилки (такие же, как в опыте 7), в другой — вода. В обеих по 10 корней кукурузы. Температура 20—24,5°. Спустя 28 час. после начала опыта все корни положены горизонтально и еще через сутки подвергнуты обследованию. В камере с опилками у пяти корней наблюдались отчетливые геотропические изгибы (средний угол 20°), средний прирост 4,0 мм. В контрольной камере геотропические изгибы у двух корней (средний угол 7°), средний прирост 3,7 мм.

Еще через 32 часа уже у восьми опытных корней геотропические изгибы; средний прирост 4,7 мм. В контроле геотропические изгибы у трех корней; средний прирост 3,8 мм. В течение следующих трех суток все контрольные корни отмерли; в камере с опилками два корня до конца опыта имели здоровый вид; остальные в различной степени побурели.

Как было уже указано, опилки, взятые для опытов 7—8, служили в течение долгого времени для выращивания опытных растений. Таким образом, корни этих последних с самого начала своего развития находились в атмосфере, содержащей питательные органические соединения. Очевидно, и в микрофлоре опилок имелись бактериальные формы, приспособившиеся к поглощению и ассимиляции этих веществ. Это обстоятельство, несомненно, способствовало удаче описанных ранее (1, 6) опытов, в которых тестобъектами были корни проростков, выращенных в опилках.

Все приведенные в этой статье экспериментальные данные увеличивают вероятность предположения, что летучие органические соединения, выделяемые почвой, образуются при медленном разложении лигнина и гуминовых веществ.

Поступило
1 X 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Г. Холодный, Почвоведение, № 1 (1951). ² Н. Г. Холодный, ДАН, 80, № 3 (1951). ³ В. О. Таусон, Наследство микробов, 1947. ⁴ S. A. Waksmán, Am. Journ. of Science, 19, Jan. (1930). ⁵ V. Vouk, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, 103 (1931). ⁶ Н. Г. Холодный, ДАН, 76, № 1 (1951).