

ДРОЖЖИ - ДРУЗЬЯ ИЛИ ВРАГИ?

Нина Пржиялговская

*Брожение – это жизнь без кислорода
Луи Пастер*

Вступление



Слово «дрожжи» вызывает у меня радостные воспоминания детства, связанные с праздничными днями. Мама с утра ставит тесто для пирогов. К тесту мама относится с материнской любовью и нежностью. Она его гладит, шлёпает и говорит о нём: тесто любит тепло и покой, тесто дышит, подходит и даже может убежать. Однажды я спросила:

– Мама! Тесто живое?

– Да, живое, но живым его делают дрожжи.

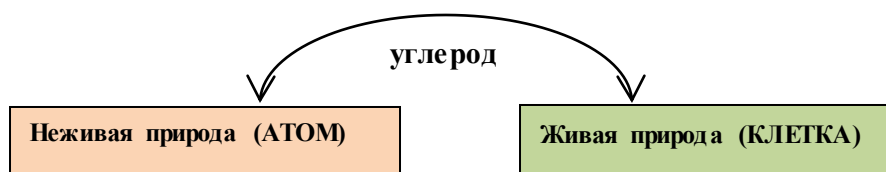
– А что такое дрожжи? – спросила я.

– Не знаю, доченька, я их покупаю в магазине. Вот ты вырастишь, выучишься и расскажешь мне о дрожжах.

Теперь я знаю ответ на заданный вопрос, но мамы уже нет.

Определение

Начну с определения. Что же такое дрожжи? Чётко ответить на этот вопрос очень трудно, потому, что дрожжи – это микроорганизмы, которые широко распространены в природе, и провести границу, где дрожжи, а где другие микроорганизмы крайне сложно. Люди уже в глубокой древности познакомились с дрожжами и, не видя их глазами, не зная, что это такое, «приручили» их для своей пользы. С помощью дрожжей человек готовил бодрящие напитки, содержащие спирт: вино, пиво, выпекал вкусные пышные хлеба. Можно сказать, что дрожжи была первыми одомашненными живыми организмами. Что же у них общего с другими живыми существами: бактериями, растениями, птицами, рыбами, животными? Где их место в окружающем нас мире? Наука делит мир на две части: живую и неживую природу. Неживая природа или геосфера – это верхний слой Земли (горные породы, водоёмы, атмосфера). Элементарной структурной единицей неживой природы является АТОМ или ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ.



Все эти элементы установлены и классифицированы по строению атома в периодической системе элементов имени Д. И. Менделеева. Среди химических элементов есть один, который называют элементом жизни – это УГЛЕРОД. Как из неживой природы этот элемент переходит в живую мы увидим ниже.

Живая природа тоже имеет свою классификацию, считая элементарной структурной единицей всех живых существ КЛЕТКУ. Вне клетки нет жизни. Каждый живой организм имеет свои собственные клетки с характерным метаболизмом (обменом веществ и источником энергии). Организмы могут быть одноклеточными и многоклеточными. В соответствии с клеточным строением классификация живых организмов выглядит так (рис.1).

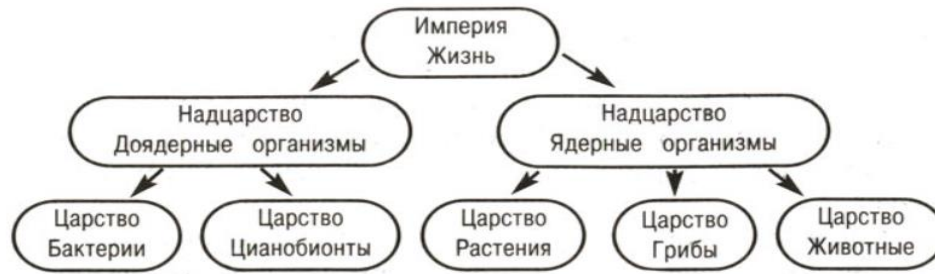


Рисунок 1. Классификация живых организмов

Биосфера Земли представляет собой империю ЖИЗНИ. Эта империя Жизни делится на два надцарства: одно надцарство Прокариотов (клетки этих организмов не имеют ядра) и другое – Эукариотов (клетки имеют ядро) Надцарства в свою очередь подразделяются на царства: так к прокариотам относятся царства бактерий и царство цианобактерий, а к эукариотам относятся царства растений, грибов и животных. А где же в этой квалификации место нашим дрожжам? Было время, когда дрожжи относили к растениям, но современная биохимия относит дрожжи к царству грибов. Дрожжи являются одноклеточным организмом. И относятся эволюционно к более низкой форме грибов. Теперь можно дать определение таким организмам, как дрожжи:

ДРОЖЖИ - ЭТО ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЦАРСТВУ ГРИБОВ.

Клеточная теория строения живых существ является одной из основополагающих идей современной биологии, она стала доказательством единства всего живого.

Дрожжи широко распространены в природе, их подразделяют на виды. Каждый вид имеет свои морфологические, физиологические и генетические признаки. Во многих странах созданы банки (коллекции) дрожжей, где можно приобрести необходимую культуру. В докладе речь пойдёт о дрожжах, относящихся к виду сахаромецетов или сахарных грибов. Именно этот вид дрожжей используется в пивоварении, виноделии и хлебопечении.

Чтобы понять, как живут дрожжи, как они растут, развиваются, как помогают людям делать вино, пиво, хлеб, надо рассмотреть строение дрожжевой клетки.

Строение дрожжевой клетки

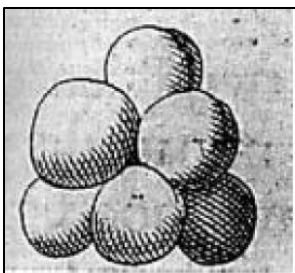


Рисунок 2. Дрожжи как их зарисовал Левенгук

Впервые микроорганизмы и дрожжевую клетку увидел голландец Антони Левенгук (1632–1723 гг.). Левенгук не был учёным – он занимался торговлей, имел свою галантерейную лавку. Всё свободное время Левенгук отдавал своему увлечению, которое и принесло ему мировую славу. Он шлифовал стёкла и получал из них увеличительные линзы. Своими руками сделал микроскоп, который мог увеличивать предметы до 300 раз. Он рассматривал под микроскопом всё, что попадалось на глаза: каплю воды, кусочек мяса, хоботок пчелы и всюду видел «маленьких животных» - микроорганизмы. До Левенгука их никто не видел. Так он первым открыл мир микроорганизмов. Однажды (1680 год) Левенгук положил под микроскоп каплю пива и увидел колонию маленьких шариков (рис.2). Это были клетки дрожжей. Левенгук описал их, зарисовал и отправил письмо в Парижскую академию наук. Всего он послал за свою жизнь около 300 писем. В 1680 году научные заслуги Левенгука были признаны, и он был избран членом Парижской академии наук.

Так простой, но очень любознательный и наблюдательный человек стал академиком. Это интересный пример в истории науки о том, как могут делаться открытия. Современная наука позволяет нам заглянуть внутрь самой клетки. Клетка дрожжей имеет довольно сложное строение (рис.3). Она окружена оболочкой или мембраной. Оболочка строится из белков и целлюлозы (в этом сходство дрожжей с растениями). Целлюлоза

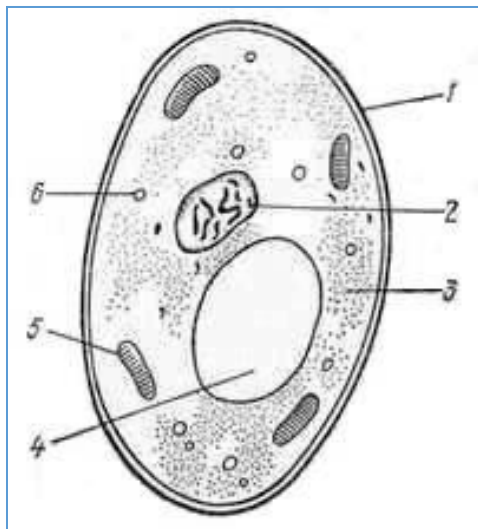


Рисунок 3. Строение дрожжевой клетки. 1 - клеточная оболочка; 2 - ядро; 3 - цитоплазма; 4 - вакуоль; 5 - митохондрии; 6 - рибосомы.

придаёт клеткам прочность. Через мембрану клетка осуществляет связь с окружающей средой, для чего в ней имеются биологические поры. Внутри оболочки находится цитоплазма. Это водный раствор органических соединений минеральных солей и других веществ. В цитоплазме находятся так же органы клетки, которые называются органеллами. К ним относятся: ядро, митохондрии, рибосомы и вакуоли.

Ядро является носителем наследственного аппарата. В нём расположены хромосомы. Митохондрии - это лёгкие клеток дрожжей. Здесь происходит синтез макроэнергетических молекул АТФ (аденозинтрифосфата). Рибосомы отвечают за синтез белков, углеводов и других органических соединений. Вакуоль — обязательный органоид клетки. Здесь запасаются такие вещества, как гликоген (животный крахмал), белки и жиры. В этом проявляется сходство дрожжей с грибами и

животными организмами. Растения запасают а клетках другой углевод – крахмал.

Рассмотрение строения клетки дрожжей говорит о том, что для её жизнедеятельности необходимо иметь много сложных органических веществ (ферменты, белки, углеводы, ДНК, РНК и др.). Для синтеза всех этих соединений нужны и углерод и энергия. Откуда дрожжевая клетка их берёт?

Метаболизм дрожжевой клетки

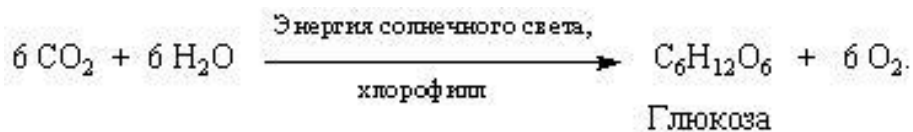
Так например, хорошо известно, что растительная клетка получает углерод из атмосферы в виде углекислого газа CO_2 , а энергию берёт от солнца. Для поглощения



солнечных лучей в растительной клетке есть зелёный пигмент – хлорофилл, который способствует превращению солнечной энергии в биологическую (фотосинтез).

Так как солнце светит не всегда (ночь, тучи), а жизнь – процесс непрерывный, в растительной клетке есть механизм запаса энергии. Эта энергия хранится в клетке в химических связях в синтезируемых для этой цели соединениях: белках, углеводах и жирах. Вот, например, как выглядит уравнение фотосинтеза важнейшего углевода – глюкозы:

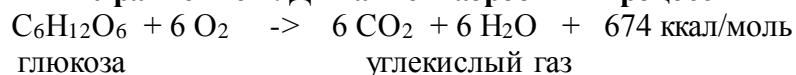
Уравнение 1. Фотосинтез глюкозы



Фотосинтез – важнейшая реакция всей жизни на земле. Продуктом этой реакции является не только углевод – глюкоза, но и молекулярный кислород (O_2), без которого невозможна жизнь очень многих организмов. Например, человек может прожить без кислорода только 5-7 минут. Весь атмосферный кислород имеет биогенное происхождение. Фотосинтез это тот путь, с помощью которого неживая природа передаёт живой природе необходимый для жизни углерод.

Когда растительной клетке нужна энергия для собственных биохимических процессов она пользуется биологической энергией, запасённой в химических связях глюкозы, и разрушает её связи с помощью кислорода (см. уравнение 2):

Уравнение 2. Дыхание – аэробный процесс

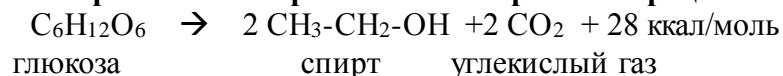


Этот процесс полного окисления глюкозы называют дыханием. Этим путем растительная клетка получает энергию, когда она ей нужна, то есть независимо от времени суток и погоды. Дыхание – это аэробный процесс, и требует наличия кислорода во внешней среде. С помощью энергии выделяемой при окислении глюкозы, клетка синтезирует нужные для жизни органические вещества.

Но дрожжи не могут жить подобно растениям за счёт солнечной энергии, так как дрожжевая клетка не имеет хлорофилла. Для своего питания дрожжевые клетки используют не углекислый газ, а готовые органические соединения, которые получены фотосинтезом и накоплены в растительных клетках. Удивительно, как всё связано в природе! Дрожжи очень избирательны в своём питании. Они хорошо растут и размножаются в средах, богатых углеводами и особенно глюкозой. Так колонии клеток дрожжей часто можно увидеть на сладких ягодах (белый налёт на ягодах винограда), на листьях растений, в общем, там, где есть глюкоза. Этот углевод вместе с кислородом попадает из внешней среды через мембрану в клетку, и клетка дрожжей получает за счёт процесса дыхания (см. уравнение 2) необходимую энергию. За счёт этой биологической энергии клетка растёт и размножается и конечными продуктами ее обмена являются углекислый газ и вода. А где же этиловый спирт, ради которого люди полюбили дрожжи? Он образуется в других условиях жизни дрожжевой клетки, когда во внешней среде нет кислорода, так называемые анаэробные условия.

Изучением анаэробных процессов подробно занимался великий французский химик и биолог XIX века – Луи Пастер (1822–1895 гг.). Он установил, что клетки дрожжей могут жить и в бескислородной среде (!). В этом случае дрожжи получают энергию тоже из глюкозы, но другим путём. Если кислорода во внешней среде нет, то клетка дрожжей меняет свой метаболизм и окисляет глюкозу за счёт внутреннего самоокисления углерода глюкозы. В новых условиях в дрожжевой клетке окисление происходит не полностью до углекислого газа, а до двух молекул этилового спирта и двух молекул углекислого газа (см. уравнение 3).

Уравнение 3. Брожение – анаэробный процесс



Анаэробный процесс получения этилового спирта из глюкозы с помощью дрожжей называется брожением. Этот путь получения биологической энергии брожением

энергетически менее выгоден по сравнению с дыханием (28 против 674 ккал/моль). Различие объясняется тем, что выделяемый клетками дрожжей спирт, содержит ещё нерасщеплённые химические связи. То есть, в анаэробных условиях используется не вся биологическая энергия, содержащаяся в молекуле глюкозы. Превращение глюкозы в спирт в клетке в действительности протекает через ряд сложных биохимических реакций. Процесс состоит из 12 стадий, каждая из которых катализируется своим ферментом. Таким образом, образующиеся из глюкозы спирт и углекислый газ, это не результат химической реакции. Спирт и углекислый газ являются конечными продуктами жизнедеятельности дрожжевой клетки в анаэробных условиях.

В результате своих исследований Луи Пастер установил, что образование спирта из глюкозы – это не просто химическая реакция, а биохимическая: спирт производят дрожжи, а брожение – это жизнь без кислорода (1859 год). Это научное открытие оказало огромное влияние на развитие отраслей промышленности, где используются бродильные процессы: виноделие, пивоварение и хлебопечение. Раскрытие биологической сути процесса брожения принесло Луи Пастеру мировую славу учёного – биохимика. Но Пастер сделал великие открытия и в других областях науки: химии, физике, естествознании.



Фрагмент репродукции картины Роберта Тома "Луи Пастер"

Научные заслуги Л. Пастера:

1. Биохимия (разобрался в процессах брожения);
2. Химия (стереохимия – новое направление в органической химии);
3. Физика (открыл причину хиральности);
4. Медицина (иммунология, эпидемиология, пастеризация и др.);
5. Биология (доказал несостоятельность теории самозарождения жизни).

Всей своей деятельностью Луи Пастер доказывал, как важны для человечества научные знания. Вот только один пример из его жизни.

Луи Пастер много лет жил и работал среди виноделов, и хорошо знал их проблемы, а проблем было много. Вино часто «болело»: прокисало, приобретало горький вкус, мутнело и т.п. Учёный разобрался в этих проблемах и установил, что болезни вина вызывают микроорганизмы, которые вместе с дрожжами попадают в виноградный сок и используют его для своего метаболизма, вследствие чего в вине появляются продукты, плохо влияющие на его вкус: молочная кислота, уксусная кислота, ацетон и др. Но многие виноделы не поверили учёному. Скептики говорили: «Что он может понимать в нашем деле? Хорошее вино делали ещё наши прадеды».

Однажды виноделы обратились к Пастеру за помощью, но одновременно решили проверить его учёность путём лукавства: вместе с больным вином принесли несколько бутылок хорошего вина. Но Пастер был настоящим учёным, и его не удалось «подловить». Он брал каплю вина из каждой бутылки, рассматривал под микроскопом и говорил присутствующим, какое это вино: кислое, горькое или здоровое. Виноделы проверяли его заключения на вкус. Пастер ни разу не ошибся: правильно угадал все бутылки с хорошим вином и верно поставил диагноз больным винам. Виноделы сняли шляпы, поклонились и ушли.

Пастер, как учёный поднялся ещё выше, он предложил виноделам способ борьбы с болезнями вина: в конце брожения нагревать вино до 50–80 °С, все микроорганизмы будут убиты и вино не будет «болеть». Этот способ был назван в честь первооткрывателя – ПАСТЕРИЗАЦИЕЙ.

Выше мы рассмотрели метаболизм дрожжевой клетки и увидели её уникальность. Дрожжевая клетка способна жить как в аэробных условиях (во внешней среде есть

кислород), так и в анаэробных (когда кислорода нет). Но спирт будет конечным продуктом идущих в клетке биохимических процессов только в анаэробных условиях и только в том случае, если в окружающей среде есть глюкоза (виноградный сахар) или вещества, способные при гидролизе давать глюкозу (крахмал и другие полисахариды). Получаемую дыханием или брожением энергию дрожжи используют для своего развития и размножения.

Дрожжи размножаются как вегетативным, так и половым путем. Вегетативный путь происходит почкованием или образованием спор. В процессе роста клетка накапливает в

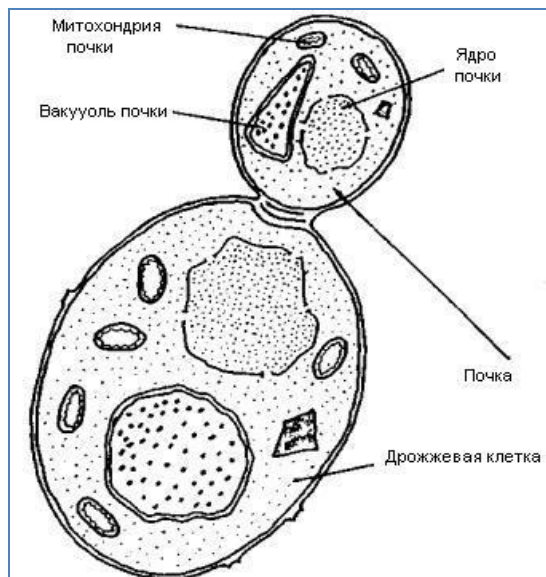


Рисунок 4. Почкование

цитоплазме жизненно важные вещества, и на её мембране начинает расти дочерняя клетка (см. рис.4), которая, получив от родительской клетки всё необходимое, отделяется и жизнь продолжается. В благоприятных условиях клетка может дать сразу несколько почек, и масса дрожжей быстро увеличивается, особенно в аэробных условиях. Для распространения и сохранения вида дрожжей существует и другой путь вегетативного размножения - это спорообразование. При достижении определённого жизненного цикла на оболочке клетки появляется вырост, из которого выстреливаются в окружающую среду созревшие споры. Споры способны выживать при неблагоприятных условиях (низкая температура, отсутствие воды), но в

благоприятных условиях они прорастают, и появляется новая дрожжевая клетка. У дрожжей возможно и половое размножение. Половое размножение – это сложная цепь событий, включающее слияние морфологически разных клеток.

У дрожжей есть сходство с растениями: оболочка клетки содержит целлюлозу, они размножаются вегетативно и ведут неподвижный образ жизни, но по метаболизму клетки дрожжи ближе к грибам: питаются органическими соединениями и запасают в клетке полисахарид гликоген.

Использование дрожжей в промышленности и медицине

Способность дрожжей переключаться с бродильного метаболизма на дыхательный и наоборот широко используется в пищевой промышленности.

Получение дрожжей

Технология получения пищевых дрожжей достаточно сложная. Исходной средой, как правило, являются отходы других производств, содержащие углеводы. Хорошей питательной средой для выращивания дрожжей является меласса – отход сахарной промышленности. В мелассу добавляют воду и все необходимые для жизни клеток вещества, содержащие азот, фосфор, калий и др. В эту среду вносят чистую культуру дрожжей и создают благоприятные условия для роста дрожжей: поддерживают температуру около 30 °С, для аэрации используется воздух, (аэробный процесс). На всех стадиях процесса соблюдаются условия стерильности от бактериальной инфекции. Готовые дрожжи отфильтровывают, промывают, подсушивают и брикетируют. Дрожжи можно получать и в сухом виде.

Получение хлеба

Хлеб с древних времён является важным продуктом питания людей. Недаром о нём говорят: «Хлеб всему голова», «Будет хлеб – будет жизнь». Хлеб получают из муки семян

зерновых культур: пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и др. Тесто готовят из муки, воды или молока. Добавляют дрожжи, жиры, яйца, соль, сахар. В тесто в разных странах добавляют ещё изюм, мёд, корицу, кориандр и многое другое. После смешивания исходных веществ тесто должно «подойти». В это время в нём начинают проходить бродильные процессы. Из крахмала, который содержится в муке и расщепляется дрожжами на глюкозу образуются спирт и CO_2 . Выделяющийся газ поднимает тесто, которое увеличивается в объёме. Тесто делят на части. Придают им желаемую форму и подвергают нагреву до 200-230 °С. В этих условиях углекислый газ и спирт улетучиваются из хлеба в атмосферу. Все клетки дрожжей погибают. Белки, содержащиеся в тесте денатурируются (свёртываются) и хлеб приобретает заданную ему форму.

Законодателем хлебной культуры считается Франция (багет, французская булочка, круассоны и др.). Сорта хлеба очень много и у каждого свой неповторимый вкус. «Хлеб везде хорош – и у нас и за морем»

Получение пива

Пиво – это самый популярный и распространённый алкогольный напиток во всём мире. Его история теряется в глубине времён и веков. Пивоварение началось в древнем Египте (примерно в XVI–XV вв. до н. э.). Исходным сырьём служит зерно, оно содержит крахмал, при гидролизе которого образуется любимая дрожжами глюкоза. В Египте использовали пшеницу, ячмень, овёс. В Китае – рис, в Америке – кукурузу. В Европе первыми пивоварами считаются монахи, поскольку только пиво разрешалось пить во время поста. Пиво очень питательный продукт. «Он был мудрым человеком, который изобрёл пиво»; (Платон).

Для получения пива необходимы дрожжи. Питательной средой в этом случае служит солод. Солод – это пророщенное ячменное зерно, содержащее крахмал. При проращивании зерна крахмал начинает подвергаться гидролизу (осахариванию), и в растворе появляется глюкоза. К солоду обязательно добавляют хмель. Хмель – это вьющееся растение, дающее цветы в виде шишечек. Эти шишечки и используются в пиве. Хмель богат эфирными и дубильными веществами, а также витаминами (B, PP) и физиологически активными соединениями. Хмель способствует более долгому хранению пива, придает ему особый неповторимый, горьковатый вкус, запах и антидепрессантное действие. Затем к смеси солода и хмеля добавляют определённую культуру дрожжей, начинается процесс брожения с выделением этилового спирта и углекислого газа. В крепком пиве содержание спирта составляет 5-6 %. В настоящее время известно более 1000 сортов пива, они различаются по цвету, по способу брожения и другим особенностям. Цвет готового пива зависит от исходного сырья. Основными способами брожения являются: низовое брожение при низкой температуре (4–9 °С). В этих условиях растущие клетки дрожжей оседают на дно и пиво получается прозрачным. Другой способ – верховое брожение при более высокой температуре (15–25 °С). В этом случае дрожжи углекислым газом поднимаются вверх, образуя пену. Обычно пивные дрожжи перестают работать при достижении более 5,4 % спирта. Для производства более крепкого пива используют особые сорта дрожжей. В США компания «Boston Beer» выпускает пиво крепостью 27 %.

Виноделие

Это сложный и интересный процесс превращения солнечной энергии, углекислого газа и питательных веществ почвы в плоды винограда, а затем получение этилового спирта сбраживанием виноградного сока. Но вино можно получать и из других фруктов и плодов. Для промышленного производства спирта используют картофель, пшеницу, кукурузу, свеклу и другое сырьё, содержащее сахаристые вещества. Существует огромное количество сортов вина. Они различаются по назначению (столовое, десертное) по цвету (белое, красное). По способу получения (сухое, креплёное), по месту производства (шампанское, портвейн, мадера) и др. Вино называют сухим, если при брожении виноградного сока сахар использован дрожжами полностью (досуха). Его крепость не может превышать 13

процентов спирта, так как при более высокой концентрации дрожжи перестают работать, они погибают. Креплёные вина получают добавлением спирта к сухим винам.

Водка – это чистый этиловый спирт, разведённый водой, её крепость обычно 38–40 процентов. Существует миф, что эта концентрация установлена и рекомендована Д. И. Менделеевым. Однако, этот учёный никогда не занимался изучением биохимических и физиологических свойств спирта. В 1865 году Менделеев защитил докторскую диссертацию на тему «О соединении спирта с водой». Его исследование было посвящено изучению удельного веса (плотности) растворов спирта в воде, и связано оно было с таким явлением, как уменьшение объема при смешивании спирта с водой. Если к полулитру воды прилить пол-литра этилового спирта, то вместо одного литра жидкости получается меньший объём (примерно 950 мл). В своей работе Менделеев установил, что при 46–градусной концентрации спирта имеет место наибольшее уменьшение объёма раствора. Чиновники округлили эту цифру до 40, чтобы легче было подсчитывать пошлину на продажу водки. А день защиты Д. И. Менделеевым докторской диссертации 31 декабря 1865 года стал неофициальным днём рождения «Московской водки».

Винно-водочные продукты - обязательные спутники человека и в радости, и в горе и в философских размышлениях о смысле жизни - «Истина в вине». У А.Блока в стихотворении «Незнакомка» есть такое четверостишие:

*А рядом у соседних столиков
Лакеи сонные торчат,
И пьяницы с глазами кроликов
«In vino veritas» кричат.*

(Александр Блок)

Медицина

Помимо перечисленных процессов пищевой промышленности дрожжи широко применяются в медицине для получения лекарственных веществ, например гефифитина. Их также используют в готовом виде, например, пивные дрожжи назначают при заболеваниях, требующих повышения белков в пищевом рационе для улучшения здоровья.

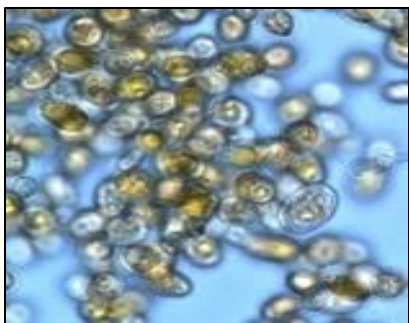


Фото 1. Дрожжевые клетки с кристаллами бета-каротина внутри

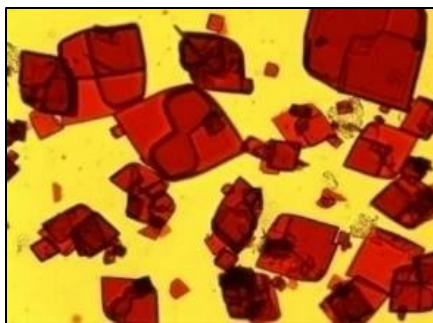


Фото 2. Кристаллы выделенного из клеток бета-каротина

Дрожжи оказались удобным модельным объектом для генетических исследований. Это объясняется тем, что у них очень быстро протекает жизненный цикл и можно получать большое число особей и поколений за короткий срок. В 1966 году дрожжи стали первым организмом из надцарства эукариотов, чей геном был полностью установлен.

Сегодня генная инженерия использует дрожжи для получения нужных для человека соединений, например, инсулина человека, витамина А (каротина) и др.

Мифы о вредности дрожжей

Всё вышесказанное свидетельствует о том, что дрожжи – это наши друзья, что они улучшают нашу жизнь, делают её более комфортной и приятной. Но с этим научным

выводом борются религия, а также предприимчивые люди, которые делают деньги на безграмотности многих людей. В массовой печати появляются статьи с такими заголовками: «Дрожжи опасны!», «Дрожжи убийцы!», «Дрожжи наши враги!», «Не ешьте дрожжевой хлеб, он содержит дрожжи!» и т.п. Такие публикации убеждают читателей, что дрожжи, попадая в наш кишечник, вызывают болезни пищеварительных и других органов нашего организма. Достается и грибам: «Грибы опасны, они питаются мертвечиной», Но все это мифы, не имеющие под собой научных доказательств. Перечисленные выше публикации часто связаны с бизнесом, с коммерческими интересами.

При выпечке хлеба в его мякише температура достигает 98 °С и при этой температуре все дрожжевые клетки погибают. Однако в нашем кишечнике дрожжи всегда есть, они попадают туда с нашей пищей, с сырыми овощами, фруктами, а также из воздуха. Они везде. В здоровом организме на страже его здоровья стоит иммунная система, которая уничтожает непрошенных гостей. Однако в ослабленном организме патогенные виды дрожжей могут развиваться и вызвать серьезные заболевания, например, такое заболевание как кандидоз. Это заболевание слизистых оболочек рта и горла и других органов. В быту оно известно под названием «молочница». В зависимости от локализации возбудителя у человека может развиваться кандидозная пневмония, кандидозный менингит и др.

Что касается грибов, они очищают лес от останков живых организмов. Они используют для своей жизнедеятельности органические соединения, оставшиеся в погибших организмах. В природе ничто не пропадает, всё идёт на пользу живым.

Вместо заключения

Такие микроорганизмы, как дрожжи, оказались наглядной моделью для познания окружающего нас мира. Мы увидели, что вне клетки нет жизни, что для жизни живого



организма нужен углерод, на основе которого в клетке идет синтез жизненно важных органических веществ. Фотосинтез - это тот мостик, по которому неживая природа передает живым организмам углерод в виде углекислого газа. Для этого синтеза нужна энергия. Солнечную энергию могут использовать организмы, в клетках которых есть хлорофилл. Остальные организмы используют биологическую энергию, которая хранится в химических

Рисунок 5. Круговорот углерода в природе

связях органических соединений. Эти соединения путём фотосинтеза образуются в клетках растений: углеводы, белки, жиры. Перечисленные вещества являются нашей пищей. Погибшие организмы перерабатываются микроорганизмами до углекислого газа, воды и неорганических соединений и жизнь продолжается. Вот так устроен окружающий нас мир, вот так мы связаны с природой. И только наука объясняет эту взаимосвязь.

Источники

- 1 И. П. Бабьева, И. Ю. Чернов, Биология дрожжей, М. 2004.
- 2 Поль де Крюи, Охотники за микробами, С – Петербург, 2000.
- 3 Закваска для хлеба и дрожжи – немного истории
<http://rial-hleb.ru/istoriy-hleba/zakvaska-dlya-hleba-i-drozhzhi-nemnogo-istorii>
- 4 Классификация живых организмов http://referat7.ru/kse_eco/section-61.html
- 5 А. И. Черепашук, А. Д. Чернин, Вселенная, жизнь, чёрные дыры, М. 2003.
- 6 Луи Пастер. Его жизнь и научная деятельность <http://www.litmir.net/bd/?b=114041>
- 7 Виды брожения глюкозы.
<http://xn--e1aogju.xn--p1ai/shemy/himija/kalugina-i-yu-denisova-a-b-organicheskaja-himija-ilyustrativnyi-material-k-lekcionomu-kursu-i-laboratornym-zanjatijam-2004-g/22.html>
- 8 О водке, Менделееве и Похлёбкине
<http://nethistory.mirtesen.ru/blog/43897273070/O-vodke,-Mendeleeve-i-Pohlebkine>