

РУССКИЙ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ,

издаваемый при Волжской Биологической Станции

под редакцией А. Л. Бенинга.

RUSSISCHE HYDROBIOLOGISCHE ZEITSCHRIFT,

herausgegeben an der Biologischen Wolga—Station

unter der Redaktion von Dr. phil. A. L. Behning.

Том I. (Band I).

№ 9—10.

Сентябрь — Октябрь 1922.
September — Oktober

Заметка о бактериальном сапропеле.

С. М. Вислоух (Детское Село).

Как известно, сапропели образуются „из живущих в воде животных и растительных организмов и их частей, а также экскрементов животных оседающих на дно“ ¹⁾, причем важнейшая роль в их образовании принадлежит водорослям и отчасти нисшим ракообразным (так назыв. Chitin-gyttja по W e s e n b e r g - L u n d), а потому нередко сапропели называются также водорослевыми илами. Между тем, мне пришлось наблюдать, правда в довольно своеобразных условиях, колоссальное развитие одной бактерии из физиологической группы „зеленых бактерий“ и постепенное превращение этого органического материала в сапропель.

Зеленые бактерии, которые более подробно начали изучаться лишь в последнее время (Г. А. Надсон и Б. В. Перфильев) ²⁾, представляют очень своеобразную группу бактериальных, по строению клетки, организмов, отличающихся от всех других бактерий присутствием хлорофилла, который, однако, по выражению Г. А. Надсона, является „инактивным“, так как до сих пор у этих организмов, несмотря на применение самых тонких методов исследования, не удалось обнаружить выделения ими на свету кислорода, как то полагается для хлорофиллоносных организмов. Как показали исследования Г. А. Надсона и Б. В. Перфильева (l. c.), организмы эти

¹⁾ Г. Потонье. Сапропелиты. Перев. К. П. Калицкого и Н. Ф. Погребова. Пгр. 1920, стр. 56.

²⁾ Г. А. Надсон. Микробиологические очерки. I. *Chlorobium limicola* Nads., зеленый микроорганизм с нефункционирующим хлорофиллом (Изв. СПб. Ботанич. Сада, Т. 12, 1912 г., стр. 55).

Б. В. Перфильев. О хлорофиллоносной „зеленой бактерии“ *Pelodictyon clatriforme* Lauterb. (Журн. Микробиологии, Т. I, 1914 г., стр. 179).

Б. В. Перфильев. К учению о симбиозе. *Chlorochromatium aggregatum* Lauterb. (*Chloronium mirabile* Buder) и *Cylindrogloea bacterifera* nov. gen. nov. sp. (Ibid., стр. 209).

очень широко распространены в природе, встречаясь как в пресной, так и в соленой воде, то самостоятельно, то в постоянном сожительстве с другими организмами ¹⁾, причем в последнем случае образуются определенные симбиотические организмы, наподобие лишайников. Хотя зеленые бактерии и очень широко распространены в природе и нередко развиваются в значительном количестве, образуя видимую невооруженным глазом зеленую муть в воде, а иногда пленки и налеты, однако, до сих пор не приходилось наблюдать такого их развития, чтобы они могли образовать (в чистом виде) хорошо выраженные донные отложения. Между тем, такой именно случай, случай образования донных отложений до 0,5 сант. толщиной, мне пришлось наблюдать 2 года сряду в одном из прудов Александровского парка в гор. Детском (б. Царском) Селе, близ Петрограда.

Ранней весной 1920 г., вскоре после стаивания льда, я обратил внимание на массовое развитие в Фигурном пруде ²⁾ крупных слизистых колоний ярко-зеленого цвета, покрывавших толстым слоем, нередко до размера ладони величиной, участки дна, а также лежащие на нем листья, ветви и т. п. предметы. Частично такие слизистые колонии отрывались от дна, округлялись, и в виде шаров, до размеров небольшого яблока, свободно плавали у поверхности воды.

По внешнему виду этих колоний я думал, что имею дело с крупными колониями какой либо синезеленой водоросли из родов *Arphanothese* или *Arphanocapsa*, но под микроскопом оказалось, что эти слизистые массы состоят из необычно крупных колоний зеленой бактерии *Pelodictyon aggregatum* Pierf., с незначительной примесью внедрившихся в них других организмов (синезеленых, зеленых и диатомовых водорослей, инфузорий, червей и т. п.). Так как я заметил эти колонии слишком поздно, в период их отмирания, то проследить это явление в 1920 г. полностью я не мог. Будучи знаком по вышеуказанным работам с экологией зеленых бактерий вообще, я думаю, что главной причиной массового развития здесь *Pelodictyon* являются особые условия Фигурного пруда. Дело в том, что почти все пруды парков Детского Села являются более или менее проточными, Фигурный же пруд, лежащий в стороне от общей системы стока и к тому же обладающий очень сложной конфигурацией, имеет все условия крайней застойчивости, что в связи с очень незначительной его глубиной (около 1 метра максимум), ведет к тому, что зимой, вследствие разложения отмирающей обильной донной растительности (преимущественно хары и отчасти *Elodea* и хвощи), и падающей в воду с окружающих деревьев в большом количестве осенней листвы, создается сильная зараженность воды пруда продуктами распада органических растительных веществ, т. е. имеются налицо те же условия (застойность воды и обилие разлагающегося растительного органического материала), что и в искусственно создаваемых лабораторных условиях, в которых приходилось временно наблюдать массовое развитие *Pelodictyon* в опытах Б. В. Перфильева, в Ботанической Лаборатории Женск. Медицинск. Института. Повидимому, очень высокая жесткость воды Детско-

¹⁾ Кроме цитированной работы Б. В. Перфильева о симбиозе, см. также его заметку—Демонстрация культур „зеленых бактерий“ (Журн. Микробиологии, т. 2, 1915 г., стр. 218).

²⁾ Фигурным прудом Александровского парка я называю пруд причудливых очертаний, с двумя островками, с диагональной дорожкой, проходящей по выдвинутому мысам и мостику между ними, расположенный в северо-восточном углу Крестового канала.

сельских прудов, питающихся водопроводом из Таицких ключей, тоже имеет значение, так как в опытах Б. В. Перфильева, которые велись с материалом из Большого пруда Ботанического Сада в Петрограде, имеющим мягкую воду, такого колоссального развития *Pelodictyon* никогда наблюдать не приходилось. Интересно отметить, что, в соответствии с наблюдениями Б. В. Перфильева, большое количество H_2S является неблагоприятным фактором для развития *Pelodictyon*, так как зимой, подо льдом, когда вода Фигурного пруда насыщена H_2S , такого массового развития этого организма не наблюдается, но оно наступает очень быстро, как только пруд отчасти очистится от льда и, вследствие аэрации, количество H_2S очень резко падает.

Имея все изложенное в виду, весной 1921 г. я начал следить за Фигурным прудом рано, с первых весенних оттепелей, причем удалось установить следующий цикл этого интересного явления.

9/IV образовались полыньи на льду и он местами отодвинулся от берегов. На дне, особенно на лежащих в воде прошлогодних листьях дубов и кленов, обнаружилось довольно крупные ярко зеленые пятна гигантских колоний *Pelodictyon*. В ближайшие дни количество и размеры колоний быстро увеличивались, так что скоро значительная часть дна Фигурного пруда, особенно в дальней, наиболее застойной его части, оказалась сплошь покрытой яркими пятнами *Pelodictyon*. Толщина пленок *Pelodictyon* тоже была значительной, достигая местами 0,5 сант. Часть пленок отрывалась от дна и всплывала к поверхности воды, образуя шары со сливу, а иногда даже мелкое яблоко величиной. Под микроскопом эти слизистые зеленые образования состояли из массы типичных клеточек *Pelodictyon*, беспорядочно расположенных в общей, легко расплывающейся, слизи. Посторонних организмов (преимущественно серно-пурпурные бактерии и инфузории) было так мало, что их нужно было искать под микроскопом. Через неделю (около 15/IV), при очень теплой погоде весны 1921 г., колонии *Pelodictyon* начали обнаруживать микроскопически неравномерную окраску, на подобие малахита, причем на них начали образовываться пятна и полосы более темного, зелено-бурого цвета, зависящие от развития здесь других организмов, главным образом водорослей *Oscillaria* и отмирания самого *Pelodictyon*.

19/IV лед весь исчез, количество пленок *Pelodictyon* заметно уменьшилось, большинство из них бурого оттенка. Часть явно отмирающих колоний приняла мелко-комковатый вид, зеленовато-бурого цвета. Под микроскопом состав более свежих колоний оказался следующим:

1) *Pelodictyon aggregatum* (частью клетки бурые, отмирающие ¹⁾).

2 *Oscillaria chlorina* Ktz.

1 „ „ *curviceps* Ag.

1 Мелкие диатомовые (из родов *Navicula*, *Gomphonema*).

1 Серно-пурпурные бактерии.

1 *Peloploca undulata* Lauterb.

1 *Pelonema pseudovacuatatum* Lauterb.

2 Инфузории, главным образом *Glaucoma pyriformis* E. ²⁾

¹⁾ Все количественные обозначения по „Инструкции для микроскопического исследования планктона и грунта“ (Изв. Росс. Гидролог. Инст., 1921 г., № 1—3, стр. 255).

²⁾ Определения инфузорий сделаны М. М. Соловьевым, которому приношу искреннюю благодарность за таковые.

Интересно, что указанная инфузория (*Glauc. pyriformis*) оказалась специфическим поедателем *Pelodictyon*. Под микроскопом можно было видеть как особи ее внедрялись в рыхлую, сильно водянистую массу слизи, довольно свободно двигались в ней и все время энергично заглатывали исключительно клетки *Pelodictyon*, быстро переваривая их и оставляя за собой целые кучки мелких шарообразных фекальных масс бурого цвета. Таким образом эта инфузория являлась в данном случае первым пионером в деле переработки живой массы *Pelodictyon* в мертвый сапропель.

25/IV свежие, ярко окрашенные пленки *Pelodictyon* в пруду были очень редки, большинство же из них имело, по крайней мере частично, вид зеленовато-серого, с беловатыми пятнами, мелко комковатого детрита. На некоторых пленках появились ярко синевато-зеленые или темно зеленые пятна, оказавшиеся под микроскопом скоплениями различных *Oscillaria*.

Под микроскопом как свежие на вид, так особенно детритообразные пленки обнаруживали очень пестрый состав, а именно:

1. Зеленые пленки.

Бактерии.

≈ *Pelodictyon aggregatum* (в громадном большинстве отмирающие клетки).

1 Серно-пурпурные бактерии.

^{2/3} *Streptococcus margaritaceus* Schröt.

≈ Мелкие неопределимые бактерии.

Синезеленые водоросли.

2 *Oscillaria chlorina* Ktz.

3 " *curviceps* Ag.

1 " *tenuis* Ag.

2 *Chroococcus turgidus* (Ktz.) Näg.

Зеленые водоросли.

1 *Zygnema* sp.

^{2/3} *Closterium acerosum* E.

2 *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.

Диатомовые водоросли.

3 { *Amphipleura pellucida* Ktz.
Navicula sp., sp. (мелкие виды).
Synedra sp.
Nitzschia sp.
Gomphonema olivaceum Lyngb.

Инфузории.

3 { *Glaucoma pyriformis* E.
Nassula aurea E.
Paramaecium putrinum Clap. et Lachm.
Paramaecium bursaria E.
Trachelophyllum apiculatum Perty.
Oxytricha pelionella E.

Черви.

1 Nematodes.

2. Детритообразные пленки.

≈ 1 Детрит (с остатками клеток *Pelodictyon*).

Бактерии.

≈ Серно-пурпурные бактерии.

≈ Мелкие неопределенные бактерии.

2 *Pelodictyon aggregatum*.

1 *Achromatium oxaliferum* Schew.

Синезеленые водоросли.

≈ { *Oscillaria curviceps* Ag.

≈ { " *tenuis* Ag.

2 *Chroococcus turgidus* (Ktz.) Näg.

1 *Aphanothece gelatinosa* (Henn.) Lemm.

Зеленые водоросли.

1 *Zygnema* sp.

1 *Spirogyra* sp., sp.

3 *Chlamydomonas* (пальмелли) sp.

1 *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.

²/₃ *Pediastrum Boryanum* (Turp.) Menegh.

Диатомовые водоросли.

3 { *Pinnularia* sp.
{ *Navicula cuspidata* Ktz. и др. мелкие виды.
{ *Amphora ovalis* Ktz.
{ *Cymbella* sp.
{ *Amphipleura pellucida* Ktz.
{ *Gomphonema acuminatum* E.
{ *Rhopalodia gibba* (E.) O. M.
{ *Cocconeis* sp.
{ *Synedra* sp.
{ *Cymatopleura Solea* v. *apiculata* (Ralfs) Gr.

Инфузории.

3 { *Glaucoma pyriformis* E.
{ *Nassula aurea* E.
{ *Paramaecium putrinum* Clap. et Lachm.
{ *Tracheiophyllum apiculatum* Perty.

Черви.

1 Nematodes.

26/IV все видимые невооруженным глазом ярко окрашенные пленки *Pelodictyon* исчезли. В тех местах дна, где раньше наблюдалось массовое развитие их, заметны слои рыхлого детритообразного сапропеля.

Таким образом, как видно из вышеприведенного описания, здесь мы имеем своеобразный случай образования сапропеля за счет главным образом бактерий *Pelodictyon aggregatum*, нашедших

себе в данном месте особо благоприятные условия существования и развивающихся в таком количестве, что за счет их, как исходного материала, образуются ясно выраженные донные отложения типа сапропеля. Конечно, и другие растительные организмы (см. приведенные списки) играют здесь довольно существенную роль, но, развитие этих типичных сапробов идет опять таки за счет того же *Pelodictyon*, в период его отмирания и выделения в окружающую воду продуктов распада, а потому представляет собою лишь вторичное явление, один из этапов в сложных биохимических процессах, имеющих начало в массовом развитии *Pelodictyon* и заканчивающихся образованием типичного сапропеля, ко орый, таким образом, имея в виду исходный органический материал, может быть назван „бактериальным“ сапропелем.

Гидробиологическая Станция
Пгр. Агрономического Института.
Апрель 1922 г.

Bemerkung über Bakterien-Sapropel.

V o n

S. M. Wislouch (Detskoje Sselo).

Der Verfasser konnte im Laufe von 2 Jahren in einem Teich des Alexander Parkes in der Stadt Detskoje (früher Zarskoje) Sselo beobachten wie die s. g. grünen Bakterien (Bakterien, welche Chlorophyll besitzen, welches, nach Nadson, inaktiv ist) Bodenablagerungen von bis 0,5 cm. Dicke bilden. Es wurden im Frühjahr 1920 in einem Teich grosse schleimige Kolonien von grell grüner Farbe beobachtet, welche bis zu Handfläche gross den Boden und die auf demselben liegenden Blätter, Aeste usw. bedeckten. Es waren das ausserordentlich grosse Kolonien von *Pelodictyon aggregatum* Pierf. mit geringer Beimischung von anderen niederen Organismen.

Der Teich ist im Winter sehr reich an organischen Pflanzenstoffen und besitzt hartes Wasser. 1921 waren diese grossen Kolonien am 9. IV am Boden schon sichtbar, wuchsen rasch bis ein grosser Teil des Teichbodens damit bedeckt war. Es fanden sich nur wenig fremde Organismen. Am 15. IV bei warmem Wetter zeigten die Kolonien makroskopisch Flecke und Streifen von mehr dunkler, grün-brauner Farbe, welche von der Entwicklung von, namentlich, *Oscillaria* herrühren.

Am 19. IV war das Eis verschwunden und die Zahl der *Pelodictyon*-Häutchen merkbar vermindert. Unter dem Mikroskop zeigten die frischeren Kolonien die auf p. 271 angegebenen Organismen, von welchen *Glaucoma pyriformis* sich als spezifischer Auffresser von *Pelodictyon* erwies und somit als erster Pionier bei der Umwandlung der lebenden Masse von *Pelodictyon* in toten Sapropel erscheint.

Am 25. IV fanden sich in den Häutchen die auf p. 272 angeführten Organismen: Am 26. IV waren alle mit blossem Auge sichtbaren grellfarbigen Häutchen von *Pelodictyon* verschwunden. An denjenigen Bodenstellen jedoch, wo früher dieselben in grossen Mengen beobachtet wurden, waren Schichten von lockerem detritusartigem Sapropel bemerkbar.

