

## Содержание

### Введение

#### 1. Основные группы микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности

##### 1.1 Бактерии

##### 1.2 Дрожжи

##### 1.3 Зигомицеты

#### 2. Брожение

##### 2.1 Спиртовое брожение

##### 2.2 Молочнокислое брожение

##### 2.3 Маслянокислое брожение

##### 2.4 Пропионовокислое брожение

##### 2.5 Лимоннокислое брожение

### Заключение

### Список использованных источников и литературы

#### Введение

По оценкам специалистов, около 80 % пищевых производств так или иначе связаны с использованием микробиологических процессов. Во многих производствах они используются еще с древности. Так древними биотехнологиями являются виноделие, пивоварение, хлебопечение, производство сыров и кисломолочных продуктов и так далее. Отбор и совершенствование этих производств осуществлялись на протяжении тысячелетий. В настоящее время с помощью микроорганизмов производят кормовые белки, ферменты, витамины, аминокислоты и антибиотики, органические кислоты, липиды, гормоны, препараты для сельского хозяйства и так далее.

На современном этапе развития биотехнологии наблюдается как дальнейшая модернизация традиционных биотехнологий, так и разработка новых. Основными направлениями модернизации является применение биотехнологий для интенсификации производства, для уменьшения негативного влияния жестких режимов, для улучшения качества, для улучшения потребительских свойств продукции.

Большинство традиционных и новых биотехнологий основано на использовании процессов брожения, гидролиза и синтеза. Особенно широкое распространение получили бродильные производства: производство этилового спирта, плодово-ягодных вин, пивоварение, хлебопечение и другие.

Брожение -- это анаэробный (происходящий без участия кислорода) метаболический распад молекул питательных веществ, например глюкозы. По выражению Луи Пастера, «брожение - это жизнь без кислорода». Большинство типов брожения осуществляют микроорганизмы - анаэробы.

#### 1. Основные группы микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности

Основные группы микроорганизмов, используемых в отраслях пищевой промышленности - бактерии, дрожжи и плесени.

##### 1.1 Бактерии

Бактерии. Используют в качестве возбудителей молочнокислого, уксуснокислого, маслянокислого брожения.

Культурные молочнокислые бактерии используют при получении молочной кислоты, в хлебопечении, при производстве кисломолочных продуктов, иногда в спиртовом производстве. Молочнокислые микроорганизмы могут вызывать два типа брожения: - гомоферментативное брожение - при разложении углеводов (лактозы) образуется в основном молочная кислота и гетероферментативное - кроме молочной кислоты образуются другие вещества (диацетил, ацетоин, ароматообразующие, CO<sub>2</sub>, летучие жирные кислоты, спирт и другие)

В молочной промышленности используют следующие виды микроорганизмов, непосредственно участвующих в формировании состава и свойств (качества) молочной продукции: молочнокислые кокки и палочки, а также специфическую микрофлору отдельных видов молочных продуктов - бифидобактерии, уксуснокислые бактерии кефирного грибка, пропионовокислые бактерии.

Лактококки входят в состав заквасок для кисломолочных напитков: сметаны, творога, кисломолочного масла, сыров.

Термобактерии используются при производстве йогурта, простокваши Мечниковской (болгарская палочка); так как ацидофильная палочка, способна приживаться в кишечнике и подавлять развитие гнилостных бактерий, то ее используют для производства ацидофильных напитков с лечебно-профилактическим действием.

Бифидобактерии выпускают в виде бакконцентратов (например, бифидумбактерин) и включают в кисломолочные продукты. Проблема заключается в том, что бифидобактерии плохо развиваются в молоке (эволюционно не приспособлены к этой среде). Для стимулирования роста их вносят вместе с другими молочнокислыми микроорганизмами (бифидок, ацидобифидин), используют специальные штаммы, приспособленные к росту в молоке или добавляют бифидогенные факторы роста (экстракты дрожжей, картофеля, сои, гидролизаты казеина, некоторые минеральные соли)

Пропионовокислые бактерии -используются в сыроделии.

## 1.2 Дрожжи

Дрожжи. Широко применяются в качестве возбудителей брожения при производстве спирта и пива, в виноделии, при производстве хлебного кваса, а также в хлебопечении для разрыхления теста и в составе кефирного грибка - для производства кефира, кумыса и айрана.

Для пищевых производств имеют значения дрожжи - спорообразующие дрожжи (сахаромицеты) и неспорообразующие или несовершенные дрожжи - несхаромицеты (дрожжеподобные грибы). В каждой отрасли применяются определенные расы дрожжей. Различают дрожжи пылевидные и хлопьевидные. У первых на протяжении всего периода жизнедеятельности клетки изолированы друг от друга, а у вторых клетки склеиваются между собой, образуя хлопья, и быстро оседают.

Культурные дрожжи относят к семейству сахаромицетов *S.cerevisiae*. Температурный оптимум для размножения дрожжей находится в пределах от 25 °С до 30 оС, а минимальная температура около 3 оС. При 40 оС рост прекращается и дрожжи

отмирают, но низкие температуры дрожжи переносят хорошо, хотя размножение их приостанавливается.

Различают дрожжи верхового и низового брожения.

Дрожжи верхового брожения в стадии интенсивного брожения выделяются на поверхности сбраживаемой среды в виде довольно толстого слоя пены и остаются в таком состоянии до окончания брожения. Затем они оседают, но не дают плотного осадка. Эти дрожжи относятся к пылевидным дрожжам и не склеиваются друг с другом в отличие от хлопьевидных дрожжей низового брожения, оболочки которых являются клейкими, что приводит к слипанию и быстрому осаждению клеток.

Дрожжи лучше развиваются в кислой среде при pH от 4 до 6 и выдерживают до 17 % спирта в растворе. Дрожжи верхового брожения (*Saccharomyces cerevisiae*) находятся в верхних слоях сусла, куда они поднимаются образующимся углеродом диоксида и пеной. Брожение идет с незначительным повышением температуры от 20 °C до 28 °C. Незадолго до конца брожения дрожжи образуют хлопья и оседают на дно бродильных емкостей. Через 5-7 дней верховое брожение заканчивается.

Дрожжи низового брожения (*Saccharomyces vini*) развиваются в анаэробных условиях и при более низкой температуре от 6 °C до 12°C, поэтому процесс протекает медленно от 8 до 10 дней. Дрожжи вскоре оседают на дно и образуют хлопьевидный осадок.

### 1.3 Зигомицеты

Зигомицеты. Ранее зигомицеты называли плесневыми грибами. Они играют большую роль в качестве продуцентов ферментов. Грибы рода *Aspergillus* продуцируют амилолитические, протеолитические, пектолитические и другие ферменты, которые используют в спиртовой промышленности вместо солода для осахаривания крахмала, в пивоваренной - при частичной замене солода несоложенным зерном и так далее.

В производстве лимонной кислоты *A.niger* является возбудителем лимоннокислого брожения.

В молочной промышленности используют плесени рода *Penicillium* в сыроделии при производстве сыров комамбер и рокфор.

## 2. Брожение

Брожение - процесс анаэробного расщепления органических веществ, преимущественно углеводов, происходящий под влиянием микроорганизмов или выделенных из них ферментов. В ходе брожения в результате сопряженных окислительно-восстановительных реакций освобождается энергия, необходимая для жизнедеятельности микроорганизмов, и образуются химические соединения, которые микроорганизмы используют для биосинтеза аминокислот, белков, органических кислот, жиров и другие компонентов тела. Одновременно накапливаются конечные продукты брожения. В зависимости от их характера различают брожения спиртовое, молочнокислое, маслянокислое, пропионовокислое, и другие виды.

### 2.1 Спиртовое брожение

В 1836 г. французский ученый Каньяр де ла Тур установил, что спиртовое брожение

связано с ростом и размножением дрожжей. Химическое уравнение спиртового брожения было дано французскими химиками А. Лавуазье (1789 г.) и Ж. Гей-Люссаком (1815 г.). Л. Пастер пришёл к выводу (1857 г.), что спиртовое брожение могут вызывать только живые дрожжи в анаэробных условиях. В противовес этому немецкий ученый Ю. Либих упорно настаивал на том, что брожение происходит вне живой клетки. На возможность бесклеточного спиртового брожения впервые (1871 г.) указала русский врач-биохимик М. М. Манассеина. Немецкий химик Э. Бухнер в 1897, отжав под большим давлением дрожжи, растёртые с кварцевым песком, получил бесклеточный сок, сбраживающий сахар с образованием спирта и CO<sub>2</sub>. При нагревании до 50 °С и выше сок утрачивал бродильные свойства. Все это указывало на ферментативную природу активного начала, содержащегося в дрожжевом соке. Русский химик Л. А. Иванов обнаружил (1905 г.), что добавленные к дрожжевому соку фосфаты в несколько раз повышают скорость брожения. Этот вид брожения имеет наибольшее народнохозяйственное значение.

Спиртовое брожение есть процесс разложения сахара на спирт и углекислый газ. Оно протекает под действием микроорганизмов в виде следующей реакции:



Кроме этилового спирта и углекислого газа, при этом получают также побочные продукты: уксусный альдегид, глицерин, сивушные масла, уксусная и янтарная кислоты и другие.

Спиртовое брожение углеводов вызывается дрожжами, отдельными представителями мукоровых грибов и некоторыми бактериями. Однако грибы и бактерии вырабатывают спирта значительно меньше, чем дрожжи.

Дрожжи в зависимости от условий брожения образуют разные количества продуктов брожения, среди них могут преобладать либо этиловый спирт и углекислота, либо глицерин и уксусная кислота.

Брожение зависит не только от условий, в которых оно протекает, но также от вида и расы применяющихся дрожжей. К числу этих условий относятся концентрация сахара, кислотность среды, температура и количество накопившегося спирта.

Наиболее благоприятная концентрация сахара в сбраживаемом субстрате для большинства дрожжей составляет около 15 %, при более высоких концентрациях брожение замедляется, а затем прекращается вовсе. Однако некоторые дрожжи могут вызывать брожение и при содержании в среде сахара свыше 60 %. При концентрации сахара в субстрате в количестве менее 10 % брожение протекает очень вяло.

Нормальной для спиртового брожения является кислая среда с рН равным 4 или 4,5. В щелочной среде брожение протекает с образованием глицерина и уксусной кислоты.

Наилучшая температура брожения находится в пределах от 28 °С до 32 °С. При более высоких температурах брожение замедляется, а при 50 °С оно прекращается.

Понижение температуры снижает энергию брожения, хотя полностью оно не останавливается даже при 0 °С.

Верхнее брожение протекает очень энергично, с образованием на поверхности

субстрата большого количества пены и с бурным выделением углекислого газа, потоками которого дрожжи выносятся в верхние слои субстрата. Дрожжи, вызывающие такое брожение, называются верховыми дрожжами. После окончания брожения они оседают на дно бродильных сосудов.

Низовое брожение, вызываемое низовыми дрожжами, идет значительно спокойнее, с образованием небольшого количества пены. Углекислый газ выделяется постепенно и дрожжи остаются в нижнем слое сбраживаемого субстрата.

Верховые дрожжи применяют для получения спирта и пекарских дрожжей, низовые - для производства вина и пива. Для получения вина и пива иногда используют и верховые дрожжи.

Образующийся в процессе брожения спирт оказывает вредное воздействие на дрожжи. При накоплении в субстрате спирта более 16 % к объему самого субстрата брожение прекращается, а угнетающее действие образовавшегося спирта начинает проявляться уже при концентрации от 2 до 5 %. Некоторые же расы специально приученных дрожжей способны выдерживать весьма высокие концентрации спирта - до 25 %.

Спиртовое брожение нормально протекает в анаэробных условиях, создающихся в процессе самого брожения. Но поскольку дрожжи являются факультативными анаэробами, они могут разлагать сахар и в аэробных условиях с образованием углекислого газа и воды. Замечено, что в условиях хорошей аэрации дрожжи усиленно размножаются. Поэтому при производстве пекарских дрожжей бродящий субстрат продувают воздухом.

Для промышленного получения спирта в качестве сырья используют крахмалосодержащие продукты - картофель, зерновые культуры, а также отходы сахарного производства. В связи с тем, что дрожжи не способны сбраживать крахмал, его предварительно осахаривают с помощью солода, содержащего фермент амилазу. Солод получают из проросших зерен ячменя. В настоящее время для осахаривания применяют также грибной солод (грибы рода аспергиллус), который во многих отношениях является выгоднее ячменного солода. В результате осахаривания крахмала образуется дисахарид мальтоза - солодовый сахар.

В среду культурных дрожжей, которые применяются в производстве, могут попадать посторонние микроорганизмы, вызывающие порчу продуктов. Так, дикие дрожжи нередко являются вредителями производства вина и пива. Они изменяют вкус и запах этих продуктов, вызывают их помутнение. Особенно опасны пленчатые дрожжи микодерма. Развиваясь в вине и пиве, они окисляют спирт до углекислоты и воды и придают напиткам неприятный вкус.

Микодерма причиняет вред также при производстве пекарских дрожжей. Процесс получения пекарских дрожжей ведут с продуванием субстрата воздухом, так как это способствует их быстрому размножению. Микодерма в таких условиях развивается быстрее, чем настоящие дрожжи. Поскольку микодерма не обладает способностью поднимать тесто, то присутствие ее в культурных дрожжах резко снижает их пекарские свойства.

## 2.2 Молочнокислородное брожение

Молочнокислые бактерии подразделяют на 2 группы - гомоферментативные и гетероферментативные. Гомоферментативные бактерии (например, *Lactobacillus delbrückii*) расщепляют моносахариды с образованием двух молекул молочной кислоты в соответствии с суммарным уравнением:



Гетероферментативные бактерии (например, *Bacterium lactis aerogenes*) ведут сбраживание с образованием молочной кислоты, уксусной кислоты, этилового спирта и CO<sub>2</sub>, а также образуют небольшое количество ароматических веществ - диацетила, эфиров и так далее.

Молочнокислое брожение представляет собой разложение сахара под действием молочнокислых бактерий с образованием молочной кислоты. В общем суммарном виде его можно представить следующим уравнением:



Это брожение часто наблюдается в молоке и вызывает его скисание. Отсюда и получили свое название вид брожения, бактерии, вызывающие его, а также основной продукт брожения - кислота. Молочнокислые бактерии бывают шаровидной и палочковидной формы. Они неподвижны, спор не образуют и являются факультативными анаэробами.

Различные виды молочнокислых бактерий в равных условиях продуцируют разное количество кислоты, что объясняется их неодинаковой кислотоустойчивостью.

Палочковидные бактерии образуют больше кислоты, чем шаровидные (кокки).

Молочнокислые бактерии способны сбраживать только моно- и дисахариды и совсем не сбраживают крахмал и другие полисахариды, так как не выделяют соответствующих ферментов.

Некоторые из этих бактерий вырабатывают антибиотические вещества, действующие против возбудителей кишечных заболеваний.

Наибольшее значение имеют следующие молочнокислые бактерии: молочнокислый стрептококк, болгарская, ацидофильная, сырная, дельбрюковская, огуречная, капустная палочки и другие.

Молочнокислый стрептококк - соединенные попарно или в короткие цепочки шаровидные бактерии. Лучше всего развиваются при температуре от 30 °С до 35 °С, их температурный минимум около 10 °С. При брожении накапливают до 1 % кислоты. Широко применяются для приготовления молочнокислых продуктов (простокваши, кефира, сметаны, творога).

Болгарская палочка нередко образует длинные цепочки, выделена из болгарской простокваши. Представляет собой неподвижную, бесспорную палочку. Наилучшая для ее развития температура от 40 °С до 45 °С, температурный минимум 20 °С. В молоке образует до 3,5 % молочной кислоты.

Ацидофильная палочка получена из выделений кишечника грудного ребенка. Имеет температурный оптимум около 40 °С, минимальная температура развития 20 °С. В молоке накапливает до 2,2 % молочной кислоты. Применяется для приготовления молочнокислых продуктов - ацидофилина и ацидофильного молока.

При получении молочнокислых продуктов (простокваши, кефира, ацидофилина) в

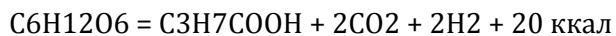
производственных условиях молоко предварительно подвергают пастеризации, а затем заквашивают специальными заквасками, содержащими культуры молочнокислых бактерий. Это дает возможность получать молочнокислые продукты определенного и высокого качества.

Молочнокислое брожение в хлебопечении позволяет предотвратить развитие вредных бактерий в тесте, вызывающих картофельную болезнь (тягучесть) хлеба, а также способствует улучшению вкусовых свойств хлеба.

При промышленном получении молочной кислоты в качестве сырья используют крахмал, патоку и другие сахаристые материалы. Молочную кислоту применяют в кондитерском производстве и в производстве безалкогольных напитков.

### 2.3 Маслянокислое брожение

При маслянокислом брожении происходит процесс разложения сахара под действием бактерий в анаэробных условиях с образованием масляной кислоты, углекислого газа и водорода. Оно протекает по уравнению:

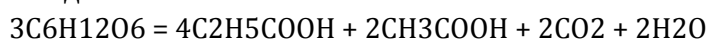


В качестве побочных продуктов при этом получают этиловый и бутиловый спирты, уксусная кислота и другие. Такое брожение может протекать в молоке и молочных продуктах, придавая им неприятные вкус и запах, характерные для масляной кислоты. Маслянокислые бактерии, вызывающие это брожение, представляют собой перитрихально жгутованные подвижные, спорообразующие палочки, температурный оптимум их развития находится в пределах от 30 °С до 40 °С. Они являются строгими анаэробами и могут размножаться только при полном отсутствии кислорода воздуха или при очень незначительном его содержании. Споры, образуемые маслянокислыми бактериями, весьма устойчивы к неблагоприятным воздействиям, выдерживают кипячение в течение нескольких минут и погибают только при длительной стерилизации. Маслянокислые бактерии способны сбраживать как простые сахара, так и более сложные углеводы - крахмал, пектиновые вещества и другие, а также глицерин. Эти бактерии широко распространены в природе, находясь в почве, в иле озер, прудов и болот, в скоплениях различных остатков и отходов, навозе, загрязненной воде, молоке, сыре и так далее. Вызываемое этими бактериями брожение имеет важное значение в превращениях веществ в природе.

В народном хозяйстве маслянокислое брожение может принести большой вред, так как маслянокислые бактерии способны вызывать массовую гибель картофеля и овощей, прогоркание молока и вспучивание сыров, порчу консервов и так далее.

### 2.4 Пропионовокислое брожение

Пропионовокислое брожение представляет собой процесс превращения сахара или молочной кислоты в пропионовую и уксусную кислоты с образованием углекислоты и воды:



Брожение вызывается пропионовокислыми бактериями. Это короткие, неподвижные, бесспорные анаэробные палочки, оптимальная температура развития которых около 30 °С. Пропионовокислые бактерии близки к

молочнокислым бактериям и нередко развиваются вместе с ними.

Следует отметить, что пропионовокислому брожению могут подвергаться не только молочная кислота, но и ее соли. Это брожение имеет важное значение в созревании сыров. Молочная кислота (вернее, ее кальциевая соль), образующаяся в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий, под влиянием пропионовокислых бактерий превращается в пропионовую кислоту, уксусную кислоту и углекислый газ. Выделение углекислоты приводит к образованию глазков в сыре, придающих ему характерный ноздреватый рисунок. Пропионовая и уксусная кислоты способствуют образованию специфического сырного вкуса и запаха.

Пропионовокислые бактерии используются также для получения витамина B12.

### 2.5 Лимоннокислое брожение

При лимоннокислом брожении сахар под воздействием грибов окисляется в лимонную кислоту. Эту кислоту раньше получали из сока цитрусовых - лимонов и апельсинов. В настоящее время ее производят в основном путем брожения. В качестве возбудителя лимоннокислого брожения применяется гриб аспергиллус нигер.

Сырьем для производства лимонной кислоты служит сахаросодержащий продукт - меласса. Мелассный раствор, включающий около 15 % сахара и необходимые грибу питательные вещества, разливают в плоские открытые сосуды и засевают спорами гриба. Сосуды помещают в бродильные камеры, которые хорошо проветривают.

Процесс брожения продолжается от 6 до 8 дней при температуре около 30 °С.

В последнее время начинают применять новый метод получения лимонной кислоты.

При этом гриб находится не на поверхности сбраживаемого субстрата, а внедряется своим мицелием в толщу субстрата, который энергично насыщает воздухом. Такой способ ускоряет процесс накопления лимонной кислоты в сбраживаемом субстрате. Лимонная кислота находит широкое практическое применение, она используется, например, при изготовлении кондитерских и кулинарных изделий, безалкогольных напитков.

брожение бактерия дрожжи плесень

Заклучение

Со времен глубокой древности люди были знакомы со многими процессами лежащими в основе многих производств. Самое древние производство - сбраживание с помощью микроорганизмов.

Микробиологические процессы широко применяют в различных отраслях народного хозяйства. В основе многих процессов лежат реакции обмена веществ, происходящих при росте и размножении некоторых микроорганизмов. Мы уже не можем представить своей жизни без этих процессов.

Однако микроорганизмы в пищевой промышленности играют двоякую роль. С одной стороны, это культурные микроорганизмы, с другой - в пищевые производства попадает инфекция, то есть посторонние (дикие) микроорганизмы. Дикие микроорганизмы распространены в природе (на ягодах, плодах, в воздухе, воде, почве) и из окружающей среды попадают в производство.

Для соблюдения правильного санитарно-гигиенического режима на пищевых



предприятиях эффективным способом уничтожения и подавления развития  
посторонних микроорганизмов является дезинфекция.

Список использованных источников и литературы

Жарикова Г.Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена -  
М.: АCADEMA, 2005 - 296 с.

Никитина, Елена Владимировна. Микробиология: учебник для студ. вузов / Е.В  
Никитина, С.Н. Киямова, О.А. Решетник. - СПб.: ГИОРД, 2008. - 368 с.