

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТИМИРЯЗЕВСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ**

изучения и пропаганды естественно-научных основ диалектиче-
ского материализма

СЕРИЯ VIIIa

РАБОЧАЯ БИБЛИОТЕКА

ВЫПУСК № 1

Проф. Б. М. Завадовский

О БРОЖЕНИИ

„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

Вологда, 1925

Проф. Б. М. Завадовский

О БРОЖЕНИИ

С портретами и рисунками



„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

ВОЛОГДА

1925

Типо-литография Акц. Об-ва „Северный Печатник“.
Гублит № 776 (Вологда). Тираж 5000 экз.

В экономической и этической жизни мы до сих пор находимся под влиянием идей древних народов, в частности римлян, которые знали лишь один способ приобрести богатства—именно завладение чужими богатствами. Естествознание показало, что существует более действительный путь—именно создание богатств.

Ж. Леб.

Требуйте, чтобы умножали и украшали лаборатории: они — храмы будущего богатства и благосостояния народа; в них человечество растет, укрепляется и улучшается: в них оно научается читать в творениях природы, в то время как его собственные творения часто представляют собою создания варварства, фантазии и разрушения.

Луи Пастер.

Глава I.

Что такое брожение.

Нет на свете народа, который не знал бы вкуса спирта и не умел бы изготавливать спиртные напитки.

Из ржи, ячменя, картофеля или винограда—у нас, из риса—в Азии, из винной пальмы—в Африке, из корня кассавы или из агавы—в Америке и из десятков разных других растений и их плодов—всюду люди добывают этот опьяняющий напиток, разрушающий их тело и веселящий их душу.

Пойдем ли мы вглубь истории—и там мы найдем Ноя, опьяневшего от вина своего виноградника, или древних греков, воспевающих своего бога вина—Бахуса.

Уже с тех пор люди, значит, знали, что если оставить в сосуде сахаристую жидкость или сок плодов, то через несколько дней в них начнется какое-то движение, жидкость пенится, мутнеет и вскипает, сахар в ней исчезает, а на месте его появляется опьяняющий спирт.

Но, как и во всем, люди долго оставались в неведении о причинах этого странного „брожения“ сахаристых жидкостей и стояли беспомощно перед этой загадкой, поставленной им природою.

А так как люди и теперь, а в особенности в прежние времена, все непонятое ими приписывали действию невидимых „духов“, то и объяснение брожения они искали все в тех же „духах“, невидимо присутствующих в виноградном сусле. Но эти духи становятся видимы глазу тогда, когда, в виде пузырьков газа, они поднимаются пеною в бродящей жидкости.

От этих старых представлений о духах, живущих в бродящем сусле и в полученном из него спирте, произошло даже и самое название спирта: „спиритус вини“, что значит: „дух вина“.

По мере того, как люди освобождались от суеверий и отучались видеть везде и во всем духов, ученые древних времен пытались дать другое объяснение тем превращениям, которые происходят при винном брожении.

Спирт, говорили они, невидимо существовал в сахаристой жидкости, еще до начала брожения, но он был загрязнен и скрыт другими веществами. При брожении же виноградный сок таинственным образом самоочищается от всяких примесей, а дрожжи,—т.-е.

тот сероватый осадок, который остается на дне сосуда после окончания брожения,—суть „испражнения вина“.

Так люди, слабые знаниями, изощрялись в выдумках, чтобы объяснить непонятное им явление природы.

Но не их вина в том, что они не могли увидеть в течение целых веков истинных виновников брожения и объяснить его природу: эти виновники настолько малы своею величиною, что их невозможно увидеть невооруженным глазом. Только после того, как был изобретен микроскоп ¹⁾ (около 1660 года), при помощи которого люди могут рассматривать предметы увеличенными до 2 тысяч и более раз, ученые могли изучить — под микроскопом—и те „испражнения вина“, которые в виде осадка остаются на дне перебродившего сока.

¹⁾ Микроскоп — инструмент, который состоит из ряда подобранных и расположенных одно за другим увеличительных стекол — в роде подзорной трубы; но только в него рассматривают не далекие предметы, а мельчайшие капли воды, гноя, части тела и т. д., а равно и капли бродящей жидкости или дрожжей. См. подробнее об этом нашу книжку: „О коробке консервов и происхождении жизни на земле“, — 3-е изд. ГИЗ — печатается.

И тут-то они увидали, что этот осадок состоит из массы кругловатых телец, способных жить и размножаться. Следовательно, дрожжи—

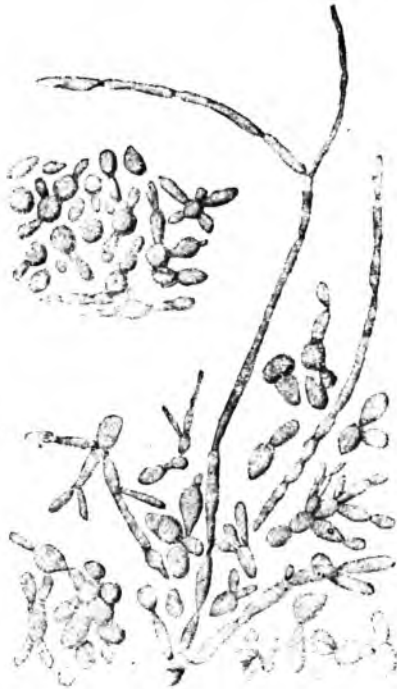


Рис. № 1.

Дрожжи.

это не мертвые испражнения вина, а живые существа, обитающие в виноградном сусле.

Но долго еще не могли решить вопрос, какую роль играют эти тельца в дрожжах,

случайно ли они попадают в дрожжи, или нет, и какую роль играют они в брожении.

Этот спор о природе брожения и о роли живых существ, найденных в пивных дрожжах, продолжался до 1857 года, когда Пастер окончательно доказал, что эти шарообразные тельца и являются истинными виновниками брожения вина.

Пастер—это тот самый ученый, который через несколько лет после того доказал, что и заразные болезни, подобно брожению, возбуждаются также микроскопическими существами — бактериями, похожими на пивные бродильные „шарики“ или дрожжи. Таким образом, Пастеру и его трудам мы обязаны тем, что нам ясно то огромное значение, которое играют эти микробы (другое название для бактерий и дрожжей) в жизни человека и всей природы.

Изучая спиртовое брожение, Пастер доказал, что дрожжевые тельца должны обязательно присутствовать при всяком брожении вина, что они при этом увеличиваются в числе и, значит, размножаются. Можно даже видеть, наблюдая в микроскоп, как они размножаются: сбоку дрожжевого тельца появляется бородавочка—„почка“, почка эта растет, пока не достигнет размеров материнского тельца; тогда, а иногда и раньше, она отделяется и начинает жить самостоятельно,

дает в свою очередь почки и т. д. Это почкование идет так быстро, что при хорошем снабжении дрожжей питанием на больших заводах, приготовляющих дрожжи, в течение нескольких суток из небольшого количества таких невидимых глазом телец получают до трех пудов прессованных дрожжей. Если такое тельце бросить в сахарный раствор, то оно начинает сейчас же размножаться и непременно вызовет при этом брожение. И, наоборот, не было ни у Пастера, ни у других ученых до него ни одного случая, когда бы в бродящем сусле не было бы таких дрожжевых телец, и брожение шло в их отсутствии. Наконец, стоит убить кипячением дрожжевые тельца, чтобы прекратить брожение до тех пор, пока в жидкость вновь не попадут каким-либо образом живые дрожжи.

Таким образом, Пастером было с несомненностью доказано, что брожение вызывается этими живыми существами, из которых и состоят давно известные людям, но непонятые до тех пор по своей природе и составу дрожжи.

Но Пастер не ограничился одним этим открытием. Одновременно он стал изучать также причины скисания молока, — и оказалось, что в скисании молока повинны также



Л. Пастёр (Louis Pasteur).



некоторые микробы-бактерии, а самое скисание молока есть превращение, во многом похожее на брожение виноградного сока. Оказалось, наконец, что и скисание вина с превращением спирта в уксус есть также особый вид брожения, обязанный еще другим бактериям.

Наконец, и поднятие теста на дрожжах или на кислой закваске также происходит благодаря брожению в тесте под влиянием целой массы разнообразных микробов.

Благодаря работам Пастера, а потом—его продолжателей, перед людьми открылась, таким образом, целая область знания, о которой до тех пор и не подозревали. Удалось не только найти виновников спиртового брожения, которые оказались не таинственными „духами“, а маленькими микробами; оказалось, что целым рядом вещей, которыми с незапамятных времен пользовались люди: хлебом, простоквашей, кефиром, уксусом и т. д., мы обязаны все тем же маленьким существам.

Можно подумать, что нет такого явления в природе, где бактерии не были бы замешаны, как главные участники. Отсюда становится все яснее, как важно для нас изучить в отдельности каждый из видов таких бактерий.

Изучим же в этой книжке хотя важнейших из тех бактерий, которые являются виновниками столь распространенных в природе брожений.

Глава II.

Какие бывают брожения.

Спиртовое брожение.

Спиртовое брожение состоит в том, что сахар бродящей жидкости разлагается на спирт и углекислый газ. Это тот газ, который обыкновенно образуется при горении разных веществ (угля, дров, керосина, свечи и т. д.), а также выдыхается нами из нашего тела. При брожении пузырьки этого газа, устремляясь из жидкости вверх, и создают вид, как-будто бы жидкость кипит и пенится.

Брожение сахара не происходит само собою: оно возбуждается только в присутствии бродильных микробов. Таких микробов, возбуждающих спиртовое брожение сахара, известно теперь очень много. Но уж давно было замечено, что наибольшее количество спирта, и притом наиболее чистого, свободного от всяких неприятных привкусов, дают дрожжи.

Дрожжи состоят из живых телец, которые, собственно говоря, не принадлежат к числу бактерий.

Ближе всего они похожи по своему внутреннему строению на некоторые грибы и плесени, которые часто покрывают сырые стены, образуют цвель хлеба и т. д.

Дрожжевые грибки (так называют по-ученому дрожжи) раз в 160 больше, чем бактерии, и отличаются от них, кроме других особенностей, своим способом размножения: бактерии размножаются простым делением пополам, дрожжи же, как рассказано выше, размножаются „почкованием“. Вот почему, рассматривая дрожжи под микроскопом, можно видеть рядом с крупными—маленькие, „дочерние“ тельца.

Дрожжи встречаются в природе очень часто и повсюду, особенно же там, где есть хотя бы небольшое количество сахаристой и, значит, способной бродить жидкости. Чаще всего их можно найти на поверхности зрелых плодов и фруктов. Высыхая, они разносятся с пылью или же насекомыми и птицами. С фруктами они попадают в землю,— а оттуда—через зиму—опять с пылью оседают на плодах. С фруктами же они заносятся во всякий фруктовый сок или же в наш желудок и кишки, где также всегда есть некоторое количество бродильных грибков.

Но и среди дрожжей не все одинаково годятся для целей человека. Даже в продажных пивных дрожжах содержится обыкновенно смесь различных видов дрожжей. Среди них есть и нужные дрожжи, но попадается много и „диких“ дрожжей, которые портят вкус пива или вина.

Поэтому на больших пивоваренных заводах и в винодельнях научились теперь разводить „чистые культуры“ нужных дрожжей, в роде того, как скотоводы знают „чистые породы“ быков, свиней или овец, а земледельцы различают, напр., пшеницу арнаутовку от тимофеевки, и т. д. Таким образом, виноделы могут при помощи разных дрожжей получать разные по вкусу вина (это называют „вторичным букетом“ вин); но вкус вина (его „букет“) зависит, конечно, и от свойства виноградного сусла, т.-е. сорта винограда и т. д. („первичный букет“ вина). Все эти разные привкусы получаются оттого, что, кроме спирта, все дрожжи вырабатывают еще в небольших количествах и другие продукты.

Среди тех дрожжей, которыми обыкновенно пользуются пивовары и виноделы, различают две главные группы дрожжей: дрожжи верхнего и нижнего брожения (верховые и низовые дрожжи).

Для получения верхнего брожения сильнее разогревают сусло, при этом сильнее выделяется газ, который увлекает за собою вверх самые тельца дрожжей и образует на поверхности пивную пену.

Нижнее брожение идет при меньшем нагревании, оно спокойнее, и дрожжи поэтому остаются на дне сосуда. Пиво верхнего брожения содержит много несброженного сахара,

и поэтому оно более питательно, чем пиво нижнего брожения.

Но, как бы то ни было, все дрожжи перестают бродить, как только в жидкости наберется 15⁰/₀ спирта. Поэтому, если в сусле было первоначально сахара больше 18⁰/₀, то часть сахара остается несброженным. — это вино сладкое. Но надо также знать, что если сахара взять свыше 30⁰/₀, то брожение совсем не начинается, так как дрожжи не выносят такого густого сахарного сиропа. Все это вещи, которые необходимо знать виноделу или пивовару. Наконец, известно, что дрожжи довольно выносливы к кислотам — во всяком случае выносливее, чем те бактерии, которые могут помешать чистому выходу спирта. Для того, чтобы убить нежелательных бактерий, способных испортить вкус вина, в сусло прибавляют молочную кислоту или же молочно-кислых бактерий (см. о них ниже).

Если нужно добыть чистый спирт, то брать для этого виноград или другие плоды было бы слишком дорого и невыгодно, а пользуются картофелем или какими-либо хлебными зернами. В них еще нет сахара, но сахар может быть получен при помощи ячменного солода. Только после такого „осахаривания“ в раствор прибавляют дрожжей. При

этом, как уже сказано, не может быть получено больше, чем 15⁰/₀ спирта.

Теперь его нужно отделить от всех примесей и сгустить, отогнать от воды. Для этого полученную брагу перегоняют в особых аппаратах. На винных заводах в таких аппаратах получают сразу 90⁰/₀ спирт. То, что остается после этой перегонки в аппарате, под названием барды идет в корм скоту. Но и отогнанный спирт содержит еще много вредных примесей. Из него отделяют неприятно пахнущее и еще более ядовитое, чем самый спирт, сивушное масло.

Только после этого получают почти чистый 96⁰/₀ винный спирт.

Разбавленный до 40—50⁰/₀ спирт называется водкою.

Несмотря на то, что спирт является очень вредным ядом, который сильно отравляет и разрушает наше здоровье, спирт издавна употребляется людьми разных стран в огромном количестве.

Высчитано, что в России на каждого жителя в год приходится 7,1 литра чистого (т.-е. 100⁰/₀) спирта (литр = 6—7 стаканам), выпитого в виде водки. В этом отношении мы уступаем одной Дании, где выпивают по 9,4

литров на душу; в Германии и Франции выпивают 4,3 литра и в Англии - 3,5 литра.

Наоборот, пива в России пьют мало: в год на душу 5,4 литра. Зато в Бельгии приходится его до 200 литров на душу, в Англии— 140 литров, в Германии— 124,4 литра.

По сравнению с этими массами выпиваемого спирта, гораздо меньше идет спирта на полезные нужды науки: здесь он очень важен для многих опытов, для сохранения препаратов разных животных от гниения и других видов порчи и т. д.

Уксусно-кислое брожение.

Уксусно-кислое брожение, благодаря которому из винного спирта образуется уксус,



Рис. № 2.

Уксусно-кислые бактерии.

известно так же давно, как и самое вино. Возбудители уксусно-кислого брожения—настоя-

щие бактерии, но, как и дрожжей, их найдено несколько видов. И среди них встречаются „дикие“ виды, которые загрязняют получаемый уксус неприятными примесями. Уксусно-кислые бактерии встречаются также очень часто в природе—в нили, на поверхности зрелых ягод винограда, вместе с которыми они и попадают в виноградное сусло. Разносят их также вместе с дрожжами нередко мухи и другие насекомые, перелетающие с места на место

Попав на спиртовую жидкость, зародыши уксусно-кислых бактерий быстро размножаются—еще быстрее, чем дрожжи, и образуют пленку на поверхности. Если такую пленку погрузить под поверхность жидкости, то образование уксуса на время прекращается,—пока не образуется новая пленка. Это объясняется тем, что уксусно-кислые бактерии могут давать брожение только при доступе воздуха. Этим они отличаются от дрожжей, т. к. спиртовое брожение может происходить и в закрытых сосудах и без доступа воздуха (вспомните низовое брожение, настойки).

После того, как узнали смысл спиртового и уксусно-кислого брожений, сделали несколько интересных открытий: оказывается, что когда сваливают кучи зерен кофе или какао, то при этом развивается в кучах сперва спиртовое, а потом уксусно-кислое брожение, по-

сле чего эти зерна и приобретают свой вкус и запах. В этом заключается „созревание“ кофейных зерен.

Укусно-кислое брожение невозможно, если в жидкости заключено больше 14⁰/₀ спирта. Поэтому для получения укуса фабричным путем пользуются обыкновенно легким вином; его разливают в плоские сосуды и заражают разводкой укусно-кислых бактерий; или же пропускают разбавленный спирт медленной струей через бочки, наполненные деревянными стружками (первый способ называется „орлеанским“, второй—„немецким“).

При втором способе укус получается гораздо быстрее, но он уступает французскому (орлеанскому) по своему качеству (т. е. по своим привкусам).

Молочно-кислое брожение.

Это брожение также может вызываться многими видами бактерий. В зависимости от тех бактерий, которые участвуют в скисании молока, кислое молоко получает разный вкус, а потому и разное название: простоквапа, мацони (кавказский род простокваши), ягурт (болгарская простоквапа) и пр.

Во всех этих случаях брожению подвергается сахар, который всегда содержится в молоке. При этом сахар расщепляется на две

частицы молочной кислоты. Углекислый газ при этом не образуется.

Таким образом, молочно-кислые бактерии превращают сахар не в спирт, как дрожжи, а в молочную кислоту. Появление же молочной кислоты ведет к свертыванию, молока т.е. к образованию простокваши.

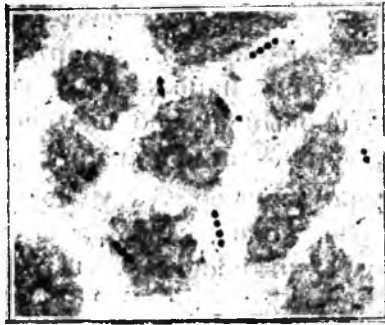


Рис. № 3.

Кислое молоко под микроскопом.

Молочная кислота сходна со всеми другими кислотами (серной, соляной и т. д.) по кислому вкусу, но отличается от них другими свойствами. Если к молочно-кислым бактериям прибавить в молоко еще особые виды дрожжей, то дрожжи начнут часть сахара сбраживать в спирт и тогда образуются такие вкусные напитки, как кавказский кефир или киргизский кумыс (из кобыльего молока). Бла-

годаря такому же союзу дрожжей с молочнокислыми бактериями образуется наш русский хлебный квас.

Вообще молочнокислые бактерии легко поселяются всюду, где есть сахар. Так, они легко размножаются в соках разных овощей и плодов, вызывая их скисание. Так, благодаря им скисают капуста, яблоки и целый ряд других продуктов. Так как молочная кислота, как и все кислоты, убивает гнилостных бактерий, то такие кислые фрукты и овощи легко сохраняются и приготавливаются хозяйками впрок на всю зиму. Таким же образом необходимы молочнокислые бактерии при „силосовании“ кормов.

Силосование—это особый способ приготовления кормов для скота, особенно его применяют в местах и странах с сырым климатом. Для этого свежесобранный корм (трава, кукуруза и т. д.) плотно укладывается в ямы и покрывается сверху землей. В нем развивается бурное брожение, главным образом, молочнокислое (т.-е. с образованием молочной кислоты из сахара, содержащегося в траве), и через несколько месяцев получается сочный продукт, „силос“, очень питательный и любимый скотом.

Молочнокислые бактерии с многими другими бактериями всегда содержатся в выдоенном молоке. Объясняется это тем, что молоко—

один из лучших питательных продуктов не только для человека, но и для маленьких бактерий. Много попадает их в молоко при доении с сосцов вымени или с рук человека, а также с шерстью и пылью. В кубическом сантиметре только-что выдоенного молока находят уже 2—3 тысячи зародышей разных бактерий, а через сутки в том же куб. сантиметре их успевают размножиться до 500 миллионов, и среди них большинство молочно-кислых бактерий.

Понятно, поэтому, как легко может скиснуть молоко, если не убить бактерий кипячением или не выставить молоко на холод,— на холоду бактерии размножаются очень медленно.

Уже издавна люди знали здоровое, питательное значение молока и, в частности, кислого молока. Но только работами русского ученого Мечникова удалось открыть, в чем разгадка этого значения простокваши.

Оказывается, что вырабатываемая молочно-кислыми бактериями кислота мешает жить многим другим бактериям, вредным для нашего тела. Таких вредных для нас бактерий много живет постоянно в наших кишках. Если питаться простоквашей, то молочно-кислые бактерии поселяются у нас в кишках и вредят нашим опасным гостям.



Илья Ильич Мечников.

Таким образом, они оказывают нам огромную услугу в борьбе с нашими невидимыми врагами из мира тех же бактерий. Особенно полезной в этом отношении оказалась для нас одна из молочно-кислых бактерий, которую Мечников нашел в болгарской просто-



Рис. № 4.

«Болгарская палочка».

кваше — „ягурте“. Обыкновенно брожение останавливается, когда наберется всего лишь $0,7\%$ кислоты; а „болгарская палочка“ (эта бактерия имеет вид палочки) способна дать $3,2\%$ кислоты, т.-е. в 5 раз больше кислоты, чем другие бактерии. А чем больше кислоты, тем, конечно, больше страдают вредные для нас кишечные бактерии.

Теперь стали готовить простоквашу на чистой разводке „болгарской палочки“, но так как полученная таким образом простокваша не особенно вкусна, то Мечников для вкуса присоединяет к ней еще одну молочно-кислую бактерию. Такая простокваша, приготовленная из этих двух видов молочно-кислых бактерий, продается теперь, с лечебными целями, под именем „лактобациллина профессора Мечникова“. Обыкновенно же мы пользуемся простоквашею, которая получилась благодаря случайным бактериям, попавшим в молоко, среди которых преобладает обыкновенная молочно-кислая бактерия, имеющая вид небольшой укороченной палочки. Но так как среди них часто бывают и бактерии, очень вредные для нас, то лучше предварительно кипятить молоко.

Иногда сюда попадают бактерии, которые вызывают масляно-кислое брожение, — и тогда простокваша приобретает неприятный вкус прогорклого масла.

Молочно-кислые бактерии принимают также важное участие в созревании сыра и в приготовлении сливочного масла.

В образцовых хозяйствах для приготовления масла также пользуются чистыми разводками бактерий; тогда получается масло, более ценное по вкусу и прочности, и выход его значительнее. Для придания маслу хоро-

шего запаха к нему опять-таки прибавляют еще особые виды бактерий.

В мирное время разводки всех этих бактерий можно было получать из Петроградской



Рис. № 5 и 6.
Бактерии из сыра.

и Московской бактериологических станций. Надо постараться, чтобы их умели разводить для продажи и в других концах страны.

Хлебное брожение.

После всего рассказанного выше легко понять, что и поднятие замешанного теста есть не что иное, как брожение тех веществ, которые содержатся в муке и тесте. Но здесь мы уже имеем дело не отдельно с спиртовым брожением, а со всеми тремя вместе. „Дрожжи“,

употребляющиеся при печении хлеба для „опары“, состоят из дрожжевых грибков, а закваска черного хлеба содержит еще и бактерий; поднятие же теста происходит благодаря пузырькам газа, которые развиваются при спиртовом брожении (пена в пиве). В том же состоит и значение закваски: при ее помощи мы и заражаем вновь замешанное тесто всеми этими микробами, в роде того, как можно заразить человека болезнью, если ввести в его тело заразные бактерии.

При брожении в тесте вырабатываются небольшие количества спирта (благодаря дрожжам), молочной кислоты (благодаря молочно-кислым бактериям) и других продуктов, которые все вместе и придают хлебу его вкус и аромат. Если тесто во-время не прохватить жаром, т. е. не убить всех этих микробов,— брожение заходит слишком далеко, и тогда получается хлеб прокисший—дурного вкуса.

В зависимости от количества и сортов разных бактерий и грибков в закваске, также изменяется вкус хлеба, вот почему пекари так дорожат своими заквасками и неохотно дают их на сторону.

Другие виды брожений.

Кроме перечисленных видов брожения, есть еще очень много других брожений. Мы не станем всех их подробно описывать, т. к.

они не имеют такого большого значения для нас, как спиртовое, уксусное или молочнокислое. Важно только знать, что все эти брожения происходят под влиянием всякий раз особых бактерий или грибов. Интересно также то, что для многих брожений исходным продуктом является все тот же сахар. Так, дрожжевые грибки сбраживают сахар в спирт и угольную кислоту или иначе — углекислый газ, молочнокислые — в молочную кислоту; некоторые плесени, поселяясь на сахарных растворах, сбраживают их в щавелевую кислоту, а другие — в лимонную кислоту.

Масляно кислое брожение состоит в том, что крахмал, сахар или спирт сбраживается разными микробами в масляную кислоту, которая часто портит вкус кислого молока или масла.

Большой интерес представляет брожение клетчатки, — так называется то основное вещество, из которого построена оболочка растительных клеток. Из клетчатки же состоят все растительные ткани — хлопчато-бумажные, льняные и вообще растительные волокна. Примером почти чистой клетчатки служит бумага.

Бумага, как известно, не переваривается нашим желудком. Так же точно бесполезно проходят через наш желудок и кишечник все те части растительной пищи, которые

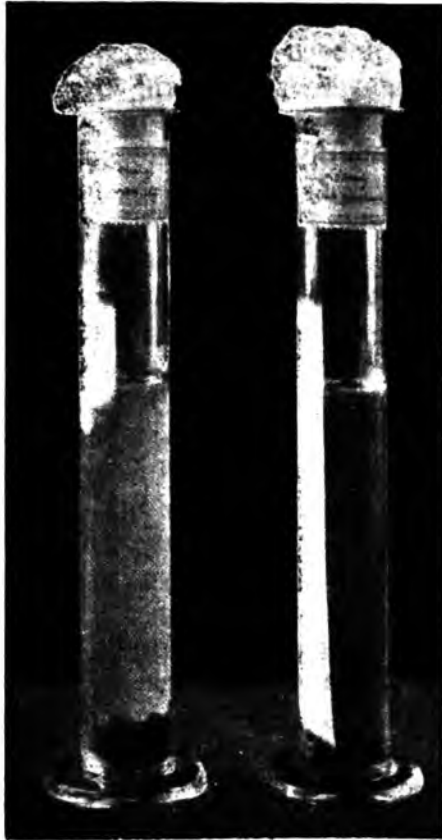


Рис. № 7.
Разложение бумаги.

состоят из клетчатки. Но травоядные животные (лошади, коровы, овцы и т. д.), как оказывается, способны использовать часть

клетчатки, которую они в большом количестве поедают с травой, сеном и т. д. Оказывается, что в их желудке и кишечнике живут, попадая туда опять таки вместе с пищею, особые бактерии, которые возбуждают там брожение клетчатки. То, что получается после брожения из клетчатки, может быть переварено и усвоено телом травоядных животных. Кроме того, при этом брожении образуются газы, которых очень много выделяют травоядные животные. То же самое, но в меньших размерах, может происходить и в наших кишках: после того, как мы много съедем хлеба и другой растительной пищи, и у нас развивается брожение клетчатки с усиленным выделением газов.

Наконец, тот же газ, под именем болотного газа, образуется на болотах,—там, где скопляется много бродящих остатков растений. Таким образом, эти бактерии, вызывающие брожение клетчатки, имеют большое значение не только для питания травоядных животных, но и вообще в изменениях и превращениях растительных остатков.

Бактерию, вызывающую брожение клетчатки, впервые нашел русский ученый Омелянский (в 1895 г.). Он же изобрел способ получать чистую культуру (разводку) этой бактерии. Если бросить в эту чистую разводку полоски бумаги, поместить при темпе-

ратуре 30°—35° и удалить воздух (брожение идет в отсутствии кислорода воздуха), то полосы бумаги постепенно утончаются и совершенно исчезают из глаз, как-будто бы растворяются в воде: но кто видел, чтобы бумага могла растворяться в воде, пока не были открыты эти удивительные бактерии?

Эти же бактерии участвуют в приготовлении силосованного корма, о котором говорилось выше. Сходные бактерии участвуют при мочке конопли или льна: при этом также происходит особое брожение, благодаря которому волокна льна и конопли освобождаются от скрепляющих и склеивающих их других тканей растения.

Особый вид брожения представляет брожение в моче, — оно идет с выделением ам-

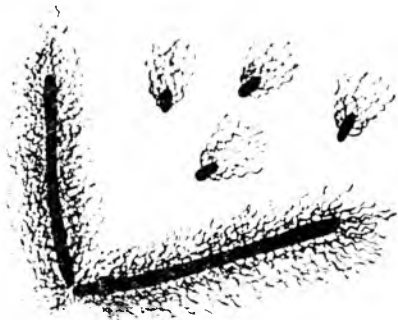


Рис. № 8.
Гнилостные бактерии.

миака (NH_3) имеющего хорошо известный „напатырный“ запах.

Наконец, и гниение мяса и др. веществ, которое имеет такое большое значение в жизни человека и всей природы, по существу, также есть особый вид брожения.

А теперь перед нами стоит другой вопрос: из нашего короткого и далеко не полного перечня всевозможных брожений видно, какая масса разнообразных бактерий должна существовать в природе. Не меньшее количество бактерий служит виновницами разных заболеваний человека и животных.

Естественно возникает у каждого вопрос: как люди оказались способны изучать эти мельчайшие существа, отделять их одно от другого и выяснять значение каждого из них?

Это тот вопрос, на который необходимо сейчас же дать ответ.

Глава III.

Как изучают бактерий.

Было время — очень давно, когда наука находилась в руках маленькой кучки людей. Тогда ученые — жрецы старались держать в тайне свои научные изобретения, боясь, таким образом, упустить из своих рук власть над невежественным народом. А если они и огла-

шали свои открытия, то скрывали способы, как они их достигли.

Теперь положение изменилось; теперь все открытия науки делаются общим достоянием. Всякий, кто только хочет, может узнать и научиться знаниям, которыми обладает наука. Для этого нужно иметь лишь охоту и любовь к учению.

Так же точно и все те знания, которые мы имеем о бактериях, не представляют чего-либо таинственного. Для того, чтобы читатель убедился, что все рассказываемое нами — не выдумка, а подлинная действительность, мы и расскажем вкратце, как врачи и другие ученые изучают эти бактерии, с которыми связано разрешение стольких загадок природы.

Как уже сказано, увидеть бактерии люди смогли лишь после того, как был изобретен микроскоп.

Микроскоп — это трубка, составленная из ряда увеличительных стекол, расположенных одно за другим. Он напоминает подзорную трубу, но в подзорную трубу рассматриваются большие и далекие предметы, а через микроскоп — мельчайшие капельки воды и предметы еще в тысячу раз меньшие.

Для того, чтобы было удобно рассматривать все это, при хороших микроскопах существует целый ряд приспособлений.

Зрительная трубка микроскопа приделана к особому „столику“ с круглым разрезом по середине. На этот столик и над его разрезом

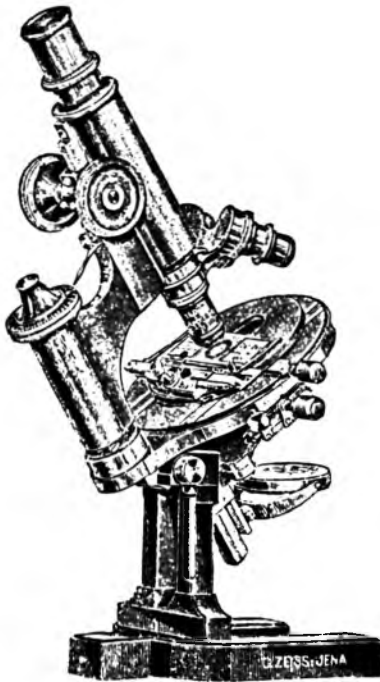


Рис. № 9.
Микроскоп.

кладут тонкое стеклышко с капелькой воды или другого вещества, которое надо рассмотреть. А для того, чтобы эта капелька

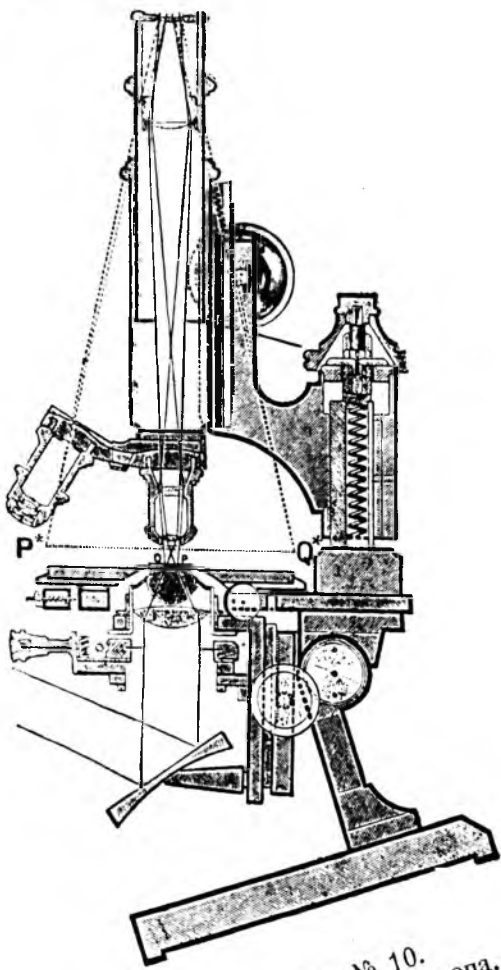


Рис. № 10.
Строение микроскопа.

была хорошо освещена и видна, под разрезом столика установлено зеркальце.

Это зеркальце ставят всегда так, чтобы оно отражало свет, падающий от окна или лампы, прямо вверх—сквозь каплю и зрительную трубку—в глаз наблюдателя. Благодаря этим приспособлениям и многим другим, о которых здесь долго было бы говорить, можно с удобством наблюдать целыми часами все то, что происходит в капельке жидкости—и при том при увеличении, при желании, до 3000 раз. Рассматривая под микроскопом разные жидкости, сенной настой, кислое молоко, дрожжи и т. д., можно видеть, таким образом, разных микробов, которые показаны на наших рисунках.

Часто бактерии разнятся уже по своему виду: одни имеют вид шариков, другие—палочек, третьи—в виде запятых, и т. д. Так только по виду иногда можно отличить сразу одну бактерию от другой. Гораздо труднее определить значение той или другой бактерии: так, напр., в молоке можно встретить до десятка и больше разного вида и величины бактерий. Как же решить, какие из них являются причиной скисания молока?

Это делается таким способом.

Прежде всего, узнали, что большинство бактерий, и даже заразных, можно разводить на разных питательных смесях, напр., в мяс-

ных бульонах. Таким образом, можно легко разводить любых бактерий в нужном для изучения количестве. Теперь остается только отделить один вид бактерий от другого.

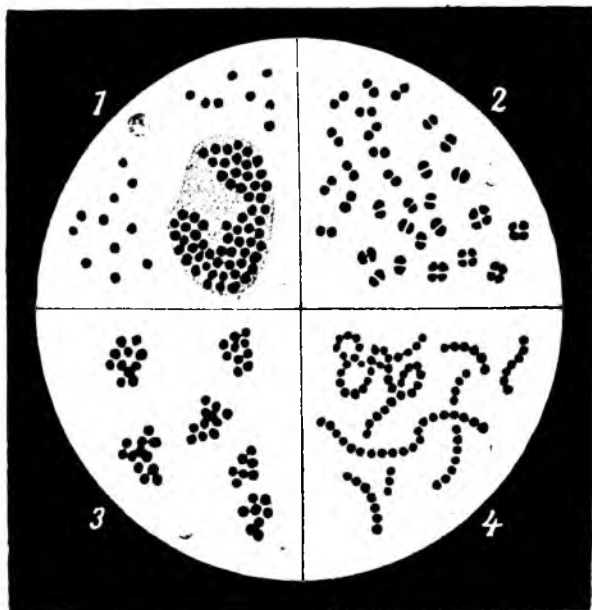


Рис. № 11.

Разные виды

Это делается таким образом: прибавляют к питательному бульону желатины или агар-агара ¹⁾: это вещества, которые при

¹⁾ Агар-агар добывается из морских водорослей и, подобно желатине, легко застывает в студни.

охлаждении легко застывают в прозрачные студни.

Возьмем теперь пробирку с теплым и, следовательно, жидким, незастывшим еще рас-

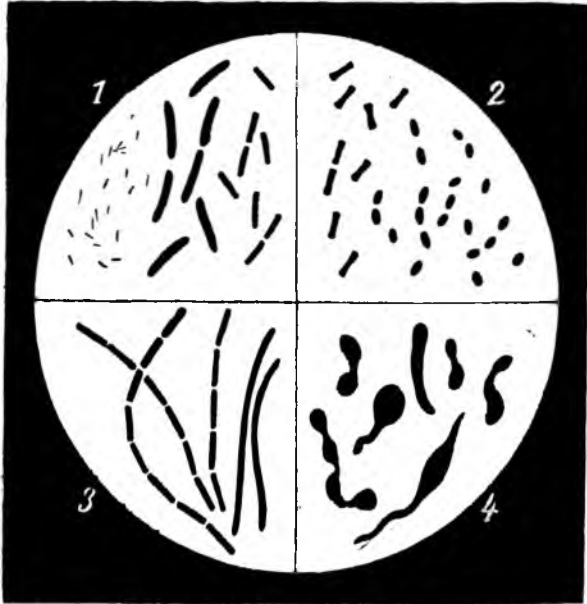


Рис. № 12.

бактерий.

твором желатины в бульоне и пустим в него каплю жидкости, которую мы хотим исследовать на присутствие бактерий.

Взболтаем хорошо весь раствор; естественно, что бактерии, содержащиеся в капельке,

распределятся теперь равномерно по всей жидкости, содержащейся в пробирке. После того такой „зараженный“ раствор желатины выливают в плоскую стеклянную посудинку

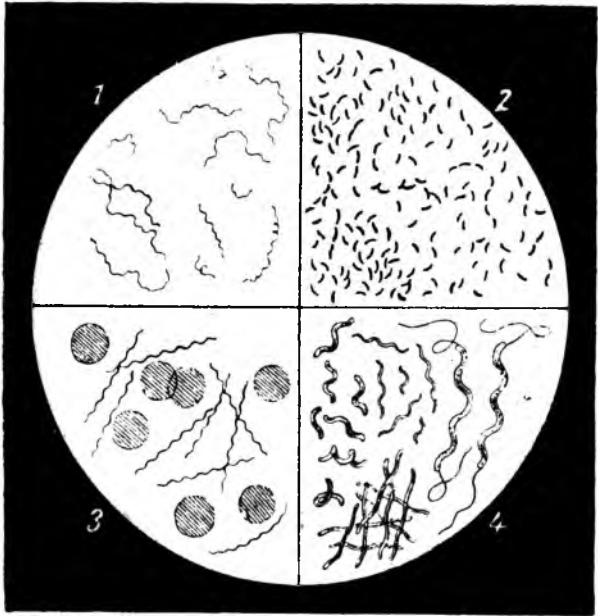


Рис. № 13.

Разные виды

(„чашку Петри“) и дают застыть студню.

Тогда каждая из введенных в студень бактерий начнет размножаться, но не может сдвинуться с места, как это было бы в жидком бульоне. Через один — два дня из одной та-

кой бактерии разовьются сотни тысяч дочерних и внучатных таких же бактерий—и все они будут оставаться на том же месте, куда попала материнская особь.



Рис. № 14.

бактерий.

Но такое скопление из тысяч и миллионов бактерий видимо уже невооруженным глазом, и его без помощи микроскопа можно видеть в виде круглых скоплений на фоне прозрачного студня.

А так как мы предварительно хорошо взболтали раствор, то каждая из попавших в него бактерий лежит врозь от другой, и каждая такая „колония“, выросшая в нашей плотной питательной среде, очевидно, является потомством только одной такой бактерии.

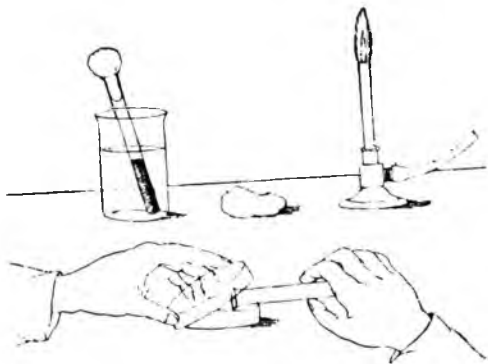


Рис. № 15.

Переливание желатины.

Следовательно, если в исходной жидкости были бактерии самого разнообразного сорта, то теперь каждая из них обособилась в разные колонии, и их легко отличить и отделить одну от другой. Действительно, часто уже по своему внешнему виду, форме и цвету колонии разных бактерий можно отличать одну от другой. Таким образом, мы можем получить в одной и той же «чашке Петри» «чистые колонии» разных бактерий, не смешивающихся

между собою, так как они не могут перейти сквозь плотный студень, их разделяющий.

А если мы сосчитаем теперь все количество колоний, образовавшихся в студне, то мы можем узнать число бактерий, бывших первоначально в интересовавшей нас капле.

Предположим теперь, что в нашем студне мы получили колонии разных бактерий, а нам нужно изучить значение одной только



Рис. № 16.

Чашка Петри с колониями.

из них и, следовательно, отделить совершенно от всех других: другими словами, нам нужно получить „чистую культуру“ определенных бактерий. Для этого берут другую, еще не зараженную чашку Петри—с питательным студнем-бульоном. Тонкой, прокаленной перед тем иглой прикасаются в первом студне к колонии нужной нам бактерии, и сейчас же делают этой иглою штрих и укол в незараженном студне: с этим уколом мы наверняка

перенесли хоть несколько бактерий. Подождем день—два, и, в самом деле, на месте укола вырастет колония бактерий. Если же попадутся и нежелательные бактерии, то можно повторить эту перевивку три-четыре раза—до тех пор, пока в нашем сосуде не окажется чистая культура нужной нам бактерии. Или же мы, по примеру первого раза, заражаем кончик иглы, прикоснувшись им к



Рис. № 17.

Колонии бактерий на желатине.

нужной нам колонии бактерий, а затем обмываем его в незаствившем агаре: и в том и другом случае мы получим, в конце концов, в нашем сосуде колонии только одного вида бактерий и можем, следовательно, предпринять с ними опыты, не боясь посторонних вторжений. А раз мы получили чистую культуру бактерий, то нетрудно поставить опыты для выяснения их роли в природе. Допустим, надо узнать значение какой-нибудь бактерии молочно-кислого брожения: мы берем прокипяченное и, следовательно, обеззараженное от

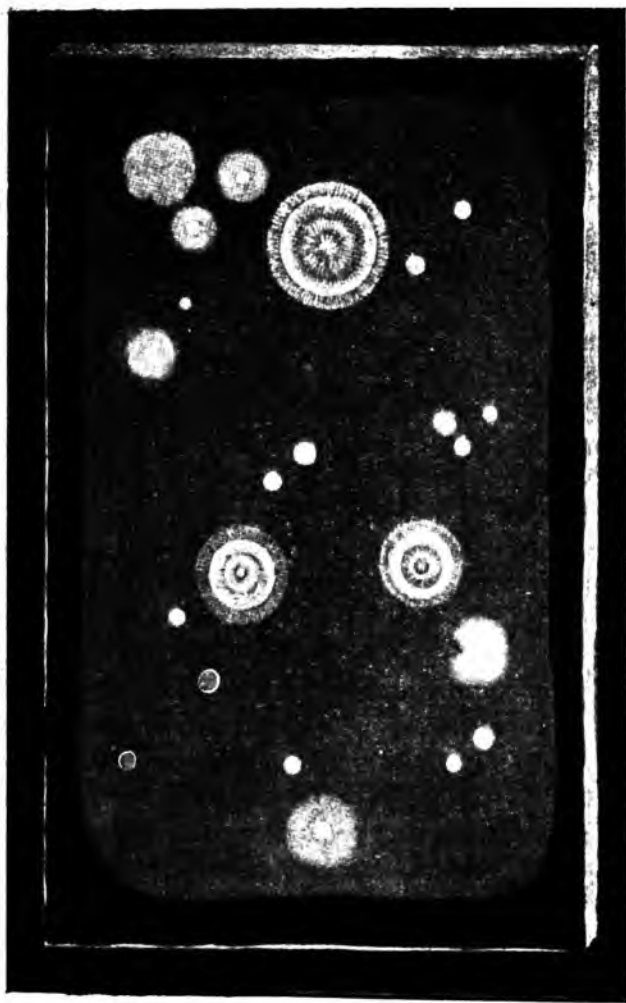


Рис. № 18.
Колонии бактерий из воздуха на желатине.

всех случайных бактерий молоко и заражаем его чистой разводкой изучаемой бактерии.

Изучая так одну, другую, третью породу бактерий, мы узнаем, какая из них лучше всех для наших целей. Так, Мечников узнал, что болгарская палочка дает больше всего кислоты, и теперь стали разводить именно эту бактерию для приготовления простокваши.

Если изучают болезнетворных бактерий, то заражают чистой разводкой их какое-нибудь животное: если животное заболевает этой болезнью всякий раз после заражения, значит именно эта бактерия является причиной болезни.

Понятно, что все эти разводки только тогда останутся чистыми, если в питательные смеси не попадут из воздуха или каким-либо другим путем случайные, посторонние бактерии. Поэтому перед употреблением все сосуды обеспложивают („стерилизуют“) при высокой температуре (при 120°), питательные растворы кипятят, чтобы убить все зародыши, которые туда попали без надобности, а иглы, которыми переносят заразу из одного студня в другой, прокалывают на лампочке перед и после каждого употребления.

Наконец, прокипяченные и зараженные смеси должны быть тщательно закрыты от пыли—пробочкой ваты или же стеклышком-крышкой.

Вот главные приемы, при помощи которых современные ученые могут получить чистую разводку любой бактерии и всесторонне изучить ее значение и роль в природе. При помощи этих способов узнали все то, что мы выше рассказали о роли разных бактерий при брожениях. При помощи их мы можем теперь разводить чистые культуры разных брожений — или той же болгарской палочки, как до сих пор умели разводить разные породы кур, свиней, лошадей и пр.

Таким же образом врачи изучают болезнетворных бактерий. И тот, кто узнал из нашего рассказа, как точно умеют теперь люди изучать бактерий, не сможет сомневаться в верности того, что рассказывает о них наука.

Одною из удивительнейших особенностей бактерий и всех других микроорганизмов (еще одно название мельчайших существ) является их поразительная способность быстрого размножения. Из одной бактерии через три дня могло бы образоваться путем деления (при условии, что все бактерии выжили бы, и если бы им хватило пищи) такое количество, что они заполнили бы своими телами, плотно лежа друг подле друга, все моря и океаны на земле.

Можно подумать, что свою способность размножения бактерии передали и размножению знаний о бактериях. Еще каких-нибудь

65 лет назад—в 1857 году Пастеру с большим трудом удалось убедить всех ученых в том, что брожение сахара в спирте вызывается живыми существами, сходными с бактериями, т.-е. дрожжевыми грибами, а теперь мы открываем бесконечные количества все новых бактерий, которые играют главенствующую роль в явлениях природы, окружающей человека. Хлебное брожение, скисание молока, получение уксуса из вина, „силосование“ кормов и приготовление питательных продуктов для самого человека, наконец, самые болезни человеческие—все это происходит благодаря этим маленьким микроскопическим существам.

Дальше мы увидим, что этим еще далеко не ограничиваются те удивительные открытия, которые сделала наука, изучая бактерии и их жизнь.

Г л а в а IV.

Какое значение брожение имеет для бактерий.

Открыв возбудителей брожения, неугомонный Пастер не успокоился на этом. Его увлекала новая задача, которую он хотел разрешить: зачем бактериям нужно возбуждать брожение жидкостей? Какое значение имеет брожение для самих бактерий?

Не работают и не трудятся же бактерии для радости и удовольствия человека, когда они готовят спирт из сахара, простоквашу из молока и т. д. Только наивные первобытные люди и современные дикари думают, что в природе все совершается для человека и преследует целью его вред или пользу.

Нет, мы теперь хорошо знаем, что природа живет своею собственной жизнью, но не руководствуется чьим-либо умом и какими-либо целями. Но все, что живет, живет так, что процессы его жизни не дают ему погибнуть и ему самому приносят пользу или вред.

Так и здесь Пастер не сомневался, что брожение производится не ради удовольствия человека, а потому, что это зачем-то необходимо для жизни самих бактерий.

Для того, чтобы были понятны те удивительные открытия, к которым пришли Пастер и др. ученые, разгадывая эту тайну, необходимо сперва рассказать кое-что о том общем законе жизни, которому подчиняются все живые существа, начиная с человека и кончая мельчайшей бактерией или тысячелетним дубом.

Общий закон жизни.

Если мы задумаемся над тем, что такое жизнь, как мы распознаем живые существа, то не можем не согласиться, что главный признак всего живого — это то, что в нем

происходят какие-то сложные и, при первом знакомстве, совершенно непонятные нам движения и превращения: мы двигаемся, говорим, т.-е. двигаем языком и губами, слышим в своем теле биение сердца, дышим, растем; так же, как и мы, растут и размножаются бактерии, растут и цветут растения и при этом тоже производят большую работу для поднятия вверх от земли своего ствола и листьев.

Эти движения и превращения с первого взгляда совершенно непонятны, и начинает казаться, что в них-то и заключается коренное отличие жизни и работы нашего тела от работы неживой машины.

Но если вдуматься глубже, то мы начинаем различать и черты большого сходства. В самом деле, что необходимо для работы каждой машины? Какая-либо сила, которая станет двигать ее рычагами и колесами. Такой силой может явиться сила нашей руки, когда мы вращаем ворот у колодца, но это, конечно, сила недостаточная для больших машин. Поэтому чаще мы теперь пользуемся другими источниками силы или—как лучше и правильнее говорить—энергии: энергией падающей воды (водопады, водяные мельницы), силою ветра (ветряные мельницы, паруса лодок), а главным образом—теплом.

Большинство наших машин для своей работы требуют отопления: мы сжигаем уголь, дрова, нефть или солому и получаем таким образом тепло.

Это тепло превращает воду, налитую в котел, в пар, а пар двигает поршнем цилиндра, а через него — рычагами, колесиками и т. д.

Если нет или не хватает топлива, то машина не может работать, и тогда останавливаются фабрики, заводы, и вся фабрично-заводская деятельность „замирает“. И, наоборот, чем больше работают машины, тем больше они „поедают“ топлива.

Но одного топлива недостаточно еще для того, чтобы машина заработала, для этого необходим еще воздух и непременно воздух, содержащий в себе кислород. Этот кислород, содержащийся в воздухе, при горении соединяется с веществами отопительного материала (дерева, угля, светильного газа и т. д.), и тогда получается воздух, содержащий в себе углекислый газ, в котором уже ничто гореть не может.

Если притока свежего воздуха взамен отгоревшего нет, то топка начинает дымить, дает угар, притухает, а потом и совсем гаснет. Итак, ясно, что для работы машины необходимы две вещи: 1) топливо, т.-е. какое-либо способное гореть вещество, и 2) кисло-

род воздуха, без которого никакое топливо не сможет гореть.

Вернемся теперь к живому телу. Тело тоже двигается, т.-е. поднимает тяжести, работает и т. д. Что же его сила, рождается ли она из ничего, или же и для нее мы можем указать источник?

Ответ ясен: мы бы не смогли работать, если бы не питались. Изаголодавшийся человек неспособен работать и валится с ног; и, наоборот, чем больше мы поработали, тем больше хочется есть. Значит, пища нам так же нужна, как машине топливо. Но этого мало еще! Для того, чтобы жить, мы должны дышать. А при дыхании происходит вот что: мы вдыхаем в себя воздух и поглощаем из него кислород, а потом выдыхаем испорченный воздух, содержащий углекислый газ, т.-е. тот же самый, который образуется при горении¹⁾. Таким образом, мы живем и работаем при помощи тех же сил, как и любая машина: для нашей жизни необходимо, чтобы в нашем теле сгорало наше топливо (пища) в присутствии кислорода воздуха. В этом и состоит внутренний смысл дыхания. Многие думают, что сущность дыхания заключается в том, что подни-

¹⁾ Вот почему в комнате, где много народу, лампы горят тускло, и, наоборот, там, где много жгли что-нибудь, трудно дышать; и огонь и мы живем одним и тем же кислородом воздуха.

мается и опускается грудь, и наполняются воздухом легкие. Но если нет в воздухе кислорода, то как ни будем мы волноваться грудью и глотать воздух, а жить мы не сможем. И, наоборот, у рыб, червей, у всех растений нет легких, а, между тем, они дышат: рыбы—через жабры, из воды, а растения через стенки своего тела поглощают из воздуха кислород и выделяют углекислый газ.

В этом и есть сущность дыхания. Кислород, поглощенный живым телом, сжигает в нем пищевые вещества, при этом развивается тепло (наше тело всегда нагрето до 37° тепла), и наше тело получает способность работать. Можно все тепло, которое образуется нашим телом, собрать и измерить, и тогда окажется удивительная вещь: если взять нашу пищу, которую мы ежедневно употребляем, и сжечь ее на воздухе, то окажется, что при этом получится ровно столько же тепла, сколько выделяет и наше тело при этой пище. Это значит, что количество энергии, которое заключено в пище, остается одним и тем же, будет ли пища сожжена в машине или в нашем теле¹⁾.

Мы научились измерять тепло так же точно, как измеряем длину аршинами, вес фунтами

¹⁾ См. об этом мою книжку: «Научные основы питания». Изд. «Новая Москва», 1924, 2-е изд.

и т. д. Количество тепла мы измеряем большими и малыми калориями (от латинского слова — „калор“, что значит жар, тепло). Большая калория — это то количество тепла, которое способно нагреть один литр воды (или 2,4 фунта) на один градус. Малая калория в тысячу раз меньше, чем большая, и способна нагреть на 1 градус всего лишь 1 кубический сантиметр воды. Дальше мы будем иметь дело только с большими калориями.

Итак, говорим мы, для жизни необходимы две вещи: 1) пища и 2) кислород воздуха. Когда пища сгорает в нашем теле в присутствии кислорода воздуха, которым мы дышим (это горение, конечно, отличается от простого горения на воздухе: при дыхании мы „горим“, но не сгораем), то при этом развивается тепло, которое согревает наше тело и позволяет ему работать и, следовательно, жить.

В этом и есть источник жизни нашего тела, его движений, превращений, роста и работы.

Основной же закон природы и жизни заключается в том, что в живом ли теле, или в мертвой машине энергия (сила), производящая работу, не рождается из ничего, а требует каких-либо источников — чаще всего в виде тепла, которое развивается при сгорании пищи или топлива в присутствии кислорода.

Следовательно, ни одно живое существо не способно существовать, если его лишить источника энергии.

Чем живут бродильные бактерии.

Теперь обратим внимание на следующий маленький расчет:

Если сжечь на воздухе 180 грамм сахара, то полученную теплоту можно нагреть на 1 градус 702 литра воды, т.-е., другими словами, мы получим 702 большие калории тепла. При этом вместо сахара и кислорода мы получим углекислый газ и пары воды.

Если мы съедем те же 180 грамм сахара, то он также обратится в нашем теле в углекислый газ и воду (на холоду видно, что при дыхании изо рта идет пар) и дает при этом те же 702 калории тепла.

Но если мы бросим в 180 грамм сахара дрожжей и заставим сахар бродить, то получим всего лишь 51 калорию, а сахар обратится не в углекислый газ и воду, а в углекислый газ и спирт, при чем углекислого газа получится меньше, чем при сжигании. Но спирт сам по себе может гореть, и оказывается, что если бы мы сожгли весь спирт, полученный из 180 грамм сахара, то добыли бы из него 651 калорию тепла, а из спирта образовались бы углекислый газ и вода.

51 да плюс 651 дядут 702 калории—те самые, которые мы получили при прямом сжигании сахара.

Так вот, в чем секрет брожения.

Бродильные грибки и бактерии неспособны воспользоваться всей энергией, которая содержится в питательном материале, — дрожжи добывают из каждых 180 грамм сахара не 702 калории, как наше тело, а почти в 14 раз меньше.

Таким же образом живут и другие бродильные бактерии: уксусно-кислые бактерии пользуются спиртом, оставшимся после спиртовых дрожжей, но и они не до конца используют содержащиеся в спирту калории; молочнокислые превращают сахар молока в молочную кислоту, но молочная кислота также еще способна гореть.

Наконец, все вместе бродильные микроорганизмы работают над хлебом, но мы знаем, как много пищи оставляют они в хлебе для нас. Но свое неумение в полной мере использовать энергию питательного для них материала бродильные бактерии и грибки восполняют тем, что они способны заставить перебродить огромные количества вещества. Ведь мы все знаем, как мало нужно дрожжей, чтобы заставить бродить вино или хлеб.

Один из ученых вычислил, что 300 миллиардов бактерий уксусного брожения все

вместе будут весить лишь 1 грамм, но они способны в течение нескольких дней превратить в уксус 10 килограммов, или—что все равно—25 фунтов спирта ¹⁾). Значит, каждая бактерия перерабатывает количество спирта, превышающее ее собственный вес в 10 тысяч раз.

Такая быстрота брожения необходима для этих бактерий: иначе их жизнь текла бы крайне медленно, и им не хватало бы энергии для их быстрого роста и размножения, так же точно, как плохо отапливаемая машина неспособна быстро работать.

Можно было бы пожалеть эти маленькие существа, которые требуют для своей жизни так много пищи, ибо не умеют ее использовать в полной мере. Но то, что было узнано вскоре после этого первого открытия бродильных бактерий, заставляет нас отказаться от всяких сожалений. Оказывается, что в связи с этим недостатком многие бродильные бактерии пользуются также и большими преимуществами, которых лишены все другие вещества.

Начнем с того, что, как мы до сих пор говорили, ни одно существо не способно жить

¹⁾ 1 килограмм равен тысяче граммов, он же, в русских мерах, равен 2,5 фунта (2 и пять десятых фунта).

без кислорода: раз нет кислорода, сейчас же прекращается дыхание, т.-е. выработка энергии в теле, и оно умирает. Но Пастер, изучая бродильных микробов, доказал, что многие из них способны прекрасно жить без кислорода. Так происходит описанное выше низовое брожение сахара в спирт. И понятно, в чем тут дело: для того, чтобы сжечь сахар, необходимо присоединить к нему кислород; но для того, чтобы превратить сахар в спирт, как известно было еще раньше, кислорода совершенно не требуется, а, между тем, таким образом бродильные грибки, обладая способностью получать энергию своей жизни путем сбраживания сахара в спирт, получили огромное преимущество над большинством других существ: они в отличие от всех известных нам ранее правил могут жить и даже размножаться (не всегда!) в полном отсутствии кислорода.

Есть такие бродильные бактерии, которые даже боятся кислорода, как яда, и могут жить и размножаться только при его полном отсутствии. Пастер, которым было сделано и это важное открытие, так и определил смысл брожения: „брожение — это есть жизнь без кислорода“.

После того, правда, мы узнали, что многие брожения идут только в присутствии кислорода, но верным остается все-таки то,

что при всех родах брожения брожение отчасти или целиком заменяет бактериям дыхание.

Борьба за существование в природе.

Итак, теперь нам становится яснее, какое значение брожение имеет для бродильных существ:

1) брожение дает им источник энергии, необходимой для жизни всего живого; оно им заменяет дыхание;

2) для многих из них брожение дает редкую возможность существовать без кислорода, на что, казалось, не способно ни одно до тех пор известное животное или растение.

Но есть и еще одно соображение, которое с новой еще стороны уясняет значение брожения.

После нашего знакомства с царством бактерий мы все более убеждаемся, что мир переполнен живыми тварями. Они мешают друг другу жить, т. к. каждое стремится завоевать себе наилучшее место на земле.

В этой борьбе за существование нет, конечно, никаких разумных действий и рассуждений. Просто одно существо, занимая место в жизни, губит своих соседей, как вековое дерево глушит молодые ростки под собою. Понятно, зато, что хорошо устроятся те из существ, которые приспособятся к таким не-

обычным условиям жизни, при которых у них не окажется соперников.

Бродильные существа нашли себе такие необычайные условия: в спирту или в уксусе немногие из их соперников в праве на жизнь почувствуют себя хорошо. Да часто еще и при таком необычном способе питания и дыхания в отсутствии кислорода!

Некоторые ученые даже считают, что важнейшее значение брожения для бактерий заключается в этой способности их вырабатывать ядовитые вещества: спирт, уксус или молочная кислота убивают всяких других бактерий, кроме специально приспособившихся бродильных (вспомните, хотя бы, лактобациллы проф. Мечникова, убивающие в наших кишках вредных для нас гнилостных и других живущих там бактерий).

Мы теперь можем с ясным пониманием смотреть на процессы брожения. Наблюдая их, мы отчетливо сознаем, что это не дружелюбный нам бог Бахус готовит радующий невежественного человека ядовитый напиток, и не доброжелательная природа благодетельствует человека, даря ему уксус для услащения кушания или простоквашу в здоровую пищу. Нет, то мельчайшие из детей природы нашли себе в непривычных для других местах возможность существования.

Поселяясь в этих сулах, маленькие существа начали свою работу, дающую им жизнь: одни перерабатывают налитый в сосуды виноградный сок в спирт, другие—спирт в уксус и в том находят источник тепла и работы,— словом, почти всего, что необходимо для их жизненной деятельности.

Но так же точно существуют десятки и сотни других видов бактерий, которые в других местах нашли себе приют на земле: одни поселяются на мертвых телах и, вызывая их гниение, находят в том источник своей жизни. Такие бактерии носят название гнилостных бактерий, и к ним принадлежат многие из неприятных, но постоянных обитателей наших кишок, где они питаются остатками пищи, которыми мы еще не успели испражниться.

Другие поселяются на дне серных источников, где они питаются и таким странным и ядовитым для большинства существ газом, как сероводород, который служит причиной запаха тухлых, т.-е. гниющих яиц.

Третьи питаются железными солями и засоряют своими телами водопроводные трубы и т. д. и т. д.

С этим, новым для многих из нас, взглядом на жизнь природы, подойдем теперь к рассмотрению тех болезнетворных бактерий,

которые отравляют наше тело страшными ядами сифилиса, туберкулеза, чумы, холеры, столбняка, тифа и того длинного списка других заразных болезней, которые доставляют так много страданий человеку.

Открыв этих виновников своих болезней, человек склонен смотреть на них со стороны своих интересов; и он не может не слать проклятия по адресу этих микробов, не может не объявить им беспощадную борьбу.

Но можем ли мы теперь, как первобытный дикарь, видеть в болезнях и бактериях, их причиняющих, „злых духов“, которые нарочно заставляют страдать наше тело.

Конечно, нет. Человек ведь только малая песчинка среди миллионов живых существ. Каждое из этих существ имеет одинаковые с нами права на жизнь, и этому содействует их способность уживаться в таких условиях, в которых гибнут их соперники.

И вот, многие из этих существ находят себе такое удобное место в нашем теле—в крови, кишках или легких. Они не видят, конечно, человека и ведать о том не ведают, что существует какое-то огромное существо, в миллионы раз большее, чем каждое из них, да и вообще ни о чем они не думают и думать не могут, как не думают все растения.

Но в нашем теле им оказывается хорошо, и они начинают размножаться, не подозре-

вая о том, что они выделяют при этом вещества, которые отравляют наше тело и причиняют этим наши болезни.

К тому же и наша кровь выделяет некоторые вещества, которые оказываются для них опасными,— и тогда начинается борьба ядами.

Если бы бактерия была способна рассуждать, то она сказала бы, что наше тело вырабатывает яды, которые вредны ей, а она в ответ выделяет противоядие против тех „болезней“, которые причиняет им наша кровь. И она была бы не меньше права, чем мы, когда говорим обратное: что бактерия вырабатывает яды, а наша кровь—противоядия: в конце концов все в природе так же относительно, и что является ядом для одного, то противоядие—для другого. А для природы одинаково дороги и одинаково безразличны и человек и живущая в нем бактерия.

Это понимание природы прекрасно почувствовал наш русский писатель - художник И. С. Тургенев, который посвятил ему одно из лучших своих „стихотворений в прозе“.

Вот оно:

Природа.

-- Мне снилось, что я вошел в огромную подземную храмину с высокими сводами. Ее всю наполнял какой-то тоже подземный, ровный свет.

По самой середине храмины сидела величавая женщина в волнистой одежде зеленого цвета. Склонив голову на руку, она казалась погруженной в глубокую думу.

Я тотчас понял, что эта женщина—сама Природа,—и мгновенным холодом внедрился в мою душу благоговейный страх.

Я приблизился к сидящей женщине и отдал почтительный поклон: „О, наша общая мать!—воскликнул я,—о чем твоя дума?.. Не о будущих ли судьбах человечества размышляешь ты?.. Не о том ли, как ему дойти до возможного совершенства и счастья“?..

Женщина медленно обратила на меня свои темные, грозные глаза. Губы ее шевельнулись, и раздался зычный голос, подобный лязгу железа:

— Я думаю о том, как бы придать бóльшую силу мышцам ног блохи, чтобы ей удобнее было спастись от врагов своих. Равновесие нападения и отпора нарушено... надо его восстановить.

— Как,—пролепетал я в ответ.—Ты вот о чем думаешь!.. Но разве мы, люди, не любимые твои дети?...---

Женщина чуть-чуть наморщила брови:

— Все твари — мои дети, — промолвила она,—и я одинаково о них забочусь —и одинаково их истребляю.

— Но добро... разум... справедливость... — пролепетал я снова.

— Это человеческие слова, — раздался железный голос. — Я не ведаю ни добра, ни зла... Разум мне не закон, — и что такое справедливость?.. Я тебе дала жизнь, я ее отниму и дам другим, червям или людям. Мне все равно... А ты пока защищайся — и не мешай мне...

Я хотел было возражать... Но земля глухо застонала и дрогнула, и... я проснулся"...

(Август 1879 г. Тургенев).

Так человек, могучий своими знаниями или чувством художника, способен забыть о своих страданиях и интересах и спокойным взглядом наблюдателя смотреть на жизнь свою и всей природы. И тогда одинаково ничтожными и одинаково могучими покажутся ему и сам человек и микроб, слабый в одиночестве, но сильный своим несметным количеством.

Но в жизни нельзя только наблюдать. Нужно уметь и бороться за свою жизнь.

— „А ты пока защищайся“, — говорит Тургенев словами Природы в своем стихотворении...

С тех пор прошло много лет, и человек успел из обороны перейти в нападение. Вооруженный теми знаниями, которые ему дает наука, он становится в силах не только побеждать своих еще недавно страшных врагов — болезни, но, раскрывая тайны брожения и другие окружающие его загадки, человек все более подчиняет своей воле и „нашу общую мать“ — царицу-Природу.

И разве все то, что рассказано нами, не есть история прошлых и пророчество будущих, еще более великих побед человека над природой?

Глава V.

О механизме брожения.

Окончились ли рассказанным выше те открытия, которые сделала наука по вопросу о природе брожения?

В этой главе нам придется еще показать, какие дальнейшие и неожиданные задачи открываются перед нами по мере изучения процессов брожения.

В 1857 г. Пастер доказал, что брожение не может происходить в природе в отсутствие бродильных грибков или бактерий. Он также объяснил, какое значение имеет брожение для самих дрожжей, но тогда же возник вопрос:

какими способами бактерии добиваются такого превращения—сахара в спирт, спирта в уксус и т. д.

Как и всегда, находились робкие и нерешительные люди и среди самих ученых, которые считали, что это загадка, неразрешимая для науки. Способность вызывать брожение, говорили они, неразрывно связана со свойствами живых клеток, а тайны жизни мы никогда не разгадаем до конца,

Но были и такие смелые, которые считали, что все, что происходит в живом теле, не отличается по существу от того, что мы видим в неживой природе, но только гораздо более сложно, а потому и требует для своего полного познания много труда и терпения. Примером может служить то, как мы теперь научились понимать дыхание, сравнивая его с горением мертвого угля.

Конечно, нельзя думать, что существует полное сходство между нашим дыханием и горением, и уже теперь, как мы покажем дальше, мы оказываемся в силах глубже понять сущность дыхания.

Но все же, если вдуматься в те превращения, которые происходят при брожении, мы не можем не согласиться, что сходные явления происходят и в неживой природе, без всякого участия живых существ. Так, когда мы польем негашеную известь водою,

то она превращается в гашеную известь и при этом нагревается и вскипает; мел, облитый кислотой, дает углекислый газ и нагревается при этом и т. д. Все такие превращения, когда вместо одного вещества получается другое, обладающее совершенно другими свойствами, получили название „химических превращений“ и давно подробно изучаются учеными. При брожении происходят также химические превращения, когда сахар превращается в спирт, спирт в уксус и т. д. Но вся суть в том, что нам неясно, как это происходит. Пастер доказал, что здесь необходимо участие бродильных микробов, но нельзя ли из этих микробов добыть это вещество, которое является действующим началом брожения, и, отделив его, таким образом, от живого существа, изучить его состав и все свойства? Тогда мы бы могли изучать брожение так же тонко и подробно, как мы знаем все силы и условия, которые обуславливают получение углекислого газа из мела и кислоты.

Это удалось сделать в 1898 г. братьям Эдуарду и Гансу Бухнерам.

Они растирали дрожжи с чистым песком, а потом отжимали их и процеживали под сильным давлением. Таким образом они получали дрожжевой сок, в котором не заключалось ни одного живого тельца. И все же

этот сок заставлял бродить сахар, как если бы тут были живые дрожжи.

Вещество, которое они потом добыли из этого сока, и которое оказалось действующим началом спиртового брожения, они называли зимазой.

Таким образом, им впервые удалось произвести брожение сахара в спирт в отсутствии живых существ.

Вместе с тем, они доказали этим, что такие удивительные тайны, как явление брожения, наука все же глубже может подвергать своему изучению.

И они положили хорошее начало на этом пути.

Не прошло и нескольких лет после открытия зимазы, вызывающей в дрожжах брожение сахара, как другие ученые обнаружили, что зимаза, как оказывается, существует в теле очень многих растений; а теперь уже начинают думать, что нет, повидимому, растения, в котором нельзя было бы найти зимазы.

Что же нужно зимазе в растении? Почему она попала сюда?

А вот зачем. Теперь мы начинаем постепенно узнавать, что не только бактерии, но и многие растения и даже животные спо-

собны на короткое время остаться жить без кислорода. И оказывается, что в таких растениях, пробывших без кислорода, удается найти небольшие количества спирта...

Значит, мы делаем новое открытие: брожение происходит не только в дрожжах, но и в других растениях. Но мы обыкновенно не замечаем этого спирта в растениях, так как он сейчас же по образованию обыкновенно сжигается кислородом.

И только в исключительных условиях наших опытов — в отсутствии кислорода — нам удалось поймать это вещество, которое многие ученые готовы рассматривать, как промежуточный продукт дыхания. Вот как толкуют многие все эти открытия.

Брожение, говорят они, есть часть дыхания. Бродильные бактерии потеряли способность дышать до конца и сохранили за собою лишь первую часть дыхательных превращений.

Но и растения оказываются способны на короткое время прожить без кислорода, — и тогда они энергию, необходимую для поддержания жизни, черпают, как и дрожжи, из спиртового брожения, т.-е. в первой ступени дыхания, которое заключалось бы в полном сжигании сахара до углекислоты и воды.

Но, изучая дальше растения, удалось открыть, что и дальнейшее сгорание спирта до углекислоты и воды происходит во многих случаях под влиянием веществ, во всем сходных с зимазою. Как и зимазу, эти вещества удается выделять из растений и изучать их действие вне тела растения. Эти вещества называют особым словом „энзимы“. Таким образом, мы можем представлять себе дыхание, как несколько ступеней брожения, в роде того, как укусные бактерии продолжают работу пивных дрожжей. Таким образом, раньше для того, чтобы понять брожение, нам нужно было сослаться на дыхание, а теперь, понявши уже сущность брожения, мы можем надеяться проникнуть в самую тайну дыхания и изучить его до самых сокровенных глубин.

Но при этом нужно оговориться лишь в том, что по мере нашего изучения всех этих процессов, протекающих при дыхании, мы пришли к заключению, что спиртовое брожение не есть обязательная промежуточная ступень в процессах дыхания: у сложных многоклеточных организмов — этот процесс идет в большинстве случаев несколько другими путями, а энзимом, управляющим этими процессами, оказывается уже не зимаза, а другие энзимы. Но это уже не так для нас важно. Важно то, что, начавши от спирто-

вого брожения, мы пришли к убеждению, что и процесс дыхания мы можем разложить на ряд более простых превращений, многие из которых протекают под влиянием энзим, близко напоминающих зимазу по основным свойствам и способу их действия. Задачей современной науки о дыхании и является теперь изучить до последних мелочей те тонкие превращения и химические реакции, которые протекают при этом в организме, и установить точный перечень тех энзим, которые принимают участие в этих процессах. А в этом отношении пример спиртового брожения позволил нам уже и сейчас понять основные тайны этого сложного явления.

Так, одно открытие помогает и подготавливает другое, и по мере того, как наука подвигается вперед, мы делаем сходным то, что казалось до тех пор самыми различными вещами.

Но и это еще не все. Чем глубже мы проникаем в изучение животных и растений, тем больше мы убеждаемся, что они полны таких веществ, сходных по своему действию и природе с зимазой.

Все эти вещества отличаются одним общим замечательным свойством: присутствуя в самом

незначительном, почти незаметном количестве, они способны вызывать превращения огромных количеств материала.

Все вещества, обладающие такими свойствами, получили название энзим или ферментов.

Именно присутствию таких, всякий раз особых, энзим обязаны винные дрожжи или уксусные бактерии тем, что они способны сбраживать количества материала в десятки тысяч раз больше по весу, чем все тело микробов.

Так вот, оказывается, что огромная масса процессов превращений в живом организме совершаются при посредстве таких энзим. Возьмем тот же случай брожения спиртового. Спирт получается из сахара. Но ведь сахар берется нами не в готовом виде, а в виде картофельного крахмала или ржаной муки: откуда же из крахмала появился сахар?.. — И здесь не обходится без участия энзим. Дело в том, что в растениях, особенно же в солоде, который мы прибавляем в брагу, существует энзима, которая носит название диастаза, — и он-то и производит превращение крахмала в сахар. Еще интереснее то, что оказывается, что тот же диастаз, но только под другим названием „птиалина“, — давно известен в нашей слюне, и здесь он тоже производит превращение крахмала в сахар

(вспомним, что если долго жевать хлеб, то во рту делается сладко). Но в нашем же желудке и кишках находят много других ферментов (или энзим), которые производят, оставаясь сами в малых количествах, превращение нашей пищи, т. е. производят то, что мы называем „пищеварением“. Равным образом и в теле других животных и в растениях все переваривание пищи происходит под влиянием энзим.

В настоящее время трудами многих ученых—Баха, Нейберга, Палладина, Костычева, Лебедева и других, механизмы спиртового брожения—с одной стороны и дыхания—с другой подвергнуты тщательному изучению. И мы уже во многих случаях с уверенностью можем описать все последовательные стадии превращения веществ в живой клетке. Особенно тщательно изучено было спиртовое брожение, в годы войны, немецким ученым Нейбергом и его учениками. Исследования Нейберга окончательно подтвердили и ранее существовавшее представление, что процесс превращения сахара в спирт и углекислоту есть процесс сложный.

Он может идти разными путями, в зависимости от различия условий, и требует участия нескольких самостоятельных ферментов, которые еще недавно все вместе мы описывали под именем единого фермента—*з и м а з ы*.

Таким образом, в настоящее время зимазу, открытую Бухнером, мы должны представлять себе как смесь нескольких ферментов, которые последовательно превращают сахар, через ряд последовательных ступеней, в спирт и углекислый газ.

Замечательно, что в числе других побочных и промежуточных продуктов спиртового брожения был найден глицерин. Нейберг исследовал в последние годы те условия, при которых глицерин можно получать в больших количествах, направив весь бродильный процесс в эту сторону.

Таким образом, он изобрел способ получать глицерин из сахара. Но так как сахар для спиртового брожения получается из картофеля, а глицерин имеет огромное значение для получения взрывчатых веществ (нитроглицерина), то открытие Нейберга сыграло огромное значение для Германии во время войны, так как позволило им в неограниченном количестве готовить взрывчатые вещества из „картошки“.

С другой стороны—глицерин составляет основу всех жиров.

Имея глицерин в большом количестве, мы получаем в свои руки средство к искусственному получению жировых веществ, имеющих, как известно, огромное значение в нашем питании. Следовательно, открытие Нейберга

может лечь в основу искусственного получения жировых веществ из того же картофеля. Так проблемы и загадки, поставленные перед нами природою брожения, приводят нас не только к более ясным представлениям о природе и сущности дыхания, но и привели к открытиям огромной практической важности.

Это еще одна тысяча первый пример того, насколько прогресс культуры и техники тесно связан с развитием науки и чистого знания.

Но вернемся к механизму дыхания. Те же исследования последних лет позволяют нам составить себе картину тех еще более сложных процессов, которые образуют явления дыхания.

Дыхание мы можем представлять себе, как ряд последовательных процессов брожения; как здесь, так и там процессы превращения происходят под контролем и воздействием ряда особых ферментов, которые мы можем назвать дыхательными ферментами.

К числу таких дыхательных ферментов относится, повидимому, и зимаза. Но зимаза превращает сахар лишь в углекислоту и спирт и без потребления кислорода. Для того, чтобы сахар „сгорел“ в углекислоту и воду, необходимо ввести в дело кислород, т.е. произвести то, что называется собственно дыха-

нием или „окислением“. Это окисление происходит благодаря особым окислительным ферментам или „оксидазам“, тщательно изученным и исследованным русским ученым А. Н. Бахом) ¹⁾.

Под влиянием таких окислительных ферментов сахар сжигается в нашем теле до конца, при чем выделяется то большое количество энергии, которое является источником работы нашего тела. Мы еще далеко не так точно знаем все подробности в механизме дыхания, как это уже достигнуто для более простого явления спиртового брожения. Но уж из того, что нами здесь вкратце сообщено, читатель видит, как глубоко мы уже успели проникнуть в понимание сущности дыхания, этого чуть ли не наиболее существенного признака жизни.

¹⁾ Вряд ли кто из читателей, обучавшихся в свое время по «Экономическим очеркам» эмигранта Баха, может догадаться, что это тот самый Бах, который снискал себе имя мирового ученого исследованиями в области окислительных ферментов. И еще более он удивится, узнав, что эти важные работы, произведенные А. Н. Бахом в эмиграции в Швейцарии, продолжают им ныне, после революции, в Москве, где он стоит во главе Биохимического Института, занятого почти исключительно исследованиями действия ферментов, этих важных винтиков и пружин в живой машине.

И вот перед нами открывается новая область знания. Мы начали со спиртового брожения, а пришли к разгадкам тайн целого ряда процессов жизни.

Мы узнали, что причиной брожения является особое вещество, зимаза, которая может быть добыта из дрожжей.

Но оказалось затем, что зимаза есть одна из числа многих энзим, существующих в наших клетках, при чем некоторые из таких энзим играют важную роль в сложных процессах нашего дыхания.

Все это дает право уже сейчас, хотя и при недостаточно полных знаниях, представлять себе дыхание, как ряд процессов, подобных процессам брожения.

Наконец, такие же энзимы производят работу пищеварения в нашем теле и таким образом принимают участие во втором важнейшем признаке живых существ—в питании. Мы можем сказать, что и пищеварение есть также ряд последовательных процессов „брожения“.

Но если так, то не можем ли мы представить себе, что и вся жизнь есть не что иное, как ряд последовательных брожений? Если так, то наша маленькая задача о сущности брожения вырастает в огромную проблему о сущности жизни.

И тогда, чем глубже мы изучим работу бродильных микробов, тем глубже мы разгадаем тайну жизни и живых существ.

Но не нужно, конечно, чрезмерно увлекаться такими мечтами. Мы еще не изучили жизнь настолько подробно, чтобы могли точно определить пределы значения энзим и вызываемых ими процессов брожения в нашем теле. Но уже сейчас мы можем сказать, что все сложное многообразие жизненных явлений не может быть понято и изучено на основании только одного учения об энзимах и процессов брожения.

Тем более, что и самая природа энзим представляется нам неясной, и перед наукою встает теперь новый, огромной важности вопрос: что же такое эти самые энзимы, и каковы механизмы и способы действия их на бродильные процессы? Тем не менее, учению о брожении и энзимах принадлежит огромное значение, и оно сыграло уже и сейчас большую роль в деле уточнения наших знаний о природе и сущности многих сложных жизненных явлений. Предыдущее изложение открыло перед читателем лишь небольшую долю из того, что уже стало прочным достоянием науки в этом отношении. Но мы не можем продолжать наше изложение, так как тогда мы еще долго не окончили бы нашей краткой

беседы, а эта маленькая книжка превратилась бы в толстенный том.

Вот почему мы позволим себе остановиться на этом, а читателей, которые заинтересовались вопросами о дальнейшем применении учения об энзимах и о природе этих последних, отсылаем к соответствующим книжкам, указанным в конце этого выпуска.

Литература.

Желающим подробнее ознакомиться с вопросами, затронутыми в нашей беседе, рекомендуем следующие книжки:

1. Костычев, С. О брожениях. 2-е издание
Гржебина, 1922 г.
2. Омелянский. Луи Пастер. Изд. Научно-техн. Изд-ва. Петроград, 1922 г.

Обе книжки дают подробное изложение вопроса, при чем во второй книжке изложение дается на фоне жизнеописания и трудов великого основателя всего учения о бродильных микробах — Луи Пастера. Обе книжки написаны очень живо, но требуют небольшой подготовки.

3. Омелянский. Хлеб, его приготовление и свойства. Петроград, 1923 г. 2-е изд.

Эта книжка написана очень просто и доступно и дает очень много полезных знаний по вопросам приложения научных знаний к практике хлебопечения.

О бактериях вообще следует прочитать:

4. Миэ. „Бактерии и польза, ими приносимая“. Москва, Госиздат, 1923.

Для неподготовленных читателей чтение нашей книжки может быть облегчено предварительным знакомством с брошюрой:

5. Палладин. . „Невидимые друзья и враги человека“.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Глава I.	
Что такое брожение	7
Глава II.	
Какие бывают брожения . .	16
Глава III.	
Как изучают бактерий . .	37
Глава IV.	
Какое значение брожение имеет для бактерий	52
Глава V.	
О механизме брожения . .	70
