**24. Протеолитические ферменты** продуцируются грибами рода Aspergillus, Penicillium, бактериями рода Bacillus, дрожжами рода Saccharomyces. Эти ферменты используют при переработке животного сырья в мясной, молочной и рыбной промышленности. Они применяются как размягчители мяса, ускорители созревания мяса и рыбы.

В пивоваренном производстве протеолитические ферменты применяют для устранения белковых помутнений, а в хлебопечении - для сокращения времени замеса теста из пшеничной муки с высоким содержанием клейковины. Протеолитические ферменты используют как добавки к моющим средствам, что дает высокий эффект при устранении белковых загрязнений.

**Амилолитические ферменты** продуцируют грибы рода Aspergillus, Penicillium, Mucor и бактерии рода Bacillus. Самыми большими потребителями являются спиртовая и пивоваренная промышленности. Амилазы микробного происхождения добавляют при подготовке пивного сусла, при спиртовом брожении, чтобы перевести крахмал в форму, усваиваемую дрожжами. Тем самым можно ускорить или полностью заменить солодование зерна в пивоварении. Кроме того, амилолитические ферменты применяют в хлебобулочном производстве, способствуя улучшению структуры мякиша хлеба.

**Целлюлолитические ферменты**, участвующие в гидролизе целлюлозы, представляют собой комплекс, состоящий из нескольких ферментов с различной специфичностью действия: эндоглюканазы, экзоглюкозидазы, β-глюкозидазы и др. Целлюлазы, продуцируемые грибами родов Fusarium, Trichoderma, Penicillium, применяют в спиртовой, пищеконцентратной промышленностях, где сырьем являются растительные материалы или отходы переработки растений, например, в производстве растворимого кофе.

**Пектолитические ферменты** продуцируют грибы родов As-pergillus (Aspergillus niger), Penicillium, бактерии Erwinia caratovora, Clostridium sp. Пектиназы представляют комплекс ферментов, состоящий из полигалактуроназы, пектинметилэстеразы и др. Эти ферменты используют при производстве осветленных соков из плодов и ягод, для осветления вин. Применение пектиназ в производстве соков обусловлено тем, что они катализируют гидролиз пектиновых веществ растительных клеток, тем са-мым освобождая сок из клеточных структур.

Наибольшее распространение получили препараты, в которых ферменты в активной форме прикреплены к нерастворимой основе. Такие ферментные препараты называют иммобилизованными. Преимуществом их применения является возможность многократного использования. В этом случае обрабатываемый раствор пропускают через основу с иммобилизованным ферментом.

**25.** Сбалансировать содержание в кормах белка и его аминокислотный состав можно с помощью биомассы микроорганизмов.

Промышленные культуры (дрожжи, бактерии, водоросли, грибы), используемые для биосинтеза белковых веществ, должны отвечать медико-биологическим требованиям.

Независимо от вида используемого сырья, технологический процесс производства микробных белковых препаратов состоит из следующих основных стадий: подготовка сырья и приготовление питательных сред для выращивания микроорганизмов; культивирование микроорганизмов; выделение биомассы продуцента из культуральной жидкости; плазмолиз клеток; сушка биомассы; фасовка и упаковка готового препарата.

В качестве питательной среды для производства белковых препаратов в промышленных масштабах используют молочную сыворотку.

**27.** В современной пищевой биотехнологии можно выделить два направления: применение веществ и соединений, полученных биотехнологическим способом (например, органических кислот, аминокислот, витаминов), и интенсификация биотехнологическия процессов в производстве пищевых продуктов.

В настоящее время в пищевой промышленности широко используется продукция, полученная биотехнологическим способом. Расширяется область применения пищевых добавок, в том числе полученных с помощью микробных клеток: органических кислот, ферментных препаратов, подсластителей, ароматизаторов, загустителей и т.д.. На продовольственном рынке растет ассортимент функциональных пищевых продуктов. Для их производства применяют витамины, аминокислоты и другие соединения, полученные биотехнологическим способом.

**26.** Для промышленного производства дрожжей используют питательную среду, основным компонентом которой является меласса – отход сахарного производства. Дрожжи выращивают в биореакторах (ферментерах) периодического действия аэробным глубинным способом при рН 4,4-4,5 по так называемому приточному методу. В чистый аппарат вводят 70-80 % теплой воды от необходимого конечного разведения мелассы, добавляют 10 % мелассы и растворы солей, устанавливают оптимальные рН среды и температуру и начинают умеренную аэрацию. В такую среду вносят посевной материал. В течение 1-го часа среду не добавляют, а в последующие 10 ч ее вводят непрерывным потоком в различных количествах от 5 до 12,8; 11,0 и 9 % в час от общего количества питательной среды. Аэрация в первый и последний час культивирования меньше (1:1), а в период интенсивного размножения дрожжей достигает 1,5 – 2,0 об / (об • мин). В таких условиях дрожжи проходят все стадии развития. В стационарной фазе роста культуру выдерживают до полного прекращения интенсивного почкования.

После ферментации дрожжи отделяют от среды путем центрифугирования или фильтрации на фильтр-прессе, затем биомассу тщательно промывают водой. Товарные дрожжи могут быть сухими и прессованными.

Прессованные дрожжи хранят при пониженной температуре (4-6 оС), так как при комнатной температуре бактерии и микромицеты быстро повреждают дрожжевые клетки. В биомассе дрожжей содержится около 50 % белков, свободные аминокислоты и витамины. Для длительного хранения хлебопекарные дрожжи высушивают до содержания влаги 8-9 %.

При экспертизе товарных дрожжей определяют: органолептические показатели (внешний вид, цвет, запах и вкус, консистенцию); влажность дрожжей (для прессованных дрожжей, согласно ГОСТ, массовая доля влаги не должна превышать 75 %); содержание мертвых клеток (не более 5 %); способность дрожжей к размножению (доля почкующихся клеток должна составлять 40-70 % от общего количества); биологическую чистоту (годными для производства считаются дрожжи, содержащие не более 1 % бактерий и не более 0,5 % диких дрожжей); подъемную силу. Подъемная сила дрожжей характеризуется временем, прошедшим с момента внесения теста в форму до подъема теста до 70 мм. Подъемная сила дрожжей должна быть не более 70 мин.

Хлебопекарные дрожжи широко используются в различных отраслях пищевой промышленности: хлебопекарной, пивоваренной, при получении этилового спирта, вин и т.д.

**28. Подкислители** применяют в основном как вкусовые добавки для придания продуктам «острого» вкуса. Самый популярный подкислитель – лимонная кислота, которую получают при участии Aspergillus niger, сбраживая мелассу и содержащие глюкозу гидролизаты. Ее широко используют в производстве безалкогольных напитков и кондитерских изделий. При консервировании помидоров широко используют яблочную кислоту, ее образует A. flavus. К числу других кислот, широко применяемых в пищевой промышленности, относятся уксусная, молочная, глюконовая

Главным **усилителем вкуса** считается натриевая соль глутаминовой кислоты (глутамат натрия): ее можно получать при помощи Micrococcus glutamicus.

В качестве **красителей** и усилителей цвета используются некоторые витамины, такие как В2(рибофлавин), β-каротин, окрашивающие пищевые продукты в оранжево-желтые цвета. β-каротин применяют при изготовлении колбас с целью замены нитрита натрия, кондитерских изделий, сливочного масла, макаронных изделий.

**Загустители.** Ксантаны безопасны для человека, вследствие чего с 1969 г. используются в пищевой промышленности для производства консервированных и замороженных пищевых продуктов, приправ, соусов, продуктов быстрого приготовления, заправок, кремов и фруктовых напитков. Широко используется в кондитерской промышленности и при производстве мороженого в качестве стабилизатора полисахарид декстран (α-D-глюкан) из Leuconostoc mesenteroides, выращиваемого на сахарозе.

Альгинаты из растительных источников широко используются в пищевой промышленности в качестве загустителей или гелеобразующих агентов. Их применяют для стабилизации йогурта, для предотвращения образования кристаллов льда при получении мороженого и т.д. Источником альгинатов служат морские водоросли (например, Laminaria spp.), однако по своей природе этот источник непостоянен. В промышленном масштабе получают альгинаты, выращивая бактерии Azotobacter в условиях избытка углерода.

**29.** Микроорганизмы, широко используемые в производстве пищевых продуктов, относятся к четырем группам: бактерии, актиномицеты (грамположительные бактерии, не образующие спор), дрожжи и плесени.

**Дрожжи.** Многочисленные штаммы S. сerevisiae находят применение в пивоварении, виноделии, производстве японской рисовой водки (сакэ) и других алкогольных напитков, а также в хлебопечении. К дрожжам, сбраживающим лактозу, относится вид Kluyveromyces fragilis, который используют для получения спирта из молочной сыворотки. Saccharomyces lipolitica деградирует углеводороды и употребляется для получения микробной биомассы.

**Плесени** (микроскопические грибы) вызывают многочисленные превращения в твердых средах, которые происходят перед брожением, их наличием объясняется гидролиз рисового крахмала при производстве сакэ и гидролиз соевых бобов, риса и солода при получении пищевых продуктов, употребляемых в азиатских странах (мисо, темпе и др.). Плесени также продуцируют ферменты, используемые в пищевой промышленности (амилазы, протеазы, пектиназы, целлюлазы), пищевые кислоты (лимонную, молочную, уксусную) и другие вещества. Микроскопические грибы рода Penicillium применяют в производстве сыров (например, Рокфора и Камамбера).

Полезные **бактерии** относятся к эубактериям. Уксуснокислые бактерии, представленные родами Gluconobacter и Acetobacter, - это грамотрицательные бактерии, превращающие этанол в уксусную кислоту, а уксусную кислоту – в углекислый газ и воду.

Анаэробные, образующие споры бактерии, представлены родом Clostridium. C. acetobutylicum сбраживает сахара в ацетон, этанол, изопропанол и n–бутанол (ацетонобутаноловое брожение), другие виды могут сбра-живать крахмал, пектин и различные азотсодержащие соединения. К молочнокислым бактериям относятся представители родов Lactobacillus, Leuco-nostoc и Strеptococcus, которые не образуют спор, грамположительны и не чувствительны к кислороду. Гетероферментативные молочнокислые бактерии рода Leuconostoc превращают углеводы в молочную кислоту, этанол и углекислый газ; гомоферментативные молочнокислые бактерии рода Strеptococcus продуцируют только молочную кислоту, а брожение, осуществляемое представителями рода Lactobacillus, позволяет получить наряду с молочной кислотой ряд разнообразных продуктов.

**30.** Создание генетически модифицированных источников растительного происхождения, являющихся сырьем для производства пищевых продуктов, связано с возможностью придать сельскохозяйственным растениям новые полезные свойства: повысить пищевую ценность, устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям, патогенам и вредителям и т.д.

Наиболее распространенной является соя, которая используется при производстве более 3000 пищевых продуктов: супов, детских каш, картофельных чипсов, маргаринов, салатных соусов, рыбных консервов и др. Из ГМИ-хлопка, рапса изготавливают хлопковое и рапсовое масла, из ГМИ-картофеля – картофель фри, из помидоров медленного созревания – кетчуп и др.

Трансгенные продукты, не имеющие отличий в составе и свойствах от традиционных продуктов-аналогов и не содержащие ДНК и белок, разрешено использовать без проведения исследований их безопасности как ГМИ-источников. К таким продуктам относятся: пищевые и ароматические добавки, рафинированные масла, модифицированные крахмалы, мальтодекстрин, сиропы глюкозы, декстрозы и другие.

Важное значение приобретают новые технологии получения трансгенных сельскохозяйственных **животных и птицы**, направленные на повышение продуктивности и оптимизацию отдельных частей и тканей туши (тушек), что оказывает положительное влияние на качество и физико-химические показатели мяса, его технологичность и промышленную пригодность, особенно в условиях дефицита отечественного мясного сырья. Возможности генной инженерии позволяют менять структуру и цвет мышечной ткани, ее рН, жесткость, влагоудерживающую способность, степень и характер жирности (мраморность), а также консистенцию, вкусовые и ароматические свойства мяса после технологической переработки.

В области генной инженерии микроорганизмов бόльшая часть исследований направлена на отбор продуцентов ферментов, витаминов, антибиотиков, органических кислот и других полезных веществ. Известны полученные с помощью генетически измененных бактерий ферменты, которые применяют при выпечке хлеба (мука при этом осветляется, а хлеб становится более пышным).

**31.** Этот продукт отличается высокой пищевой ценностью.Особенно ценятся сине-зеленые водоросли **Nostoc pruniforme**, по внешнему виду напоминающие сливу. Все чаще водоросли культивируют искусственно, в подводных садах. Выращивание аквакультур – процветающая отрасль биотехнологии. Широко применяется **ламинария**, содержащая в большом количестве дефицитный микроэлемент йод. Водоросли также используют в качестве сырья для промышленности. Одним из перспективных представителей является сине-зеленая водоросль **спирулина**, растущая в Африке (оз. Чад) и Мексике (оз. Тескоко). Для местных жителей спирулина является одним из основных продуктов питания, так как содержит много белка, витамины А, С, D и особенно много витаминов группы В. Биомасса спирулины приравнивается к лучшим стандартам пищевого белка. Спирулину успешно культивируют в открытых прудах или в замкнутых системах из полиэтиленовых труб, получая высокие урожаи (примерно 20 г биомассы в пересчете на сухое вещество с 1 м3 в сутки).

**32. Закваска** – источник внесения желаемой микрофлоры в молоко при производстве кисломолочных продуктов. Закваска является чистой посевной культурой микроорганизмов. При внесении закваски молоко обогащается микрофлорой, производящей сквашивание молока и способствующей накоплению вкусовых и ароматических веществ**.**

В молочной промышленности используются закваски, полученные из чистых культур микроорганизмов, готовят в специальных лабораториях.

В молочной промышленности применяют в основном жидкие закваски и закваски, высушенные способом сублимационной сушки; сухие, жидкие и подвергнутые глубокому замораживанию бактериальные концентраты, бактериальные препараты. Срок хранения сухих заквасок, бактериальных препаратов и концентратов составляет 3-4 месяца, жидких заквасок – 10 суток (в холодильнике).

В заквасках могут быть различные пороки.

1. в заквасках, состоящих из мезофильных молочнокислых стрептококков (и термофильных) из-за нарушения режимов пастеризации, неэффективного охлаждения готовой закваски развиваются термоустойчивые молочнокислые палочки.

2. сниженная способность к образованию аромата из-за качества исходной закваски, качества молока; нарушения температурного режима сквашивания; недостаточной продолжительностью созревания (у масла и сыра).

3. развитие бактериофагов, наличие в молоке ингибирующих веществ.

В многокомпонентных заквасках пороки, как правило, обусловлены нарушением условий культивирования (ослизнение кефирных грибков и появление тягучести в грибковой закваске уксуснокислых бактерий, снижение активности кефирной закваски). Чрезмерное увеличение дозы вносимой закваски приводит к повышению кислотности молока и получаемого продукта. Недостаточное внесение заквасочных культур может приводить к нарушению биохимических процессов в сырной массе, и активизации посторонней, технически вредной микрофлоры, что приводит к горечи, нечистоте и других пороков вкуса и запаха.

**34. Йогурт.** После термообработки молоко заквашивают добавлением 2-3 % закваски йогурта. Температура при брожении поддерживается около 40 ºС. Главную роль здесь играют бактерии Streptococcus thermophillus и Lactobacillus bulgaricus. Для получения желаемой консистенции продукта, вкуса и запаха эти организмы должны содержаться в культуре в равных количествах. Кислоту в начале заквашивания образует в основном Streptococcus thermophillus. Смешанные закваски нужно часто обновлять, поскольку повторные пересевы неблагоприятно сказываются на соотношении видов и штаммов бактерий: в них начинает доминировать Lactobacillus bulgaricus. Своим характерным вкусом йогурт обязан молочной кислоте, получаемой из лактозы молока, и ацетальдегиду. Оба этих вещества вырабатывают Lactobacillus bulgaricus.

**Сметана.** К пастеризованным сливкам добавляют 0,5-1 % закваски, используемой при производстве масла (молочнокислые бактерии). Далее продукт выдерживают, пока концентрация кислоты не достигнет 0,6 %.

**Коровье масло.** В зависимости от сорта производимого масла используют сливки с концентрацией жира от 30-32 до 40 %. При их сбивании эмульсия масла в воде превращается в эмульсию воды в масле.

Для улучшения вкуса используют штаммы Streptococcus lactis и близкие виды, смешанные культуры, включающие Streptococcus lactis, Leuconostoc citrovorum и L. dextranicum.

Помимо улучшения вкуса таким путем удается устранить и некоторые нежелательные привкусы. Перспективный способ доработки масла основан на добавлении липаз (ферментов, расщепляющих липиды).

**33**. В зависимости от состава микрофлоры заквасок и способа приготовления кисломолочные продукты делят на следующие группы:

1. с использованием многокомпонентных заквасок (кефир, кумыс). Микрофлора этой группы продуктов состоит из молочнокислых бактерий (одного или нескольких видов), дрожжей и нередко уксуснокислых бактерий.

2. Вырабатываемые с использованием мезофильных молочнокислых стрептококков (творог, сметана, простокваша обыкновенная). Основными представителями микрофлоры таких продуктов являются молочнокислые стрептококки: Streptococcus lactis, Streptococcus acetoin-icus, Streptococcus cremoris, Streptococcus diacetylactis. Сквашивание молока происходит через 6-8 часов при 30 С.

3 Изготовляемые с применением термофильных молочнокислых бактерий (ряженка, варенец, йогурт, простокваша Южная, Мечниковская). Для приготовления этих кисломолочных продуктов используют смесь молочнокислых бактерий (10:1) Streptococcus thermophillus и Lactobacillus bulgaricus (болгарская палочка). Заквашивание молока этими бактериями проводят при 40-42 С в течение трех часов.

4. с применением термофильных и мезофильных молочнокислых бактерий (любительская сметана, сметана с пониженным содержанием жира, напитки «Любительский» «Юбилейный», «Русский»). Основными представителями микрофлоры таких продуктов являются мезофильные и термофильные молочнокислые стрептококки. Температура сквашивания молока - 33-38 С.

5. с использованием ацидофильных бактерий и бифи-добактерий: ацидофильное молоко, афидофилин, бифидопродукты – продукты лечебно-профилактического питания. В состав микрофлоры этих продуктов входят: Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus lactis, Streptococcus thermophillus с добавлением кефирной закваски; Bifidobacterium bifidum и др.

**35.** Сыр готовят из творога, полученного в результате свертывания казеина цельного или обезжиренного молока. Свертывание казеина происходит под влиянием микробных ферментов и молочной кислоты или с помощью сычужного фермента. В результате свертывания белка кальций отделяется от казеина, последний выпадает в виде хлопьев водонерастворимой казеиновой кислоты. Для изготовления различных видов сыра используют овечье, козье, коровье или кобылье молоко. В зависимости от технологии сыроварения сыворотку полностью или частично отделяют от творога на фильтр-прессе. Творог засевают культурами микроорганизмов в соответствии с сортом получаемого сыра. При его созревании под влиянием выделяемых микроорганизмами ферментов химический состав и физические свойства творога существенно меняются. Некоторые виды сыров специально заражают спорами плесневого гриба Penicillium roquefortii. Рост плесени в мякоти сыра придает ему характерный вкус и аромат (Датский голубой, Горгонзола, Рокфор и др.) Острый привкус сыра Рокфор также обусловлен действием микробной липазы – фермента, расщепляющего жиры молока с образованием жирных кислот (капроновой, каприновой, каприловой и др.). Другой сорт сыра с плесенью – Камамбер – получают с помощью гриба Penicillium camambertii, готовят по той же технологии.

Созревание сыра длится от нескольких недель до нескольких месяцев (для сыра Чеддер – 8 мес.). В первые недели созревания число микроорганизмов в массе сыра увеличивается и достигает нескольких сотен миллионов на 1 г сыра, потом число живых бактерий и дрожжей снижается. Сыр должен созревать при пониженной температуре (для сыра Рокфор – не выше 9 С).

**39**. Обработка винограда до отжима - окуривание сернистым газом, чтобы сок не темнел + подавляет деятельность не винных дрожжей. Используются дрожжи-сахаромицеты: Sacсharomyces сerevisiae, S. ovi-formis, S. ellipsoideus. Использование заквасок дает ряд преимуществ: сокращается лаг-период размножения дрожжей, образуется продукт с известными свойствами, уменьшается вероятность появления нежелательного вкуса, поскольку в брожении не участвуют дикие не винные дрожжи. Хересные винные дрожжи (Sacсharomyces oviformis), способные переокислять спирт в продукты, придающие вину хересный букет, чувствительны к концентрациям спирта выше 15 %. Культивируя исходный штамм дрожжей при постепенном повышении концентрации спирта до 18 %, удалось выделить штамм, способый к образованию хереса в этих условиях.

После завершения спиртового брожения молодое вино хранят в особых условиях, чтобы оно не испортилось. Если вино не предполагается подвергать яблочно-молочнокислому дображиванию, из него удаляют дрожжи, чтобы прекратить брожение.

**36.** В конце 19 века Мечников обратил внимание на важность нормальной деятельности микрофлоры, а в случае нарушения – на необходимость ее восстановления с помощью молочнокислых бактерий Lactobacillus acidophilus, предотвращающих развитие чужеродных микробов. Диетическими свойствами также обладают бактерии рода Bifidobacterium. Кисломолочные продукты, воздействуя на секреторную функцию желудка, возбуждают аппетит и способствуют быстрому выделению ферментов, которые ускоряют процесс переваривания пищи, нормализуют деятельность кишечника и благоприятно воздействуют на нервную систему. Диетические свойства кисломолочных продуктов, кроме того, объясняются их легкой усвояемостью за счет частичного распада белков молока.

Бифидопродукты представляют группу продуктов лечебно-профилактической направленности и относятся эубиотикам. В большинстве бифидопродуктов используются бактерии вида Bifidobacterium bifidum.

- бифидокефир – вырабатывается на цельном или обезжиренном молоке с использованием кефирного грибка и закваски бифидобактерий или бактериального концентрата бифидобактерий;

- бифидойогурт или биойогурт – вырабатывается на цельном молоке с использованием заквасок на ацидофильной или болгарской палочках, термофильном стрептококке и обогащением закваской бифидобактерий или бактериальным концентратом бифидобактерий;

- бифидосметана или биосметана – вырабатывается на сливках с использованием заквасок на молочнокислых бактериях и обогащением закваской или бактериальным концентратом бифидобактерий;

- бифилин – вырабатывается из натурального коровьего молока путем сквашивания чистой культурой бифидобактерий, способных подавлять условно-патогенную микрофлору кишечника.

**37.** Технология производства многих современных мясопродуктов обязательно включает в себя молочнокислое брожение. Они подавляют рост гнилостных микроорганизмов и участвуют в формировании вкуса и аромата готового продукта. В мясопродукты, требующие бактерильной ферментации, обычно добавляют закваску, содержащую специально отобранные штаммы стрептококков, лактобацилл и педиококков.

Для обработки мышечной ткани применяют ферментные препараты животного, растительного и микробного происхождения. Из ферментов **животного** происхождения высокой коллагеназной и эластазной активностью обладает фермент панкреатин, получаемый из поджелудочной железы свиньи. Среди группы ферментов **растительног**о происхождения для обработки мышечной ткани используют папаин, фицин, бромелаин и другие. Например, папаин применяют как размягчитель жесткого мяса. Он используется при со-зреваниия мяса, изготовлении полуфабрикатов, получении гидролизатов. Протеиназы **микробного** происхождения имеют ряд преимуществ по сравнению с другими источниками: неограниченность сырьевой базы, относительно простая технология получения, невысокая стоимость и др. Кроме того, микробные протеиназы, как правило, способны к более глубокой деструкции белков, в том числе многих фибриллярных, а также обладают широким спектром действия на различные субстраты.

**38.** К числу наиболее важных свойств используемых дрожжей относят продуктивность, способность формировать осадок, сбраживать мальтотриозу и т.д. Принимаются во внимание и вкусовые свойства получающегося пива.

Для осуществления спиртового брожения прежде всего необходимо, чтобы в пивоваренном сырье образовался сахар. Традиционным источник – ячмень. Ячменный солод и прочие компоненты измельчают и смешивают с водой при температуре до 67 С. В ходе перемешивания природные ферменты ячменного солода разрушают углеводы зерна. Пивное сусло после гидролиза крахмала содержит мальтозу, глюкозу, мальтотриозу, которые сбраживают сахаромицеты, а также декстрины и мальтотетраозу, которые не используются пивными дрожжами.

Полученное сусло отделяют от нерастворимых остатков. Добавив хмель, его кипятят в медных котлах. В процессе кипячения прекращается ферментативная активность, осаждаются белки из сусла и экстрагируются вкусовые компоненты хмеля. Затем в сусло засевают штамм пивных дрожжей, которые сбраживают сахара в спирт и углекислый газ. По истечении определенного времени брожение заканчивается, дрожжи отделяют от пива и выдерживают его некоторое время для созревания. После фильтрации и других необходимых процедур (пастеризации) пиво готово.