

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ АЗОТОБАКТЕРА В ПРЕСНЫХ ВОДОЕМАХ

(Представлено академиком С. А. Зерновым 24 VI 1939)

Наличие азотобактера в воде и грунтах различных пресных водоемов было констатировано рядом исследователей. Это обстоятельство и установление роли азотобактера в плодородии почв создало предпосылки для предположений о большом значении его и в продуктивности водоемов.

Однако обнаружение азотобактера обычно в единичных пробах и в небольшом количестве не давало достаточно оснований для подтверждения этого предположения, и в работах последнего времени мы находим уже указания на малое распространение этого микроорганизма в водоемах⁽³⁾ и на затруднительность его обнаружения⁽⁵⁾.

Несоответствие получавшихся при поисках азотобактера результатов с теоретическими предположениями, с химическими данными по балансу азота, привело одних авторов (Baier) к мысли о неудовлетворительности применявшихся для обнаружения азотобактера сред, а других заставило вернуться к допущению возможности фиксации азота водорослями⁽¹⁾. Стремление разрешить проблему подбором питательной среды привело Baier'a к постановке системы экспериментов с различными питательными составами, в результате чего, по его мнению, и получена среда, содержащая все необходимые для развития азотобактера элементы.

Вследствие указанных разноречивых заключений о роли азотобактера в балансе азота в водоеме, была поставлена при проведении работы на Красногорском озере (Ленинградской обл.) задача выяснения нахождения в нем азотобактера.

Посевы водой и грунтом из открытого озера показали отсутствие азотобактера во всех за исключением одной пробах, несмотря на применение среды Baier'a наряду со средой Бейеринка.

В отличие от этого произведенные в то же самое время посевы налетом с подводных частей водных растений обнаружили местонахождение азотобактера в озере. Внесение небольшого кусочка подводной части растения или налета с него, а также кусочка погруженных в воду листьев деревьев, росших по берегам или поваленных в воду, неизменно давало пышное развитие азотобактера как на среде Baier'a, так и на среде Бейеринка. Прямой микроскопический просмотр налета с водных растений обычно показывал уже наличие азотобактера: в посевах характерная маслянистая пленка появлялась уже на третий день.

Таким образом, сплошные заросли водных растений, простирающиеся вдоль берегов Красногорского озера, состоящие из камыша, тростника, различных рдестов, кувшинки, хвоща и др., являлись местом обитания

азотобактера. Точно так же ковер из *Chara*, *Littorella*, *Fontinalis*, покрывающий дно озера на мелких местах, *Cladophora*, покрывающие прибрежные камни, содержали колоссальные количества этого азотфиксирующего микроорганизма.

Азотобактер был обнаружен на следующих растениях и водорослях: *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris*, *Butomus umbellatus*, *Equisetum limosum*, *Nymphaea candida*, *Nuphar luteum*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton natans*, *Pot. praelongus*, *Pot. perfoliatus*, *Pot. lucens*, *Pot. pusillus*, *Ranunculus circinatus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Myriophyllum spicatum*, *Utricularia vulgaris*, *Elodea canadensis*, *Chara*, *Littorella*, *Fontinalis*, *Cladophora*.

Следует отметить, что скопления азотобактера находились на перечисленных живых растениях и не были обнаружены ни в одном случае на отмерших растениях, находившихся в стадии сильного разложения. В зоне зарослей найден был азотобактер и в воде и в грунте (титр 1.0—0.1 г).

В целях выяснения того, насколько азотобактер локально связан с водными растениями и не являются ли приведенные результаты Красногорского озера исключительными, были взяты пробы растительности на р. Луге, протекающей в 4 км от озера и с ним не связанной. Луга, узкая и неглубокая речка с весьма быстрым течением, по берегам и на отмелях поросла различными растениями: рдестами, ежеголовкой, кувшинкой, кубышкой и др. Оказалось, что и в условиях проточной воды поверхность подводных частей всех растений была заселена азотобактером в огромном количестве, как и на непроточном Красногорском озере.

Таким образом, расселение азотфиксирующих организмов на водных растениях наблюдается как в озере, так и в реке.

Указаний в литературе на такое широкое распространение азотобактера в зоне мелководья пресных водоемов я не могла найти. О нахождении азотобактера на поверхности морских водорослей давно известно из работ Keutner'a, Venecke, Keding'a, Исаченко и др. На симбиоз азотобактера с водорослями указывал Reinke. Был найден азотобактер и на пресноводных организмах *Spirogyra* и *Volvox globator*. Есть указания у Fischer'a о нахождении азотфиксирующих организмов на *Riccia*, *Lemna* и *Salvinia*, но без сообщения, какие именно микроорганизмы были им обнаружены (Fischer придавал большое значение в накоплении азота в водоеме бактериям из группы *Pneumonie*). Lanttsch обнаружил в одном случае при исследовании *Elodea* и *Potamogeton*, обладающую способностью фиксировать азот *B. turcosum*. Эти сведения из работы Lanttsch'a приведены у Demoll'я в обобщенном виде. Этими данными исчерпываются сведения, которые мы могли найти в литературе.

Количество азотобактера, которое наблюдалось на растениях в летний период, было очень велико.

Можно предполагать, что зона мелководья вообще и зона зарослей в частности являются местами интенсивной фиксации азота, что в конечном итоге должно приводить к обогащению воды соединениями азота. Что касается самих путей перехода этих соединений в воду, то вообще механизм этого процесса еще не ясен (Виноградский, 1938).

На поверхности растений, как показал нам микроскопический просмотр налета с них, находятся огромные количества разнообразных простейших, главным образом *Ciliata*. И в посевах материалом, снятым с водных растений вслед за образованием азотобактером в питательной среде пленки, наблюдалось развитие простейших, часто в несколько дней уничтожавших клетки азотобактера почти полностью. Из-за этого обстоятельства приходилось делать частые пересевы культур и непрерывно вести микроскопический контроль. Поглощение азотобактера простейшими

можно было наблюдать непосредственно под микроскопом постоянно при просмотре культур. Возможно, что *Ciliata* играют известную роль в переходе в воду соединений азота, как это было высказано Moler'ом. На роль *Ciliata* в этом процессе указывают Cutler и Bal (⁶).

По нашим наблюдениям, азотобактер находится на растениях до глубокой осени, когда происходит отмирание водной растительности. 21 X азотобактер был обнаружен в 40% проб. Ранней весной посе́вы материалом с молодых и частично с прошлогодних растений дали развитие азотобактера.

Как в летний, так и в осенний период в посевах налетом с растительности наблюдались различные формы азотобактера: более крупные, близкие к *Az. agilis*, и довольно крупные, дававшие характерную коричневую пленку *Az. chroococcum*. Было выделено несколько штаммов *Az. chroococcum*, обладающих хорошо выраженной способностью фиксировать азот.

Одновременно с азотобактером в налетах на растениях во время летнего периода был обнаружен и другой азотусвояющий организм—*Clostridium pasteurianum*.

Проведение большей части работы параллельно на двух средах Бейеринка (с добавлением иловой вытяжки) и Baier'a дало материал для сравнения их пригодности при обнаружении водных штаммов азотобактера. Результаты получились одинаковыми в 51 случае (79.66%), расхождение было получено в 13 случаях (20.34%), причем больший процент развития был получен на среде Бейеринка (развитие только на среде Бейеринка в 10 случаях—15.62%, только на среде Baier'a в 3 случаях—4.72%). Таким образом, среда, предложенная Байером, по нашему опыту, не имеет особых преимуществ по сравнению со средой Бейеринка (при условии добавления в последнюю иловой вытяжки).

Поступило
27 VI 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Е. С. Алеев и К. А. Мудрецова, Микробиология, VI, в. 3 (1937).
² Б. Л. Исаченко, Исследования над бактериями Северного Ледовитого океана (1914).
³ С. И. Кузнецов, Микробиология, VI (1937).
⁴ Худяков, С.-х. микробиология, стр. 212 (1926).
⁵ С. R. Baier, Centr. f. Bact., II Abt., Bd. 95, № 5/8 (1936).
⁶ D. W. Cutler и D. V. Bal, Ann. App. Biol., 13 (1926).
⁷ R. Demoll, Teichdüngung, Handb. d. Binnenfisch. Mitteleuropas, Bd. IV, L 1, p. 60 (1925).
⁸ H. Fischer, Centr. f. Bact., II Abt., Bd. 46 (1916).
⁹ C. Lantzsch, Arch. f. Hydrobiol., Bd. XV, H. 3 (1924).
¹⁰ S. Winogradsky, Centr. f. Bact., II Abt., Bd. 97 (1938).