

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная
академия имени В.Р. Филиппова»
факультет ветеринарной медицины
Кафедра ВСЭ, микробиологии и патоморфологии

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине Микробиология

Тема: Значение микроорганизмов в хозяйственной деятельности
человека

Выполнил: обучающийся

Факультета ветеринарной медицины

группы 2203

Иргит Чойган Орланович

Руководитель: кандидат ветеринарных
наук, доцент

Алексеева Саяна Мункуевна

Дата сдачи работы « 19 » мая 2020г.

Защита состоялась « 17 » июня 2020г.

Оценка хорошо

г. Улан – Удэ, 2020г.

Оглавление

Введение	3
1. Роль микроорганизмов в пищевой промышленности	5
2. Роль микроорганизмов земледелии	22
3. Роль микроорганизмов в животноводстве	32
Заключение	41
Список литературы	43
Приложение А	45
Приложение Б	46
Приложение В	47

Введение

Микроорганизмы чрезвычайно широко распространены в природе. Ежедневно, ежечасно мы поглощаем большое количество микробов вместе с пищей, водой, воздухом. В огромных количествах их находят в земле, воде, воздухе, причем на всех широтах, на всех материках и континентах.

Человек, не разбирающийся особо в микробиологии видит практическое значение микроорганизмов в первую очередь во вреде, который они причиняют человеку, животным и растениям. Этими болезнетворными (патогенными) микроорганизмами и их специфическими особенностями занимаются такие науки, как медицинская и ветеринарная микробиология, а также фитопатология¹. Хотя микроорганизмы и в других сферах природы, и в промышленности выступают иногда в роли вредителей, их роль как полезных организмов существенно преобладает. Они уже давно завоевали себе прочное место в домашнем хозяйстве, а в промышленности они совершенно необходимы. Мировые запасы угля и нефти, огромные залежи руд, серы, селитры — все это результат деятельности микробов. Они в значительной степени обуславливают урожайность полей. Микроорганизмы используют в самых различных отраслях: от первичной переработки сельскохозяйственных продуктов до ускорения сложнейших этапов химических синтезов.

Микроорганизмы очень широко используют в микробиологической, пищевой и целом ряде других отраслей промышленности, а также в сельскохозяйственном производстве, медицине и ветеринарии.

Бактерии играют важную роль в жизни человека и его хозяйственной деятельности:

1. уксуснокислые бактерии используют для силосования кормов животным, для консервирования овощей, вина.

¹ Фитопатология — наука о болезнях растений, вызванных патогенами и экологическими факторами. Включает разработку средств борьбы с заболеваниями, профилактику поражения растений

2. молочнокислые бактерии используют для производства разнообразных молочнокислых продуктов, сыра, кефира, масляной и уксусной кислот и т.п.
3. специальные виды бактерий используют для получения сильных антибиотиков (стрептомицин, тетрациклин и т. п.) - вещества, убивающие или подавляющие развитие болезнетворных организмов.
4. применяют для очистки сточных вод
5. получение кормового белка для животных.

Благодаря деятельности микроорганизмов квасится капуста, маринуются овощи, готовится тесто, простокваша, кефир, сыр, масло. Бактерии необходимы в процессе брожения при производстве творога, уксуса, вина. Если в молоко добавить разные бактерии получатся, сыр, простокваша, кефир, йогурт, творог.

Задачи и цели данной курсовой работы является в изучении роли микроорганизмов в промышленности, земледелии и животноводстве.

1. Роль микроорганизмов в пищевой промышленности

В пищевой промышленности микроорганизмы используются при получении ряда продуктов. Так, алкогольные напитки — вино, пиво, коньяк, спирт — и другие продукты получают при помощи дрожжей. В хлебопекарной промышленности используют дрожжи и бактерии, в молочной промышленности — молочнокислые бактерии ит. [14].

Среди многообразия вызываемых микроорганизмами процессов одним из существенных является брожение (Приложение Б).

Под брожением понимают превращение углеводов и некоторых других органических соединений в новые вещества под воздействием ферментов, продуцируемых микроорганизмами.

Известны различные виды брожения. Обычно их называют по конечным продуктам, образующимся в процессе брожения, например, спиртовое, молочнокислое, уксуснокислое и др.

Многие виды брожения — спиртовое, молочнокислое, ацетонобутиловое, уксуснокислое, лимоннокислое и другие, вызываемые различными микроорганизмами используют в промышленности. Например, в производстве этилового спирта, хлеба; пива, вина применяют дрожжи; в производстве лимонной кислоты — плесневые грибы; в производстве уксусной и молочной кислот, ацетона — бактерии. Основная цель указанных производств — превращение субстрата (питательной среды) под действием ферментов микроорганизмов в необходимые продукты. В других производствах, например, в производстве хлебопекарных дрожжей, главной задачей является накопление максимального количества культивируемых дрожжей.

Основные группы микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности, — бактерии, дрожжевые и плесневые грибы.

Бактерии используют в качестве возбудителей молочнокислого, уксуснокислого, маслянокислого, ацетонобутилового брожения.

Исторически наиболее ранними и широко распространенными способами биотехнологии являются бродильные процессы. В основе процесса брожения лежит анаэробное окисление глюкозы до пировиноградной кислоты, которая в отсутствие кислорода не превращается в ацетил-КоА, а восстанавливается до молочной или пропионовой кислоты или декарбоксилируется до уксусного альдегида. В зависимости от вида микроорганизма образуются разные конечные продукты. По наибольшему содержанию того или иного продукта различают спиртовое, молочнокислое, пропионовокислое или маслянокислое брожение [14].

Культурные молочнокислые бактерии используют при получении молочной кислоты, в хлебопечении, иногда в спиртовом производстве. Они превращают сахар в молочную кислоту по приведенному уравнению:



Молочнокислым бактериям важная роль принадлежит в производстве ржаного хлеба. В процессе получения ржаного хлеба участвуют истинные (гомоферментативные) и неистинные (гетероферментативные) молочнокислые бактерии. Гетероферментативные молочнокислые бактерии наряду с молочной кислотой образуют летучие кислоты (в основном уксусную), спирт и диоксид углерода. Истинные бактерии в ржаном тесте участвуют только в кислотообразовании, а неистинные наряду с кислотообразованием оказывают существенное влияние на разрыхление теста, являясь энергичными газообразователями. Молочнокислые бактерии ржаного теста существенное влияние оказывают на вкус хлеба, который зависит как от общего количества кислот, содержащихся в хлебе, так и от их соотношения. Кроме того, молочная кислота оказывает влияние на процесс образования и структурно-механические свойства ржаного теста.

При спиртовом брожении под действием молочнокислых бактерий сахара превращаются в этиловый спирт по уравнению



В спиртовой промышленности молочнокислое брожение может применяться для подкисления дрожжевого сусла. Дикие молочнокислые бактерии неблагоприятно влияют на технологические процессы бродильных производств, ухудшают качество готовой продукции. Образующаяся при молочнокислом брожении молочная кислота стимулирует развитие дрожжей и подавляет жизнедеятельность посторонних микроорганизмов.

Маслянокислое брожение, вызываемое маслянокислыми бактериями, используют для производства масляной кислоты, эфиры которой применяют в качестве ароматических веществ, а для спиртового производства эти бактерии опасны, так как масляная кислота подавляет развитие дрожжей и инактивирует α -амилазу.

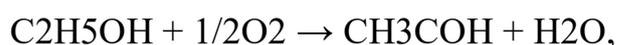
К особым видам маслянокислых бактерий относятся ацетонобутиловые бактерии, превращающие крахмал и другие углеводы в ацетон, бутиловый и этиловый спирты. Эти бактерии используют в качестве возбудителей брожения в ацетонобутиловом производстве [14].

Уксуснокислые бактерии используют для получения уксуса (раствора уксусной кислоты), так как они способны окислять этиловый спирт в уксусную кислоту.

Среди органических кислот первое место по объему производства занимает уксусная кислота. В технических целях ее получают химически путем синтеза из этилена или выделением из продуктов сухой перегонки древесины. Полученная таким способом кислота называется ледяной, ее концентрация составляет 77-80%. Техническая уксусная кислота используется для производства пластмасс, каучука, волокон и инсектицидов.

Для пищевых целей уксусную кислоту производят путем микробиологического окисления этанола. Она является важнейшим продуктом микробиологической промышленности. Окисление этанола происходит при участии уксуснокислых бактерий, относящихся к родам *Acetobacter* и *Gluconobacter*. В естественных условиях уксуснокислые бактерии находятся на овощах, фруктах, в скисших фруктовых соках и

слабых алкогольных напитках. Поскольку уксуснокислые бактерии не превращают углеводы непосредственно в уксусную кислоту, исходное сырье подвергается вначале спиртовому брожению, а затем образовавшийся спирт окисляется до уксусной кислоты. Процесс окисления этанола идет в аэробных условиях, чем и отличается от брожения. Схема получения уксусной кислоты:



В качестве приправы, а также для изготовления майонеза, горчицы, маринадов, соусов, хрена используют 4-9%-ный уксус. Такую концентрацию можно приготовить из ледяной уксусной кислоты разбавив ее в 10-20 раз, но полученный раствор не будет обладать вкусовыми качествами пищевого уксуса. Причина в том, что при получении уксуса из фруктовых сиропов, вин, ягод или фруктов он при хранении созревает за счет образования эфиров уксусной кислоты с другими органическими соединениями, приобретая специфический вкус и аромат, что повышает его потребительские качества [14].

Следует отметить, что уксуснокислое брожение является вредным для спиртового производства, так как приводит к снижению выхода спирта, а в пивоварении ухудшает качество пива, вызывает его порчу.

Дрожжи широко применяются в качестве возбудителей брожения при получении спирта и пива, в виноделии, в производстве хлебного кваса, а также в хлебопечении для разрыхления теста.

Для пищевых производств имеют значение дрожжи — сахаромицеты, которые образуют споры, и несовершенные дрожжи — несакхаромицеты (дрожжеподобные грибы), не образующие спор.

Семейство сахаромицетов делится на несколько родов. Наиболее важное значение из этого семейства имеет род *Saccharomyces* (сахаромицеты). Род подразделяется на виды, а отдельные разновидности вида, отличающиеся по некоторым признакам, называют расами. 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 относятся к семейству сахаромицетов *S. cerevisiae*. Температурный оптимум для размножения дрожжей находится в пределах 25-30°C, а минимальная температура около 2- 3°C. При 40°C рост прекращается и дрожжи отмирают, но низкие температуры дрожжи переносят хорошо, хотя размножение их приостанавливается.

Различают дрожжи верхового и низового брожения. В каждой из этих групп имеется несколько отдельных рас.

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.

Из культурных дрожжей к дрожжам низового брожения относятся большинство винных и пивных дрожжей, а к дрожжам верхового брожения — спиртовые, хлебопекарные и некоторые расы пивных дрожжей.

Первоначально были известны только дрожжи верхового брожения, так как брожение различных соков происходило при обычной температуре. Желая получить напитки, насыщенные CO₂, человек стал вести брожение при низкой температуре. Под влиянием изменившихся внешних условий получились дрожжи низового брожения, нашедшие широкое распространение в промышленности.

Как отмечалось ранее, в процессе спиртового брожения из глюкозы образуется два основных продукта — этиловый спирт и диоксид углерода, а также промежуточные вторичные продукты: глицерин, янтарная, уксусная,

лимонная и пировиноградная кислоты, ацетальдегид, 2,3-бутиленгликоль, ацетоин, эфиры и так называемые сивушные масла (изоамиловый, изопропиловый бутиловый и другие спирты).

Сбраживание отдельных Сахаров происходит в определенной последовательности, обусловленной скоростью их диффузии в дрожжевую клетку. Быстрее всех сбраживаются дрожжами глюкоза и фруктоза. Сахароза исчезает (инвертируется) в среде еще в начале брожения под действием фермента, содержащегося в оболочке дрожжевой клетки— β -фруктофуранозидазы, с образованием глюкозы и фруктозы, которые легко используются клеткой. Когда в среде почти не остается фруктозы и глюкозы, дрожжи потребляют мальтозу.

Дрожжи обладают способностью сбраживать весьма высокие концентрации сахара — до 60%. Они выносят также высокие концентрации спирта — до 14-16 об.%. Токсичное действие спирта увеличивается с повышением температуры.

В присутствии кислорода спиртовое брожение прекращается, и дрожжи получают энергию за счет кислородного дыхания



Так как этот процесс энергетически более богат, чем процесс брожения (118 кДж), то дрожжи тратят сахар значительно экономнее. Прекращение брожения под влиянием кислорода воздуха получило название эффекта Постера.

В спиртовом производстве применяют верховые дрожжи вида *S. cerevisiae*, которые обладают наибольшей энергией брожения, образуют максимум спирта и сбраживают моно- и дисахариды, а также часть декстринов.

В хлебопекарных дрожжах ценят быстро размножающиеся расы, обладающие хорошей подъемной силой и стойкостью при хранении. Подъемная сила определяется как особенностями рас дрожжей, так и способом ведения производства.

В пивоварении используют дрожжи низового брожения, приспособленные к сравнительно низким температурам. Пивные дрожжи должны быть микробиологически чистыми, обладать способностью к хлопьеобразованию, быстро оседать на дно бродильного аппарата и давать прозрачный напиток с определенными вкусом и ароматом.

В пивоваренной промышленности применяют низовые дрожжи вида *S. carlsbergensis* (в основном хлопьевидные расы). Брожение, вызываемое ими, хорошо протекает при температурах от 6 до 8°C.

В виноделии ценятся дрожжи, быстро размножающиеся, обладающие свойством подавлять другие виды дрожжей и микроорганизмы и придавать вину соответствующий букет. Дрожжи, применяемые в виноделии, относятся к виду *S. vini*, энергично сбраживают глюкозу, фруктозу, сахарозу и мальтозу. Большая часть винных дрожжей относится к дрожжам низового брожения. В виноделии почти все производственные культуры дрожжей выделены из молодых вин в различных местностях.

Исходное сырье для приготовления пива включает четыре основных компонента: ячмень или другое зерно, вода, хмель и дрожжи.

Соложение зерна, т. е. его проращивание, при котором в зерне образуются амилазы, осаживающие крахмал. Измельченное и высушенное проращенное зерно представляет собой так называемый солод.

Варка сусла: измельченный солод соединяют с водой (затираание солода) и варят для получения солодового экстракта — пивного сусла. В конце варки обычно добавляют хмель, придающий пиву особый горьковатый привкус.

Полученное сусло сбраживают добавлением чистых культур дрожжей. При этом используются особые отселекционированные расы дрожжей, имеющие высокую бродильную активность, хорошо осаждающиеся (флоккулирующие) в конце брожения, придающие пиву соответствующий вкус и приятный аромат. Вкус пива во многом зависит от состава вторичных

продуктов брожения, выделяемых данной расой дрожжей. После главного бурного брожения обычно осуществляют более медленное и длительное дображивание (созревание) пива, при котором протекают в основном те же процессы, что и при главном брожении, но более медленно. Выделяющийся в процессе дображивания CO_2 растворяется и связывается в пиве.

После созревания пиво осветляют с помощью фильтрования. При этом из пива удаляют находящиеся во взвешенном состоянии дрожжевые клетки, белковые и полифенольные вещества, хмелевые смолы, соли тяжелых металлов. После этого пиво направляют на розлив.

Квас производится по аналогичной схеме, однако помимо ячменного широко применяется ржаной солод. К нему добавляется мука и сахар, после чего смесь заливается водой и варится с образованием суслу. Важнейшим отличием квасоварения от производства пива является использование при сбраживании суслу помимо дрожжей молочнокислых бактерий.

Современные технологии пивоварения и виноделия основаны на использовании чистых, культурных рас дрожжей, которые добавляют в сусло перед началом брожения [14].

Однако в процессе производства в пиве или вине, помимо культурных дрожжей, могут развиваться и другие виды дрожжей, ухудшающие качество продукта. Такие дрожжи называют «сорняками брожения». Среди таких дрожжей можно выделить две группы. Первые обычны в природных местообитаниях и попадают в субстраты бродильных производств (вместе с исходными материалами), из воздуха заносятся насекомыми. К таким видам относятся, например, дрожжи рода *Hanseniaspora*, характерное местообитание которых — сочные плоды, в том числе ягоды винограда. Во многих современных технологических процессах виноделия перед добавлением в муст чистых культур эти дрожжи сначала убивают сульфитированием, пропуская через виноградный сок двуокись серы.

Другую группу составляют виды, основным местообитанием которых, так же как и для культурных дрожжей, являются субстраты бродильных производств. В природных местообитаниях эти виды встречаются очень редко. К таким видам относятся представители рода *Dekkera* (анаморфа — *Brettanomyces*). Эти дрожжи часто сопутствуют сахаромицетам² в процессах приготовления пива, однако при значительном развитии они вызывают порчу продукта, выделяя различные побочные продукты брожения и придавая ему нежелательные органолептические характеристики.

В современных производствах налажены системы контроля за развитием таких нежелательных видов дрожжей. Очень перспективным для этого являются молекулярно-биологические методы, основанные на специфическом связывании олигонуклеотидных последовательностей с ДНК определенных видов, например, метод FISH.

Важной отраслью пищевой промышленности является виноделие.

Первый этап приготовления вина — раздавливание ягод винограда. При этом образуется муст — виноградный сок с мезгой (остатками кожицы и косточек). При сбраживании муста получают красные вина, так как красящие вещества содержатся в основном в кожице винограда. Для получения белых вин виноградный сок предварительно отделяют от мезги.

Свежий муст всегда содержит дикие дрожжи, присутствовавшие на ягодах винограда и попавшие в него с оборудования в процессе прессования. При использовании чистых винных культур дрожжей такие дикие дрожжи обычно убивают сульфитированием муста.

Сразу после раздавливания начинается процесс брожения. Спиртовое брожение — основной технологический процесс виноделия. При брожении виноградного сусла создаются благоприятные физико-химические условия для распределения активных дрожжевых клеток в бродящей среде, а также тепло- и массообмена. Скорость и ход брожения существенно влияют на

² Сахаромицеты — класс сумчатых грибов. Это — единственный класс подотдела сахаромикотомые. Класс содержит единственный порядок сахаромицетовые; порядок включает 13 семейств и 99 родов

качество вина. Вина более высокого качества формируются в условиях медленного брожения, для которого характерны меньшие потери ценных ароматических и вкусовых летучих компонентов из суслу в атмосферу, меньшие потери спирта, лучшее сохранение сортового аромата.

Суммарное уравнение спиртового брожения может быть представлено в следующем виде:



При сбраживании субстрата происходят глубокие изменения его химического состава. Наряду с главными продуктами метаболизма дрожжей — спиртом и диоксидом углерода при спиртовом брожении из Сахаров образуются многочисленные вторичные продукты, роль которых весьма значима в формировании аромата и вкуса вина. К числу вторичных продуктов относятся: пировиноградная кислота; глицерин; ацетальдегид; уксусная кислота; ацетоин; янтарная и лимонная кислоты; изоамиловый и изопропиловый спирты; эфиры, в зависимости от структуры имеющие фруктовый, сладковатый или цветочный аромат.

Молодое вино непосредственно после брожения обычно мутное от взвеси дрожжей, бактерий и твердых частиц. Для осветления вина используются естественное отстаивание и фильтрация. Осветление производится также добавлением различных коагулянтов: яичного белка, желатина, бентонита (тип глины) или др.

После этого следует этап созревания или взросления вина. Красные вина, предназначенные для взросления, хранят от 1 до 2 лет в дубовых бочках. Взросление в деревянных бочках позволяет вину приобрести определенные ароматы. В зависимости от типа вина проходят процесс взросления различной продолжительности. В конце этого периода их обычно фильтруют и разливают по бутылкам. Фильтрация предназначена для удаления всех оставшихся мелких частиц, дрожжей и бактерий. Она проводится с использованием специальных инертных элементов: диатомового гравия, целлюлозы, специальных пластиковых мембран.

Особое место в виноделии занимает производство шампанского. Шампанские вина — это сухие виноградные вина, содержащие значительное количество углекислого газа, который получается брожением (именно в этом отличие шампанских вин от других шипучих вин). Исходным продуктом для производства шампанских вин служит белое столовое вино, содержащее 10-12% спирта, получаемое из специальных сортов винограда. Чтобы вызвать новое брожение, необходимое для насыщения вина углекислым газом, в него добавляют немного сахара и дрожжей. Дрожжи, используемые для шампанзации, представляют собой особые расы *Saccharomyces cerevisiae*, более устойчивые к спирту и способные осуществлять брожение в уже готовом вине. Второе сбраживание может проводиться в бутылках (традиционный метод шампанзации) и в крупных резервуарах (современные методы). Разработаны также технологии непрерывной шампанзации, при которых вторичное сбраживание ведется иммобилизованными дрожжами, находящимися в колонке, через которую пропускается исходное вино.

При использовании традиционного метода шампанзации бутылки закупоривают сменной пробкой и ставят в охлаждаемые камеры пробками вниз. В охлаждаемых камерах или подвалах происходит брожение, образующийся углекислый газ растворяется в вине, а дрожжи опускаются вниз к пробке. Этот процесс называется ремюажем. Сложным технологическим процессом, процессом, требующим виртуозной техники рабочего, является дегоржирование. Рабочий, держа бутылку наклонно вниз пробкой, откупоривает ее (при этом сменная пробка вылетает вместе с дрожжевым осадком), затем он быстро переворачивает бутылку и закрывает ее новой пробкой. Для облегчения этого процесса и уменьшения потерь шампанского осадок намораживают на пробку, для чего перед дегоржированием бутылки (их располагают пробкой вниз) пропускают через ванну с рассолом с температурой -30°C . Бутылки откупоривают и льдинка замороженного осадка вылетает из бутылки. В бутылки доливают

растворенный в вине сахар, причем количество сахара зависит от того, какое шампанское хотят получить — брют, сухое или полусухое. После этого бутылки снова укупоривают и выдерживают в подвалах, где поддерживают температуру 10-12°C.

При резервуарном способе шампанизация происходит в специальных емкостях (акратофорах). Это позволяет провести те же процессы, но в ускоренном режиме и с большими масштабами и меньшей себестоимостью. После брожения шампанское в последних акратофорах охлаждается до температуры -5°C, фильтруется для отделения дрожжей и разливается в бутылки.

В таких отраслях, как пивоварение и дрожжевое производство, дрожжеподобные грибы являются вредителями производства.

Дрожжи семейства несхаромицетов вырабатывают в качестве ценного корма для сельскохозяйственных животных.

Большинство кормов, используемых в животноводстве, не содержат в достаточном количестве белков и витаминов. Даже такие ценные корма, как кукуруза и сахарная свекла, дающие максимальное количество кормовых единиц с гектара, богаты углеводами, но не содержат достаточного количества азотистых веществ. Поэтому во всех странах отмечается большой дефицит кормового белка. Этот дефицит покрывается увеличением производства растительного протеина, содержащегося в сельскохозяйственных кормовых культурах, — зерне, люцерне; выпуском рыбной и мясной муки, сухих молочных продуктов. Со второй половины XX в. в качестве кормовой добавки в животноводстве стали широко применяться кормовые дрожжи. Они существенно повышают биологическую ценность кормов, прежде всего за счет содержащихся в них незаменимых аминокислот и витаминов.

В нашей стране производство кормовых дрожжей было начато в середине 1930-х гг. Отходы сельскохозяйственных производств, такие как солома, кукурузные кочерыжки, опилки, подвергали гидролизу серной

кислотой, гидролизаты нейтрализовали и использовали для выращивания *Saccharomyces cerevisiae*. Однако транспорт сырья на такие заводы оказался дорогостоящим, и поэтому они обладали малой мощностью и имели лишь местное значение.

В 1973 г. в СССР был пущен первый в мире завод кормовых дрожжей мощностью 70000 т в год. В качестве сырья на нем использовали выделенные из нефти *n*-алканы, а в качестве продуцентов белка — дрожжи *Candida guilliermondii*, *Candida tropicalis* и др. В последующие десятилетия производство кормовых дрожжей из *n*-алканов быстро росло и сопровождалось многочисленными исследованиями в этой области.

В качестве других источников для получения кормового дрожжевого белка могут использоваться метанол, отходы молочной промышленности (молочная сыворотка).

При приготовлении сыра после свертывания молока образуется молочная сыворотка — основной отход сыроваренного производства — побочный продукт в молочной промышленности. В большинстве сыроваренных производств сыворотка сливается, представляя большую проблему как загрязнитель почв. В то же время она представляет собой достаточно богатую питательную среду, на которой могут развиваться многие микроорганизмы, в том числе некоторые виды дрожжей, способные усваивать лактозу — основной компонент сыворотки.

Способность к ассимиляции лактозы имеется примерно у 20% всех известных видов дрожжей. Гораздо реже встречаются дрожжи, сбраживающие лактозу. Активный катаболизм лактозы особенно характерен для дрожжей из рода *Kluveromyces*. Эти дрожжи можно использовать для получения на молочной сыворотке кормового белка, этанола, препаратов Д-глюкозидазы.

В молочной промышленности дрожжи применяют при производстве кефира и сыров.

Кефир — разновидность молочнокислых продуктов, для приготовления которого используется закваска, содержащая дрожжи.

Для производства некоторых сыров применяются определенные штаммы грибов, которые развиваются в сыре в процессе его созревания и придают ему особый вкус. К числу наиболее известных относится сыр Рокфор, для получения которого сыр заражают специальными штаммами грибов рода *Penicillium*. Для получения некоторых сортов сыра используются также дрожжевые грибы. К ним относятся сорта Камамбер, Бри, Марселлин, Реблохон и др., на поверхности которых имеется характерная пленка, в составе которой преобладают дрожжеподобные грибы *Geotrichum candidum*. Эти дрожжи долгое время рассматривались сыроделами как сорняки производства, быстро разрастающиеся на поверхности сыра при его хранении и ухудшающие его товарный вид. Однако после получения определенных рас этих дрожжей их стали использовать для производства особых пикантных сортов сыра. Перед созреванием такие сыры обрабатывают культурами *Geotrichum candidum*, которые покрывают поверхность сыра в виде белого налета и придают ему характерные вкус и цвет.

Дрожжи используют для получения витаминов. В настоящее время чистые препараты витаминов получают главным образом синтетически, в некоторых случаях отдельные стадии их образования выполняются методами микробиологического синтеза. Распространенное ранее производство концентратов витаминов из продуктов растительного или животного происхождения сейчас почти полностью потеряло свое значение.

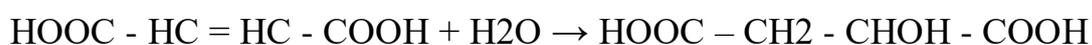
В то же время некоторые витамины получают с помощью экстракции и очистки культуральной жидкости или биомассы микроорганизмов. Наряду с использованием непосредственно дрожжевой биомассы как источника витаминов в виде дрожжевых гидролизатов и пивных дрожжей, некоторые дрожжи используются для микробиологического производства чистых витаминов.

Существуют штаммы сахаромицетов, обладающие способностью к гиперсинтезу витамина В2 (рибофлавина), которые могут быть использованы для получения этого витамина.

Из базидиомицетовых дрожжей³, обладающих способностью к интенсивному синтезу каротиноидов, получают препараты Р-каротина, являющегося предшественником витамина А и астаксантина.

Использование дрожжей для производства чистых витаминов началось в 1930-х гг. с получения витамина D. С использованием специальных рас *Saccharomyces cerevisiae* получают эргостерол, который после облучения ультрафиолетом модифицируется в витамин D2.

Витамин D2 (кальцефирол). Один из метаболитов цикла трикарбоновых кислот — яблочную кислоту — можно получать из парафинов с помощью дрожжей рода *Candida*, из этанола путем ферментации при участии бактерий, а также из фумаровой кислоты с использованием иммобилизованной фумаразы. Схема получения яблочной кислоты из фумаровой кислоты представлена реакцией



Яблочную кислоту используют в пищевой промышленности в качестве подкислителя.

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 т. д.

В производстве лимонной кислоты *A. niger* является возбудителем лимоннокислого брожения, превращая сахар в лимонную кислоту.

В ряде случаев плесневые грибы вызывают порчу пищевых продуктов.

³ Базидиомицеты, или базидиальные грибы, или базидиомицота — отдел из царства грибов, включающий виды, производящие споры в булавовидных структурах, именуемых базидиями. Вместе с аскомицетами составляют подцарство высших грибов.

Производство лимонной кислоты методом ферментации при участии микроскопических грибов было налажено в конце XIX в. До настоящего времени основным ее продуцентом является плесневый гриб *Aspergillus niger*. До 30-х гг. XX в. лимонную кислоту получали путем поверхностного культивирования гриба, а начиная с 1940-х гг. применяют в основном глубинное культивирование в герметичных ферментаторах. Используя высокопродуктивные штаммы *A. niger*, добиваются 98-99% выхода кислоты в расчете на израсходованную сахарозу.

Лимонная кислота является промежуточным продуктом аэробного окисления глюкозы. В цикле трикарбоновых кислот она образуется в реакции синтеза из щавелевоуксусной кислоты и активной формы уксусной кислоты (ацетил-коэнзим А).

Далее лимонная кислота через ряд промежуточных кислот вновь превращается в щавелевоуксусную кислоту, теряя при этом два атома углерода:

Для торможения циклического превращения лимонной кислоты в щавелевоуксусную в культуральной среде создают дефицит железа и фосфора. В качестве дешевого углеводного сырья используют мелассу, крахмал и глюкозный сироп.

Разработаны также способы получения лимонной кислоты из н-парафинов с помощью дрожжей рода *Candida* и других микроорганизмов, но они оказались экономически менее эффективными; к тому же некоторые из используемых в этой технологии продуцентов являются патогенными.

Лимонная кислота имеет приятный кислый вкус и хорошо растворима в воде. Ее широко используют в пищевой промышленности, преимущественно в производстве напитков, а также в фармацевтической и косметической промышленности. Эфиры лимонной кислоты применяются в производстве пластмасс. Хелатирующие свойства лимонной кислоты используются для связывания и очистки металлов. Ее вводят также в состав детергентных (поверхностно-активных веществ). Будучи природным метаболитом,

лимонная кислота легко разрушается всеми живыми организмами, поэтому она нетоксична и не загрязняет окружающую среду.

Селекционированные штаммы *A. niger* используют также для производства глюконовой кислоты. Образование глюконовой кислоты происходит при окислении глюкозы с участием фермента глюко-зооксидазы.

В промышленности для получения глюконолактона и глюконовой кислоты используют гидролизаты крахмала. Бактериальные способы получения глюконовой кислоты применяются меньше, главным образом, для получения оксоглюконовых кислот. Оксоглюконовые кислоты имеют самостоятельное значение в биотехнологии, так как они служат промежуточными продуктами для синтеза других веществ, в частности, для синтеза аскорбиновой кислоты.

В быту эти вещества получают при помощи «чайного гриба», представляющего собой ассоциацию дрожжей, уксуснокислых и глюконовокислых бактерий, которые растут на подслащенном чае.

Глюконовая кислота и ее соли применяются в различных отраслях промышленности. Благодаря способности связывать кальций глюконовая кислота в виде натриевой соли используется в составе моющих средств на производстве молока и молочных продуктов. Глюконат кальция применяется в медицинских целях для повышения свертываемости крови, увеличения концентрации кальция в крови и т. д. Глюконолактон как медленно действующий окислитель применяется при выпечке хлеба, при переработке мяса. Глюконат натрия применяется также в фотографии, литографии, для изготовления красок и очистки металлов.

2. Роль микроорганизмов земледелии

Динамика процесса нитрификации, возбудители. Значение работ Н. С. Виноградского. Положительная и отрицательная роль этого процесса в земледелии [15].

Аммиак, образующийся в почве, навозе и воде при разложении органических веществ, довольно быстро окисляется до азотистой, а затем азотной кислоты. Такой процесс называют нитрификацией.

До середины XIX в., точнее, до работ Л. Пастера явление образования нитратов объясняли как химическую реакцию окисления аммиака атмосферным кислородом, причем предполагалось, что почва в этом процессе играет роль катализатора. Л. Пастер предположил, что образование нитратов - микробиологический процесс. Первые экспериментальные доказательства его гипотезы были получены Т. Шлезингом и А. Мюнцем в 1879 г. Исследователи пропускали сточные воды через длинную колонку с песком и CaCO_3 . При фильтрации аммиак постепенно исчезал и появлялись нитраты. Нагревание колонки или внесение антисептиков прекращало окисление аммиака. Однако выделить культуры возбудителей нитрификации не удалось ни упомянутым исследователям, ни микробиологам, продолжавшим изучение нитрификации. Лишь в 1890 - 1892 гг. С. Н. Виноградский, применив особую методику, изолировал чистые культуры нитрификаторов⁴. Ученый предположил, что нитрифицирующие бактерии не растут на обычных питательных средах, содержащих органические вещества, это объяснило неудачи его предшественников.

Действительно, нитрификаторы оказались хемолитоавтотрофами, т. е. бактериями, использующими энергию окисления аммиака или азотистой кислоты для синтеза органических веществ из CO_2 (хемосинтез). Поэтому их

⁴ Нитрификация — микробиологический процесс окисления аммиака до азотистой кислоты или её самой далее до азотной кислоты, что связано либо с получением энергии, либо с защитой от активных форм кислорода, образующихся при разложении пероксида водорода. Протекает в аэробных условиях в почве, а также природных водах.

клетки очень чувствительны к присутствию в среде органических соединений. Нитрифицирующие бактерии удалось выделить на минеральных питательных средах.

С. Н. Виноградский установил, что существуют две группы нитрификаторов: одна осуществляет окисление аммиака до азотистой кислоты ($\text{NH}_4 > \text{NO}_2$) -- первая фаза нитрификации, другая -- окисление азотистой кислоты до азотной ($\text{NO}_2 > \text{NO}_3$) -- вторая фаза нитрификации.

Представителей обеих групп относят к семейству Nitrobacteriaceae. Это одноклеточные грамотрицательные бактерии. Среди нитрифицирующих бактерий есть палочковидные клетки, эллиптические, сферические, извитые и дольчатые, плеоморфные. Размеры клеток колеблются от 0,3 до 1 мкм в ширину и от 1 до 3 мкм в длину. Существуют подвижные и неподвижные формы с полярным, субполярным и перитрихальным жгутикованием. Размножаются бактерии-нитрификаторы в основном делением, за исключением Nitrobacter, для которого характерно почкование. Почти у всех нитрификаторов хорошо развита система внутрицитоплазматических мембран, значительно различающихся по форме и расположению в клетках отдельных видов. Мембраны цитоплазмы подобны мембранам фотосинтезирующих пурпурных бактерий [15].

Долгое время нитрифицирующих бактерий относили к облигатным хемолитоавтотрофам. Позднее были получены данные о способности этих бактерий использовать некоторые органические вещества. Так, отмечено стимулирующее действие на рост Nitrobacter нитрита, дрожжевого автолизата, пиридоксина, глутаминовой кислоты и серина. Предполагают, что некоторые нитрифицирующие бактерии обладают способностью переключаться с автотрофного на гетеротрофное питание. Однако нитрификаторы не растут на обычных питательных средах, так как большое количество легкоусвояемых органических веществ, содержащихся в таких средах, задерживает их развитие. Однако в природе такие бактерии хорошо

развиваются в черноземах, навозе, компостах, т. е. в местах, где содержится много органического вещества.

Указанное противоречие оказывается несущественным, если сравнивать количество легкоокисляемого углерода в почве с теми концентрациями органического вещества, которые нитрификаторы должны выдерживать в культурах. Так, органическое вещество почв представлено главным образом гуминовыми веществами, на которые приходится в черноземе 71-91% общего углерода, а легко усвояемые водорастворимые органические вещества составляют не более 0,1% общего углерода. Следовательно, нитрификаторы не встречаются в почве больших количеств легкоусвояемого органического вещества (Приложение В).

Накопление нитратов происходит с неодинаковой интенсивностью на разных почвах. Чем богаче почва, тем больше соединений азотной кислоты она может накапливать. Существует метод определения доступного растениям азота в почве по показаниям ее нитрификационной способности. Следовательно, интенсивность нитрификации можно использовать для характеристики агрономических свойств почвы.

Вместе с тем при нитрификации происходит лишь перевод одного питательного для растений вещества - аммиака в другую форму - азотную кислоту. Нитраты, однако, обладают некоторыми нежелательными свойствами. В то время как ион аммония поглощается почвой, соли азотной кислоты легко вымываются из нее. Кроме того, нитраты восстанавливаются в результате денитрификации до N_2 , что также обедняет азотный запас почвы. Все перечисленное существенно снижает коэффициент использования нитратов растениями [15].

В связи с тем, что некоторые из перечисленных соединений вредны для человека и животных даже в относительно низких концентрациях, тщательно изучают возможность их образования в природе.

Почва является основным средством производства в сельском хозяйстве. Все продукты сельского хозяйства состоят из органических

веществ, синтез которых происходит в растениях под воздействием, главным образом, солнечной энергии. Разложение органических остатков и синтез новых соединений, входящих в состав перегноя, протекает при воздействии ферментов, выделяемых разными ассоциациями микроорганизмов. При этом наблюдается непрерывная смена одних ассоциаций микробов другими.

Микроорганизмов в почве очень большое количество. По данным М.С. Гилярова, в каждом грамме чернозема насчитывается 2-2,5 миллиарда бактерий. Микроорганизмы не только разлагают органические остатки на более простые минеральные и органические соединения, но и активно участвуют в синтезе высокомолекулярных соединений -- перегнойных кислот, которые образуют запас питательных веществ в почве. Поэтому, заботясь о повышении почвенного плодородия (а, следовательно, и о повышении урожайности), необходимо заботиться о питании микроорганизмов, создании условий для активного развития микробиологических процессов, увеличении популяции микроорганизмов в почве.

Основными поставщиками питательных веществ для растений являются аэробные микроорганизмы, которым для осуществления процессов жизнедеятельности необходим кислород. Поэтому увеличение рыхлости, водопроницаемости, аэрации при оптимальной влажности и температуре почвы обеспечивает наибольшее поступление питательных веществ к растениям, что и обуславливает их бурный рост и увеличение урожайности.

Однако растениям для нормального роста и полноценного развития необходимы не только макроэлементы, такие как калий, азот, фосфор, но и микроэлементы, например, селен, который выступает как катализатор в различных биохимических реакциях и без которого растения не в состоянии сформировать действенную иммунную систему. Поставщиками микроэлементов могут быть анаэробные микроорганизмы - это микроорганизмы, которые живут в более глубоких почвенных пластах и для которых кислород - яд. Анаэробные микроорганизмы способны по пищевым

цепям «поднимать» необходимые растениям микроэлементы из глубинных слоев почвы [15].

В окультуренных плодородных почвах бурно развиваются не только микрофлора, но и почвенная фауна. Животные в почве представлены дождевыми червями, личинками различных почвенных насекомых и живущими в почве грызунами. Из числа микроскопической фауны черви являются наиболее активными почвообразователями. Они живут в поверхностных горизонтах почвы и питаются растительными остатками, пропуская через свой кишечный тракт большое количество органического вещества и минеральной составляющей почвы. Микроорганизмы в почве образуют сложный биоценоз, в котором различные их группы находятся между собой в сложных отношениях. Одни из них успешно сосуществуют, а другие являются антагонистами (противниками). Антагонизм их обычно проявляется в том, что одни группы микроорганизмов выделяют специфические вещества, которые тормозят или делают невозможным развитие других.

Почвы населены многочисленными представителями микроскопических существ. Мир их разделен на растительные и животные виды. Микроскопический растительный мир почвы представлен бактериями, актиномицетами, дрожжами, грибами, водорослями. Животный мир почвы составляют простейшие (протозоа), насекомые, черви и прочие. Кроме них, в почве обитают различные ультрамикроскопические существа -- фаги (бактериофаги, актинофаги) и многие другие еще мало изученные виды.

Особенно широко представлены в почве гнилостные, маслянокислые и нитрифицирующие бактерии, актиномицеты и плесневые грибы.

Количество микробной флоры зависит от плодородия почв. Чем плодороднее почвы, чем больше в них перегноя, тем плотнее заселены они микроорганизмами. Накопление микроорганизмов в значительной степени зависит от количественного и качественного содержания органических веществ в свежесмерших растительных и животных остатках и продуктах

их первичного распада; вначале микробов больше, а после минерализации уменьшается.

Существенное значение в жизни микроорганизмов имеют витамины, ауксины и другие биотические вещества. Небольшие дозы их заметно ускоряют развитие и размножение клеток микробного населения.

Почва при высушивании обедняется микроорганизмами. Иногда численность их при высушивании образцов почвы уменьшается в 2-3 раза, а нередко в 5-10 раз. Наиболее стойко сохраняют жизнеспособность актиномицеты, затем микобактерии. Самый высокий процент гибели отмечается среди бактерий. Однако полного вымирания бактерий, даже в условиях длительной засухи почвы, как правило, не происходит. Даже у весьма чувствительных к высушиванию культур имеются единичные клетки, которые длительное время сохраняются в сухом состоянии.

На распределение отдельных микробов сильное влияние оказывает кислотность почвенного раствора. В почвах с нейтральной или слегка щелочной реакцией бактерий бывает значительно больше, чем в кислых, заболоченных или торфяных почвах [15].

Плесневые грибы лучше переносят кислую среду, чем бактерии, поэтому они обычно доминируют в кислых почвах.

Вопрос о распределении микробов в почве освещен недостаточно. Повседневные микробиологические исследования почв показывают, что клетки бактерий размещаются отдельными очагами, в каждом из которых разрастаются и концентрируются клетки одного или нескольких неантагонистических видов.

Групповой состав бактерий в разных почвах не одинаков. Из бактерий в почве преобладают формы, не образующие спор. Спороносные бактерии составляют около 10-20%.

В почве в больших количествах обитают также актиномицеты, грибы, водоросли и простейшие. Грибов и актиномицетов в 1 г почвы насчитывается

десятки и сотни тысяч, а нередко миллионы. Общая масса водорослей, по мнению исследователей, немногим уступает общей массе бактерий.

Простейшие и насекомые на гектар пахотного слоя составляют массу, равную 2-3 т. Вся эта масса живых существ находится в непрерывном развитии. Отдельные клетки - особи растут, размножаются, стареют и погибают. Происходит непрерывная смена и обновление всей живой массы. Вся бактериальная масса, по самым скромным подсчетам, регенерируется за лето в южной полосе 14-18 раз. Таким образом, общая бактериальная продукция пахотного горизонта почвы за вегетационный период определяется десятками тонн живой массы.

Самый верхний слой почвы беден микрофлорой, потому что находится под непосредственным влиянием вредно действующих на нее факторов: высушивание, ультрафиолетовые лучи солнечного света, повышенная температура и прочее. Наибольшее количество микроорганизмов располагается в почве на глубине 5-15 см, меньше - в слое 20-30 см и еще меньше -- в подпочвенном горизонте 30-40 см. Глубже могут существовать лишь анаэробные формы микробов.

Влияние обработки почвы на интенсивность микробиологических процессов. Вспашка, культивация, боронование значительно стимулируют развитие микрофлоры. Это связано с улучшением водно-воздушного режима почв.

Наиболее благоприятные условия при обработке создаются для аэробных микробов, в результате чего весной уже через 8-20 дней после обработки численность микрофлоры возрастает в 5-10 раз.

Разные приемы обработки почвы действуют неодинаково на микробы и мобилизацию питательных веществ в пахотном слое. Поверхностное рыхление подмосковных подзолистых почв усиливает развитие микроскопических существ, только в самом верхнем слое почвы сапрофитных бактерий в этом слое в 3-4 раза больше, чем в других. Послойное рыхление без оборота пласта активировало микрофлору

незначительно. При рыхлении с оборотом пласта почти в 3 раза возросла численность микроорганизмов в нижнем слое, попадающем наверх. Даже в среднем слое, остающемся при такой обработке на месте, содержание микробов явно увеличивается. Аналогичные изменения наблюдались и в развитии нитрифицирующих бактерий. Эти данные показывают, что положительный эффект от оборота пласта в основном объясняется интенсивной минерализацией в нижней его части органических веществ.

В условиях орошаемого земледелия глубина и способ обработки заметно увеличивают количество полезных микроорганизмов как в поверхностных, так и в нижних слоях почвы. При глубокой вспашке наверх выворачивается малопродуктивный, бедный микроорганизмами слой почвы, количество микробов в горизонте 0-20 было больше, чем при пахоте на глубину 20 см. Это можно объяснить положительным влиянием удобрений, орошения и другими факторами.

В связи с тем, что превращения органических веществ в почве тесно связаны с деятельностью микроорганизмов, в слоях, где возросло их количество, увеличилось и содержание растворимых питательных веществ, включая нитраты. Существенно значение обработки почвы и в какой степени зависит от этого активность отдельных групп микроорганизмов, участвующих в мобилизации питательных веществ для растений. Однако непрерывная обработка почвы без периодического внесения органических удобрений снижает содержание гумуса [15].

Чтобы количество гумуса в почве находилось на достаточном уровне, необходимо систематически вносить органические удобрения, которые повышают общую численность в почве не только бактерий, но и актиномицетов и плесневых грибов. Этим создаются благоприятные условия для развития всех групп почвенных микроорганизмов. Повышение общей активности микрофлоры обуславливается как количеством в почве энергетических или питательных веществ, так и внесением перегноя, торфа, навоза, которые усиливают аэрацию и повышают влагоудерживающую

способность почвы, делая ее более структурной. Применение минеральных удобрений на почвах, богатых органическим веществом, оказывает стимулирующее действие на микрофлору. Питательные элементы, входящие в минеральные удобрения, обеспечивают возможность расщепления органических веществ и, следовательно, вызывают интенсивное размножение микробов.

Механизм действия минеральных удобрений на микрофлору в почве многогранен. Из повышающих факторов главными являются такие:

1. Изменение физических свойств почвы, оказывающих благоприятное влияние на размножение микробов.

2. Изменение реакции (рН) почвы в сторону нейтральной или слабощелочной.

3. Минеральные удобрения в значительной степени усиливают развитие растений, что, в свою очередь, оказывает стимулирующее действие на микрофлору: более интенсивно растут корни, а, следовательно, и количество ризосферных организмов быстро увеличивается.

Различные факторы внешней среды, стимулирующие или ограничивающие развитие микроорганизмов, оказывают непосредственное влияние и на содержание гумуса в почве. К этим факторам можно отнести температуру, аэрацию, влажность почвы, кислотность и др. Оптимальными условиями для разложения органических остатков является температура 30-35° С и влажность 70-80% предельной полевой влагоемкости. Но эти условия в то же время максимально благоприятны и для минерализации гумуса. Для сохранения перегноя необходимы рациональная обработка почвы и регулярное возобновление запасов органических веществ внесением навоза, торфа, сидератов и т. п. Способствует этому также применение минеральных удобрений.

Гумус повышает количество водопрочных агрегатов почвы, что способствует хорошей водопроницаемости, экономному расходу воды,

улучшает аэрацию и создает благоприятный биологический режим в структурной почве, гармонически сочетает аэробный процесс с анаэробным.

Перегной служит источником энергии для микроорганизмов и одновременно делает почву более благоприятной для развития растений. Он, постепенно и медленно разлагаясь под действием почвенных микроорганизмов, является источником усвояемых питательных веществ для растений. Учитывая его многогранное влияние на почву, можно сказать, что основные свойства ее, включая плодородие, определяются гумусом.

3. Роль микроорганизмов в животноводстве

С давних времен человек запасает для животных корм впрок. Еще за несколько столетий до нашей эры в Египте, Риме, Испании сочные травы сохраняли в ямах, т. е. заготавливали силос, однако в те времена люди еще не знали, что приготовить силос помогают микроорганизмы [16].

Силосование, или заквашивание - это способ консервирования зеленого корма, при котором масса сохраняется во влажном состоянии. Растения (клевер красный, люцерну, сою, донник, вику, кукурузу, подсолнечник, крапиву, листья капусты, корнеплоды, клубнеплоды, арбузы, картофельную ботву, солому, отходы крахмалопаточного, сахарного производства и др.) размельчают и помещают в ямы, траншеи или специальные сооружения - башни, плотно утрамбовывают, чтобы спрессовать и изолировать от воздуха. Силосуемую массу укрывают и оставляют для созревания. Созревший силос мягкий, сочный, имеет приятный аромат, кислый вкус, бурую окраску.

В основе силосования лежит процесс молочнокислого брожения, осуществляемый молочнокислыми бактериями. В результате этого процесса идет накопление молочной кислоты и частично уксусной вследствие расщепления углеводов (в основном моно- и дисахаридов). Эти кислоты придают приятный вкус и аромат силосу, возбуждают аппетит у животного.

При силосовании микроорганизмы попадают в силосуемый корм из воздуха, почвы и вместе с растительной массой, так как на поверхности растений всегда находятся микроорганизмы. Попадая в условия повышенной влажности, обилия питательного субстрата, микробы начинают быстро размножаться. Следует отметить, что среди различных микробов, попавших в силосуемый корм, находятся молочнокислые (полезные) и гнилостные. Успех силосования зависит от жизнедеятельности молочнокислых бактерий, поэтому при силосовании все делается для того, чтобы создать благоприятные условия для размножения этих бактерий и не допускать возникновения маслянокислого брожения, которое ведет к порче силоса.

Большое значение имеет влажность силосуемой массы. Она должна находиться в пределах 70-75%. Поэтому слишком сухую силосуемую массу нужно увлажнять, так как при низкой влажности она плохо спрессовывается и плесневеет. К водянистым кормам для снижения влажности рекомендуется добавлять соломенную резку или мякину. Слишком влажные корма подвергаются маслянокислому брожению, так как в них образуется много сока, который вымывает из растений питательные вещества и сахар на дно силосного сооружения. Поскольку сахар является источником молочной кислоты при молочнокислом брожении, то в силосе не создается достаточной кислотности для предотвращения маслянокислого брожения. Нежелательны и потери сока из силоса, поскольку в этом случае теряется консервирующая жидкость, а на место вытекшего сока засасывается воздух. Недопустимо попадание земли в силосуемый корм, так как она богата маслянокислыми бактериями, к тому же в ней могут находиться болезнетворные микроорганизмы [16].

Процесс брожения протекает в несколько фаз. Первая фаза созревания силоса является фазой развития смешанной микрофлоры, так как на растительной массе бурно размножаются разнообразные микробы, внесенные в силос вместе с растениями. Среди этих микробов находятся гнилостные, развивающиеся при доступе воздуха (аэробные), неспоронные бактерии, представители кишечной палочки, дрожжи, молочнокислые бактерии и другие микроорганизмы. Споронные гнилостные бактерии (маслянокислые) размножаются медленно, поэтому они не успевают опередить других конкурентоспособных микробов. При плотной укладке силоса создаются условия, способствующие преимущественному развитию молочнокислых бактерий - активных конкурентов за экологическую нишу. Газовая фаза заквашиваемого корма быстро лишается кислорода и заполняется углекислотой, что способствует развитию молочнокислых бактерий. Образующиеся молочная и уксусная кислоты приостанавливают размножение в силосе гнилостной микрофлоры. К концу первой фазы

угнетается деятельность большей части микрофлоры силоса, в нем создаются анаэробные условия.

Во второй фазе (фаза главного брожения) основную роль играют молочнокислые бактерии. Они продолжают подкислять заквашенную массу и поэтому жизнедеятельность остальной бактериальной флоры подавляется. Большинство неспорозоносных микробов сохраняются длительное время. В начале второй фазы брожения обычно преобладают молочнокислые кокки. А затем их сменяют палочковидные молочнокислые бактерии. Молочнокислые бактерии весьма разнообразны и отличаются друг от друга различным отношением к температуре, кислотности среды и другим экологическим факторам среды обитания. Кокковидные молочнокислые бактерии более чувствительны к кислотам, чем их палочковидные формы.

Третья фаза брожения (конечная) завершает силосование корма. В этой фазе происходит постепенное отмирание возбудителей молочнокислого брожения. Накапливающаяся молочная кислота, образующаяся при молочнокислом брожении, достигает концентрации, которая становится вредной и для молочнокислых палочек, которые наряду с оставшимися молочнокислыми кокками начинают погибать, и в силосе становится все меньше и меньше микроорганизмов.

В хорошо созревшем силосе должны находиться преимущественно молочнокислые бактерии. Но со временем их количество уменьшается: чем дольше хранится силос, тем меньше он богат этими микробами [16].

В хорошем силосе допустимы лишь единичные микробные клетки (преимущественно споры) гнилостных бактерий; практически должны отсутствовать маслянокислые бактерии и представители микробов кишечной группы.

Химизм молочнокислого брожения состоит в сбраживании углеводов, клетчатки и других полисахаридов, что может быть выражено формулой



Кукуруза богата углеводами, поэтому при создании анаэробных условий в процессе силосования молочнокислые бактерии довольно быстро приобретают численный перевес над гнилостными. Если на вторые сутки в кукурузном силосе молочнокислых бактерий насчитывали 430 млн, гнилостных 425 млн в 1 г силосной массы, то через 15 сут, когда численность молочнокислых бактерий возросла до 900 млн, гнилостные бактерии выделялись в очень малом количестве. Маслянокислые бактерии при оптимальных условиях силосования не развиваются.

Наблюдение за динамикой процессов созревания силоса из кукурузы показало, что в первой фазе участвуют не только гнилостные и молочнокислые бактерии, но и дрожжи. Их количество значительно возрастает на вторые сутки [16].

Активность дрожжей в силосе считается нежелательной по двум причинам.

Во-первых, они конкурируют с молочнокислыми бактериями за сахара, которые сбраживают в основном до этилового спирта, не представляющего значительной консервирующей ценности. В ходе образования этилового спирта из глюкозы сначала образуется пируват, который затем декарбоксилируется до ацетальдегида, восстанавливаемого до этилового спирта. Помимо этилового спирта, дрожжи в анаэробных условиях образуют также и другие продукты (уксусную, пропионовую, масляную, изомасляную кислоты, β -пропанол, изобутанол, изопентанол). В дополнение к гексозным сахарам некоторые дрожжи используют пентозы (D-ксилозу, D-рибозу), полисахариды (крахмал), спирты (маннит, сорбит).

Во-вторых, дрожжи являются основными возбудителями аэробного разложения силоса, используют органические кислоты (молочную, уксусную, лимонную).

Таким образом, в богатой углеводами кукурузе при оптимальном режиме силосования в начальный период созревания процесс брожения обусловлен преимущественным участием сообщества микроорганизмов, сбраживающих углеводы: гнилостных, молочнокислых и дрожжей.

Гнилостные бактерии доминируют не более первых 2-5 суток, а затем под воздействием нарастающего количества молочнокислых бактерий прекращают свое развитие в условиях низкого уровня рН.

Молочнокислые бактерии, достигнув доминирующего положения, почти полностью заменяют гнилостных бактерий. Затем, по мере дальнейшего снижения уровня рН, их количество снижается.

Аэробные условия в силосохранилище неблагоприятны для роста плесеней. Они, как правило, развиваются лишь на отдельных участках, у краев и на поверхности, которые соприкасаются с воздухом.

При нарушении технологического режима силосования в кукурузной массе в наибольшей степени сказывается деятельность дрожжей и маслянокислых бактерий, т. е. микроорганизмов, разрушающих углеводы. Такой силос характеризуется большим содержанием уксусной и даже масляной кислоты. Наличие большого количества уксусной кислоты всегда указывает на пониженное качество силоса [16].

На этом материале основное экологическое сообщество микроорганизмов представлено молочнокислыми и гнилостными бактериями, а также дрожжами. Из гнилостных бактерий выделены те же виды, которые встречаются обычно при силосовании зеленой массы разнообразных растений, в том числе и кукурузы, - *Pseudomonas herbicola* и *Bacterium levans*.

Биохимические данные свидетельствуют о том, что процессы созревания этих силосов характеризуется быстрым и очень высоким накоплением органических кислот. В то же время отмечено, что, по мере хранения, кислотность в этих силосах существенно снижается. Это может быть объяснено потреблением кислот дрожжами, поскольку последние здесь обнаруживаются даже в 9-месяч-ном силосе, что приводит к получению готовых кормов пониженного качества.

Через 5 мес. хранения качество силоса, взятого в середине хранилища и в более глубоких слоях, по составу органических кислот, по микрофлоре и

органолептическим показателям было хорошим, в то время как в верхней части сооружения был получен силос плохого качества. Силос из верхнего слоя хранилища обладал острым запахом масляной кислоты и в нем были выявлены гнилостные бактерии в доминирующем количестве над молочнокислыми: соответственно 30 млн и 23 млн бактерий на 1 г силосной массы. Здесь же были выявлены в значительно большем количестве маслянокислые бактерии по сравнению с силосом, залегающим на середине сооружения [16].

Микробиологические процессы созревания силоса из кукурузы, поврежденной заморозком, протекают более интенсивно, чем при силосовании неповрежденной кукурузы; при большем участии нежелательной микрофлоры в верхних слоях. Задержка с уборкой подмороженной кукурузы недопустима, так как это способствует быстрому развитию на подмороженных растениях нежелательной микрофлоры и существенно снижает качество готового силоса.

Силос хорошего и самого высокого качества иногда подвергается быстрому согреванию при выемке из хранилища или при доступе воздуха в хранилище.

Установлено, что первичными возбудителями вторичной ферментации являются дрожжи, которые обладают способностью к ассимиляции (расщеплению) молочной кислоты.

Основные дрожжи, встречающиеся в силосе, разделены на две группы:

1. Дрожжи «низового» брожения, или осадочные, которые предпочтительно сбраживают сахара (*Torulopsis* sp).
2. Дрожжи «верхового» брожения, или пленчатые, имеют слабую способность к сбраживанию, но эффективно используют молочную кислоту в качестве субстрата (*Candida* sp., *Hansenula* sp.).

Изучение динамики брожения показало, что содержание дрожжей в само-согревающемся кукурузном силосе первоначально составляло 105—107 дрожжей в 1 г сразу после выемки, а затем постепенно снижалось.

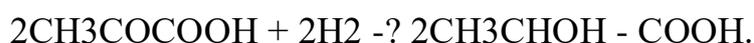
Большинство выделенных штаммов дрожжей из таких силосов относятся к *Candida* sp., *Hansenula* sp. Такие наиболее распространенные возбудители нестабильности как *Candida krusei*, *Candida lamlica*, *Pichia strasburgensia*, *Hansenula anomala* устойчивы к очень низким pH.

После 5-дневного аэробного хранения нестабильный кукурузный силос имеет астрономически высокое число не только дрожжей, но и других микроорганизмов.

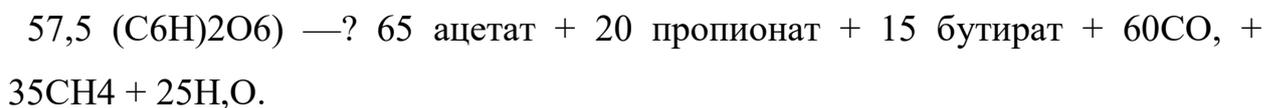
Особенно поразительно присутствие в силосе обитателей нейтральных или слабощелочных почв - стрептомицетов. Их наличие, как и «истинных» силосных плесеней, является одной из причин непригодности для скармливания такого силоса.



На второй стадии атомы водорода идут на восстановление пировиноградной кислоты до молочной или других конечных продуктов:



Сбраживание моносахара в рубце может быть выражено следующим уравнением:



Моносахариды в рубце ферментируются до конечных продуктов брожения -летучих жирных кислот (уксусная, пропионовая, масляная), а также образуется некоторое количество высших жирных кислот.

Процессы брожения клетчатки и других сложных углеводов в рубце сопровождаются обильным газообразованием. Из газообразных продуктов в постоянных соотношениях образуется двуокись углерода (CO₂), на которую приходится 60-70% от количества выделяющихся газов. Остальная часть газообразных продуктов брожения включает метан (CH₄) - до 30%, водород (H₂) - 2%, кислород (O₂) - 0,2%, азот (N₂) - 4% и др [16].

В процессе брожения клетчатки в рубце образуются органические летучие жирные кислоты: уксусная (47-60%), пропионовая (18-23%),

масляная (19-29%), в малых количествах муравьиная, валериановая, янтарная. За сутки образуется до 4,5 л летучих жирных кислот (ЛЖК) и от 60-80 до 100 л газов. Часть газов выделяется при отрыгивании, часть всасывается в кровь, переносится в легкие, а затем выделяется вместе с выдыхаемым воздухом. Если процесс отрыгивания нарушается, происходит вздутие рубца, газы раздувают преджелудки, которые давят на диафрагму и легкие, затрудняя дыхание, и животное может погибнуть от тимпании [16].

В процессе ферментации корма в преджелудках выделяется тепло, называемое теплотой брожения. Оно дополняет теплопродукцию обмена веществ организма, расходуемую на физиологические процессы. Образующиеся в процессе расщепления клетчатки низкомолекулярные ЛЖК, всасываясь в кровь, служат главным образом источником энергии для жвачных.

Ежедневно в рубце жвачных образуется 10 000-16 000 кал энергии (в зависимости от вида корма, содержания в нем целлюлозы, крахмала). Это обеспечивает до 70% потребности в ней животного.

Наиболее богатым источником энергии является уксусная кислота, она составляет около 40% общей энергии летучих жирных кислот, а на долю пропионовой, масляной и валериановой кислот приходится соответственно 24,16 и 10%). Высоким содержанием энергии отличается метан (СН₄ образующийся при сбраживании целлюлозы и растворимых углеводов (крахмал, сахар). Физиологическая роль ЛЖК велика. Из уксусной и масляной кислот синтезируются липиды молока; жирность молока - одно из его продуктивных качеств. Уксусная кислота является основным предшественником молочного сахара, пропионовая участвует в синтезе углеводов и обеспечивает запас гликогена в печени, а также участвует в синтезе молочного сахара (лактозы).

Переваривание сложного полимера крахмала, которым особенно богаты зерновые корма, в рубце осуществляется с помощью внеклеточного микробного фермента α -амилазы таких микробов, как *Streptococcus bovis*,

Clostridium butiri-cum, *Bacteroides*, *Succinimonas amylolitica*, *Bacteroides ruminicola*, *Succinivibrio dextrinosolvens* и др.

Между физиологическими группами микроорганизмов микроценоза преджелудков жвачных осуществляется экологофизиологическая взаимосвязь, что обусловлено особенностями их метаболизма. Амилолитические кислоты - молочную, янтарную, в меньшей степени уксусную, масляную - лактатферментирующие бактерии преобразуют в ЛЖК с преимущественным образованием пропионовой кислоты, которая стимулирует секрецию соляной кислоты в сычуге и является одним из основных предшественников глюкозы. Введение в рацион крахмалистых кормов благоприятно сказывается на ферментации амилолитических и лактатферментирующих бактерий, что снижает жирность молока, но увеличивает его надои.

У птиц расщепление целлюлозы проходит с участием микроорганизмов в зобу (расширение пищевода) и в толстом отделе кишечника, который имеет две слепые кишки, где идут процессы бактериального брожения и микробиологический синтез витаминов.

Заключение

Микроорганизмы являются важным звеном в круговороте веществ в природе, разлагают растительные и животные остатки, очищают загрязненные органикой водоемы. Без них не могла бы существовать жизнь на земле.

Они распространены везде: в почве, воде, воздухе, организмах животных и растений, откуда они попадают на предметы, одежду, на руки, в пищу, в рот, кишечник [3]. Как и всякие живые существа, микроорганизмы питаются, и размножаются.

У них нет специальных органов пищеварения. Питательные вещества проникают в микроорганизмы через оболочку клетки. Поэтому для развития микроорганизмов хорошей питательной средой являются продукты, содержащие много воды: молоко, бульоны, мясо, рыба и т. д.

Для размножения микробов, кроме питательной среды, необходима благоприятная температура (37—40°). При наличии питательной среды и соответствующей температуры микробы могут очень быстро размножаться путем деления или почкования (дрожжи). Примерно через полчаса количество микробов удваивается, через час увеличивается в 4 раза, через два часа — в 16 раз и т.д.

Учеными доказано, что микроорганизмы бывают: полезные и вредные. Выпечки хлеба, изготовления молочных продуктов, вина, пива, спирта, уксуса, ацетона, обработка кожи и меха и другие процессы возможны благодаря успешному использованию микроорганизмов. Следовательно, они приносят большую пользу человечеству.

Но среди огромного количества микроорганизмов есть и такие, которые несут смерть людям, животным и растениям. Вызванные ими заболевания часто распространяются с поразительной быстротой. Эпидемии чумы и холеры, оспы и гриппа, кори и дифтерии порой захватывали целые

материки и даже потрясали весь мир. Были времена, когда они наносили больше человеческих жертв, чем самые страшные опустошительные войны.

Микробиология вносит существенный вклад в решение многих практических задач, проблем здравоохранения и сельского хозяйства, способствует развитию определенных отраслей промышленности.

Следует отметить, что еще имеются большие возможности, основанные на применении микроорганизмов, для расширения и совершенствования биотехнологических процессов. Решение таких актуальных проблем, как обеспечение человечества продуктами питания, возобновление энергетических ресурсов, охрана окружающей среды, так или иначе будет связано с использованием микроорганизмов.

Список литературы

1. Зверева В.В. Микробиология. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 384 с.
2. Белясова, Н.А. Микробиология / Н.А. Белясова. - Минск: Высшая школа, 2012. - 442 с.
3. Госманов, Р.Г. Микробиология: Учебное пособие / Р.Г. Госманов, А.К. Галиуллин, А.Х. Волков и др. - М.: Лань, 2011. - 496 с.
4. Госманов, Р.Г. Микробиология: Учебное пособие / Р.Г. Госманов, А.К. Галиуллин и др. - М.: Лань, 2019. - 496 с.
5. Емцев, В.Т. Микробиология: Учебник для бакалавров / В.Т. Емцев. - М.: Люберцы: Юрайт, 2016. - 445 с.
6. Ивчатов, А.Л. Микробиология: Монография. / А.Л. Ивчатов. - М.: АСВ, 2013. - 120 с.
7. Ившина, И.Б. Большой практикум. Микробиология: Учебное пособие / И.Б. Ившина. - М.: Проспект Науки, 2014. - 112 с.
8. Кисленко, В.Н. Часть 1. Общая микробиология. / В.Н. Кисленко, Н.М. Колычев. - М.: Инфра-М, 2012. - 176 с.
9. Колычев, Н.М. Ветеринарная микробиология и микология / Н.М. Колычев, Р.Г. Госманов. - М.: Лань, 2014. - 624 с.
10. Красникова, Л.В. Микробиология: Учебное пособие / Л.В. Красникова. - М.: Троицкий мост, 2012. - 296 с.
11. Нетрусов, А.И. Микробиология: Учебник / А.И. Нетрусов. - М.: Академия, 2014. - 416 с.
12. Сидоренко, О.Д. Микробиология: Учебник / О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова, Вой. - М.: Инфра-М, 2017. - 29 с.
13. Цыдыпов В. Ц. Краткий словарь микробиологических терминов / - М.: ФГБОУ ВО БГСХА, 2017. - 60 с.
14. <https://probakterii.ru/prokaryotes/for-human/gde-i-kak-chelovek-ispolzuet-bakterii.html>
15. [probakterii.ru»prokaryotes...bakterii-v-pochve.html](https://probakterii.ru/prokaryotes...bakterii-v-pochve.html)

16. https://revolution.allbest.ru/biology/00743198_0.html
17. <https://obuchonok.ru/node/1493>
18. <https://terra-ecology.ru/12-metodov-ispolzovaniya-mikroorganizmov-v-promyshlennosti/>
19. <https://prezi.com/p/hh-2i9hw0fbp/presentation/>
20. <https://students-library.com/library/read/28990-mesto-i-rol-mikroorganizmov-v-prirode-i-deatelnosti-celoveka>

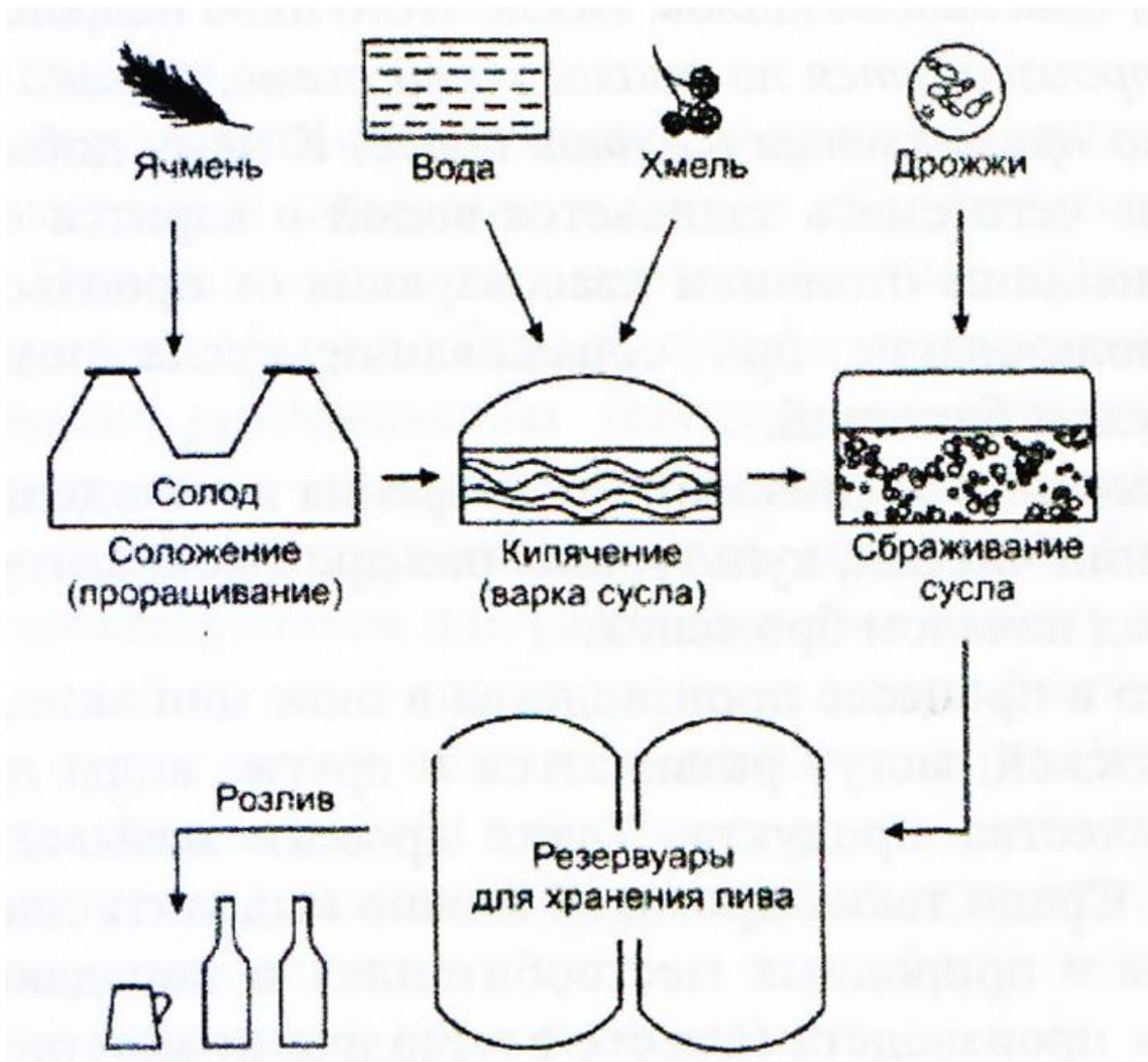


Схема производства пива и кваса



Роль бактерий в круговороте веществ



Жизненный цикл клостридий