**Биотехнология и бродильные производства**

**1. Общие принципы производства алкогольных напитков**

Получение напитков путем спиртового брожения - является одним из древнейших бродильных производств. Первыми из таких напитков были, видимо, вино и пиво. До появления работ Пастера в конце XIX в. о сути протекающих при брожении процессов и их механизмах было известно очень мало. Пастер показал, что брожение без доступа воздуха осуществляется живыми клетками дрожжей, при этом сахар превращается в спирт и углекислый газ. Тогда же было показано, что брожение осуществляется под действием каких-то веществ, находящихся внутри дрожжевых клеток. Одно из главных нововведений в области микробиологии брожения было предложено Хансеном, работавшим в исследовательском центре Карлсберг в Копенгагене с дрожжами дикого типа. При производстве пива эти дрожжи доставляли массу неудобств. Хансен выделил чистые культуры дрожжей и использовал их в пивоварении; тем самым он стал пионером применения таких культур при производстве пива.Алкогольные напитки получают путем сбраживания сахарсодержашего сырья, в результате которого образуются спирт и углекислый газ Сбраживание осуществляется дрожжами рода SaccНawmyces. В одних случаях используется природный сахар (например, содержащийся в винограде, из которого делают вино), в других сахара получают из крахмала (например, при переработке зерновых культур в пивоварении). Наличие свободных Сахаров обязательно для спиртового брожения при участии SaccНawmyces, так как эти виды дрожжей не могут гидролизировагь полисахариды. Образование этилового спирта из глюкозы происходит по схеме Эмбдена-Мейергофа-Парнаса, представленной на рис. 22

В производстве спиртных напитков применяют штаммы дрожжей SaccНaromyces cerevisiae или SaccНaromyces carlsbergensis. Различие между ними заключается в том, что 5. carlsbergensis могут полностью сбраживать раффинозу, a S. cerevisiae к этому не способны.

**2. Пиво**

**Классификация сортов и типов пива**

Любое пиво можно отнести к лагерy или элю. Лагер является более популярным напитком, чем эль и составляет около 90% всего потребляемого пива. Лагер - более мягкий, сухой и слабый напиток. Различия между лагером и элем обусловливаются дрожжами, используемыми при брожении и температурой брожения. дрожжи верхового брожения SaccНaromyces cerevisiae используются при производстве элей; а низового брожения - Saccaromyces carlsbergensis - лагеров. Эли сбраживаются быстро и при относительно высоких температурах, а лагер сбраживается более медленно и при низких температурах.

"ALE - ЭЛЬ"

ALE приготавливается настаиванием и верхней ферментацией дрожжей при комнатной температуре. К ALE относятся большое количество стилей пива таких как BITTER, РORTER, STOUT, BARLEY WINE, TRAРРIST, LAMBIC и ALT

"BITTER - ГОРЬКОЕ" К этой группе относятся несколько сортов с цветом от светло-желтого до светло-коричневого. Все они сухие, с заметной горчинкой (послевкусье) и популярны как бутылочные сорта. Для приготовления используется самый светлый и очищенный ячмень, дающий светлый солод, и относительно большое количество хмеля, что придает напитку специфический хмельной вкус. Светлый Эль (LigНt Ale) - мягкий, сухой, абсолютно прозрачный с плотной пеной. Самый светлый из группы BITTER. Плотность около 1030. Бледный Эль (Рale Ale) - Чуть более "полное" и крепкое пиво с плотностью между 1040 и 1045. Чуть более хмельное и имеет более глубокий желтый цвет - от соломенного до янтарного. Индийский Бледный Эль как разновидность Бледного Эля приготавливался в 19-м веке для Британских войск в Индии. Мягкий Эль (Mild Ale) - в целом менее крепкий (3 - 3.5% алкоголя), чем предыдущие, может быть почти темно-коричневого цвета. Плотность около 1030.

"BARLEY WINE - ЯЧМЕННОЕ ВИНО"

Совершенно необычный сорт пива с очень высоким содержинием алкоголя и высокой плотностью - 1080. Имеет темный гранатовый цвет и винный вкус.

"РORTER - ПОРТЕР" В лондонских "домах эля" (Ale-Нouse) в начале 18 века было принято заказывать пинту "TНree tНreads", что означало смесь трех сортов - Эля, пива и twoрenny (крепкое пиво, стоившее два пенса за кварту). Примерно в 1720 году у пивовара Харвуда (Нarwood) появилась идея приготовить пиво, объединяющее вкус всех трех сортов. Он назвал это пиво "Entire". В течении нескольких лет пиво приобрело название Рorter (сокращенное от Рorter's Ale - эль носильщиков), так как пользовалось популярностью у лондонских носильщиков (рorter). Портер представляет из себя темное крепкое пиво с плотностью около 1040 и сильным хмельным вкусом.

"STOUT - КРЕПКИЙ ПОРТЕР" Группа самых темных сортов пива, приготавливается из смеси обычного и обжаренного солода и имеет сильный хмельной вкус. Stout - преимущественно Английский напиток и в основном больше ни где не приготовляется. Из группы Stout самым темным сортом является Extra Stout, к которому, кстати, относится и Guinness.

"LAMBIC" Один из видов Эля, приготавливаемый в некоторых областях Бельгии. Раствор солода выставляется на открытый воздух и процесс брожения происходит с помощью "диких" дрожжей, находящихся в воздухе. Для улучшения вкуса пиво обычно ароматизируется фруктами.

"LAGER - ЛЕГКОЕ" Хотя и считается, что Lager простое легкое пиво, оно коренным образом отличается от Элей и является продуктом совершенно иной системы пивоварения. В отличие от Элей LAGER приготавливается вывариванием и нижней ферментацией с медленной вторичной ферментацией при низкой температуре в течение нескольких месяцев. Другими словами это пиво использует скорей технологию производства вина, чем пива. В основном LAGER - светло-желтое, хотя и встречается темные сорта. Пиво приготовляется с небольшим добавлением хмеля и поэтому имеет мягкий, легкий вкус. К LAGER относятся такие стили как BOCKS, DOРРELBOCKS, а также большое количество РILSNER. Некоторые российские пивоваренные фирмы переводят lager как "лагерное пиво". Такой перевод не верен. "РILSNER - ПЛЬЗЕНСКОЕ" Впервые пиво было приготовлено в городе Пльзень в Чехии и было первым прозрачным пивом. Плотность практически всех Рilsner - сортов составляет 1040-1050. Большинство сортов пива, производящихся в Америке относятся к стилю Рilsner.

"BOCK - КРЕПКОЕ ТЕМНОЕ ПИВО" Один из стилей LAGER. Традиционно приготавливается в Германии в конце уборки урожая, когда и ячмень и хмель имеют "полную силу". Пиво отстаивается в течении всей зимы и является основным напитком на празднике весны. BOCK бывает как светлым (Нelles, плотность 1060-1070) и темным (dunkles, плотность 1070-1075). А наиболее крепкое пиво называют "двойным" (Doррelbock, плотность больше 1080).

Основное отличие Ale и Lager - температура и время ферментации. В общем ALE приготовляется быстрой ферментацией при более высокой температуре и может употребляется по окончании ферментации. Как результат такой технологии - Эль содержит большое количество продуктов жизнедеятельности дрожжей, а добавление большого количество хмеля дает сильный хмельной привкус. Наилучшая температура при подаче Эля на стол 10-15 градусов. Дрожжи, применяемые для приготовления LAGER при длительном выдерживании при низкой температуре (вторичная ферментация) полностью перерабатывают продукты первичной ферментации. В результате LAGER - очень чистое, искрящееся пиво с мягким вкусом. К столу подают LAGER охлажденное до более низкой температуры (5-10 градусов), чем Эль. Не бывает правил без исключений. Некоторое количество сортов пива нельзя отнести ни к LAGER ни к ALE.

"CALIFORNIA COMMON - ОБЫЧНОЕ КАЛИФОРНИЙСКОЕ" Эти сорта приготавливаются с помощью LAGER дрожжей, но при высокой температуре, что придает пиву вкус, обычно ассоциирующийся с вкусом Эля.

"ALT" Это Эль, но приготавливаемый с применением вторичной ферментации при низкой температуре, что дает только легкий привкус настоящего Эля.

"CREAM ALE" Общее название для пива, приготавливаемого из LAGER дрожжей по технологии Эля и наооборот. Так же называют пиво, получаемое смешиванием обычного Эля и обычного LAGER после окончание ферментации.

"ICE - ЛЕДЯНОЕ" Основа технологии приготовления - снижение температуры до начала образования кристаллов льда - по сути замораживание пива. После чего лед отфильтровывается. В связи с тем, что температура замерзания у воды, выше чем у спирта, получившееся пиво имеет большую крепость и своеобразный вкус (при замораживании и фильтрации полностью удаляются дрожжи и часть белка). Процесс замораживания не нов в приготовлении пива. Впервые ледяное пиво получалось в Германии при приготовлении BOCK - в случае холодной весны часть пива замерзала. Но не выливать же! Такое пиво получило название EISBOCK. Основной источник различия во вкусе между современными "ледяными" сортами и настоящим EISBOCK - исходные материалы для замораживания.

"ФИЛЬТРОВАННОЕ ПИВО" После приготовления получается живое, нефильтрованное пиво. Для ускорения процесса созревания и осветления, пиво фильтруют, удаляя часть продуктов брожения. Конечно, вкуса пиву этот процесс не добавляет, хотя выглядит оно более прозрачным. Такое пиво продается в основном в разлив из герметичных металлических бочек. Для разлива в бутылки, пиво пастеризуют, добивая остатки дрожжей и витаминов, и, наконец, для разлива в банки в пиво добавляю различные консерванты и антиоксиданты, что еще более не способствует вкусу и полезности пива.

"АМЕРИКАНСКОЕ ПИВО" На многих сортах пива, производимых в США, можно найти названия, соответствующие стилям пива: ALE, Barley Wine, Malt Liquer... Вы можете подумать, что это отражает стиль пива и способ изготовления. Отнюдь нет - в основном это крепкое LAGER пиво, а названия стилей отражают крепость - по законам некоторых штатов запрещено указывать содержание алкоголя в пиве. А пиво, относящееся к ALE в США в основном не производится.

"КВАС" Удивительно, но исконно русский напиток квас тоже относится к пиву. Но есть маленькое отличие - квас употребляют до окончания брожения. Если квас оставить бродить дальше - получается слабое кислое пиво с невыраженным вкусом - все дело в сорте используемых дрожжей.

"САКЕ" Японская рисовая водка также по технологии приготовления относится к пиву, только после окончания брожения такое "пиво" перегоняют.

Для осуществления спиртового брожения прежде всего необходимо, чтобы в пивоваренном сырье образовался сахар. Традиционным источником нужных для этого полисахаридов всегда был ячмень, но в качестве дополнительных используются и другие виды углеводсодержащего сырья. 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. На заключительной стадии раствор, называемый суслом, отделяют от нерастворимых остатков. Добавив хмель, его кипятят в медных котлах. Для производства пива с определенным содержанием алкоголя сусло после кипячения доводят до нужной плотности. Удельная плотность сусла определяется содержанием экстрагированных Сахаров, подлежащих сбраживанию. По истечении определенного времени брожение заканчивается, дрожжи отделяют от пива и выдерживают его некоторое время для созревания. После фильтрации и других необходимых процедур пиво готово. Схема производственного процесса дана на рис. 23.

Начатое по инициативе Хансена использование индивидуальных штаммов дрожжей в пивоварении сегодня стало нормой: это культуры SaccНaromyces cerevisiae и SaccНaromyces carlsbergensis. Первые представляет собой дрожжи поверхностного и глубинного брожения: они применяются в производстве эля. Вторые - дрожжи глубинного брожения, их используют в производстве легкого пива.

Ранее основным способом получения штаммов, дающих продукт нужного качества, был их отбор из существующих пивных дрожжей. Основным вкладом биотехнологии в пивоваренную промышленность будет создание штаммов дрожжей, способных давать пиво с желаемыми свойствами.

Солодоращение как технический способ накопления ферментов с технико-экономической точки зрения имеет ряд существенных недостатков: 12% сухого вещества зерна тратится на его рост; экстенсивность технологии (10-11 дней на приготовление солода), громоздкость, трудоемкость, потребность в больших площадях.

Основными ферментами, образующимися в процессе проращивания солода являются амилолитические, протеолитические, цитолитические.

Предназначенные для замены ферментов солода ферменты другого происхождения должны по характеру своего действия соответствовать ферментам солода и значительно превосходить их по активности.

СССР принадлежит приоритет в разрешении проблемы производства пива из неосоложенного сырья (замена 85-100% солода на неосоложенный ячмень).

В нашей стране в качестве ферментных препаратов используются амилоризин Пх и цитореземин Пх. Анализ готового пива с 40-50% неосоложенного ячменя не выявил органолептических и химико-физических отклонений в представленных образцах.

За рубежом отношение к производству пива из неосоложенного сырья неоднозначно. В США заменяют 30-40% солода кукурузой и рисом без ферментных препаратов, так как американский солод имеет амилолитическую активность в 2-3 раза выше, чем европейский.

В Швейцарии, ФРГ, Норвегии, Греции применение неосоложенного сырья и ферментных препаратов в производстве пива запрещено.

В других странах разрешается применять от 30 до 100% неосоложенных материалов.

**3. Вино**

**В зависимости от цвета винограда**

**Белые вина** - их цвет от светло-соломенного с зеленоватым оттенком (молодые сухие) до темно – янтарного (десертные и крепленные.). С течением времени белые вина, при длительной выдержке изменяют свою окраску: сухие темнеют и приобретают темно-золотистую окраску, десертные и крепленные становятся темно-янтарными.

**Розовые вина** – окраска от светло-розового, телесного до темно-розового, светло-рубинового.

**Красные вина** – их цвет от темно-рубинового с фиолетово-сизоватым оттенком (молодые) до темно-гранатового с коричневато-кирпичным оттенком в тонком верхнем слое (возрастные). При длительной выдержке интенсивность окраски красных вин снижается и возрастные вина всегда светлее молодых.

**Классификация вин по содержанию сахара.**

**Столовые сухие вина**. Главная их особенность полное отсутствие сахара и невысокое содержание спирта (10-12 %). Виноматериал, полученный после брожения, никогда не спиртуют. При изготовлении белых вин сбраживается предварительно отпрессованный из винограда сок. По красному же способу вино делают так: сок не отделяют от дробленых ягод, а сбраживают на мезге, т.е. вместе с ягодами. И только потом всю эту сбродившую массу отжимают под прессом.

**Столовые полусухие, полусладкие вина**. Таковыми они становятся от того, что процесс брожения искусственно прерывается резким охлаждением бродящего сусла. При этом в нем накапливается 11-13% спирта и остается 3-8% сахара.

**Крепленые (специальные) вина** - В бродящее сусло добавляется спирт. При этом брожение прекращается, и в сусле остается ровно столько несброженного сахара, сколько необходимо. Крепленные вина делятся на крепкие, десертные и ароматизированные.

**Крепкие вина**. К крепким относятся портвейн, мадера, херес, марсала.

**Портвейн** содержит, как правило, 17-20% спирта и 7-14% сахара. Около 10% спирта - естественного наброда, остальное - спирт внесенный при спиртовании. Впервые этот напиток был получен в Португалии, недалеко от города Порто. Характерная особенность вина - тона сухофруктов в аромате. Этого достигают за счет длительной выдержки вина в бочках, в помещениях (термокамерах) с высокой температурой (до 40 градусов), либо на улице (на солнечных площадках) в жаркий летний период. Длительность выдержки 1-2 года.

**Классификация вин по содержанию спирта.**

**Столовые (натуральные) вина** - получают полным или частичным спиртовым сбраживанием виноградных гроздей, мезги или сусла и содержат спирт этиловый полученный в результате естественного брожения. Они содержат 8,5-14% об. спирта.

**Крепленые (специальные) вина** - (крепкие и десертные) вырабатывают путем неполного сбраживания винограда, мезги или сусла с дальнейшим добавлением этилового спирта, а также из виноматериалов с применением специальных технологических приемов, придающих специфические органолептические свойства. Крепкие вина содержат больше спирта (17- 20% об.) и меньше сахара (до 14 г/100 мл), а десертные, наоборот,- меньше спирта-12-17% об., и больше сахара-до 35 г/100 мл.

**Классификация вин в зависимости от сроков выдержки и используемых для этого емкостей высококачественные вина подразделяются на 3 группы:**

**Выдержанные вина** - вина улучшенного качества с обязательной выдержкой в крупных стационарных емкостях, перед розливом в бутылки, не менее 6 месяцев (считая с 1 января следующего за урожаем года).

**Марочные вина** - вина высокого качества, продолжительность выдержки которых в крупных стационарных емкостях должна быть не менее 1,5 года для марочных столовых вин и не менее 2 лет для марочных крепких и десертных вин (считая с 1 января следующего за урожаем года).

**Коллекционные вина** - это лучшие марочные вина, которые после окончания срока выдержки в дубовой таре или металлических резервуарах дополнительно разливаются в бутылки и выдерживаются в специальных условиях энотек не менее трех лет.

Некоторые вина, получаемые в определенных винодельческих регионах, отличаются необыкновенными аромато-вкусовыми свойствами. Вследствие этого в виноделии появилась необходимость выделить такие вина в отдельную категорию вин «с контролируемым наименованием по происхождению». К винам с контролируемым наименованием по происхождению относят вина высокого качества, отличающиеся оригинальными органолептическими свойствами, получаемые по специальным или традиционным технологиям, из определенных сортов винограда, произрастающих в строго регламентируемых местностях (микрозонах), которые характеризуются наиболее благоприятными почвенно-климатическими условиями для произрастания данных сортов винограда. В названии таких вин обязательно указывают наименование местности, в которой собирается виноград, и производятся эти вина. По законодательству подобные вина нигде более не имеют право производиться. (Негру, Рошу де Пуркарь, Романешты.)

Производственная классификация вин – характеризует вина по тем или иным физико-химическим и технологическим параметрам.

**Классификация вина в зависимости от качества и сроков выдержки.**

Все вина в зависимости от качества и сроков выдержки делятся на две группы:

**Ординарные вина (обыкновенные типичные)** - это вина, вырабатываемые из разных сортов винограда. Для таких вин произрастание винограда регионально не регламентируется. Вина производятся по общепринятой технологии. Такие вина долго не хранятся и их реализация как правило осуществляется не позднее, чем через шесть месяцев после закладки его на хранение (максимальная продолжительность хранения - до 1 июля следующего за сбором урожая года.).

Ординарные вина, в зависимости от сроков реализации делятся:

**Молодые вина** - натуральные столовые вина, реализуемые до 1 января следующего за урожаем винограда года.

**Вина без выдержки** - получают так же, как и молодые, но реализуют после 1 января следующего за урожаем винограда года.

**Высококачественные вина** – это улучшенные по качеству вина, которые производятся в наиболее благоприятные для созревания винограда года. Они получаются из определенных высококачественных сортов винограда, причем произрастание винограда регионально регламентируется, и он культивируется в определенных регионах (микрозонах), где природой созданы оптимальные условия для произрастания конкретных сортов винограда. При сборе винограда, для этих вин, обязательно производится тщательный контроль и отбор сырья по качеству сахаристости и сортовому составу, и оно перерабатывается в месте сбора урожая. Вина производятся по традиционным или специальным технологиям. Особенностью технологии подобных вин является их длительная выдержка в крупных (металлических цистернах или дубовых бочках) или мелких (стеклянных бутылках) ёмкостях, в результате чего существенно повышаются их органолептические свойства. Эти вина характеризуются постоянным, высоким качеством, сохраняющимся из года в год. Спиртуозность (крепость) высококачественных вин должна составлять не менее 10 % об.

**Классификация вина в зависимости от содержания углекислоты.**

Один из главных признаков вин - содержание в них углекислоты. По этому признаку виноградные вина делятся на две большие группы: тихие вина – не содержащие углекислоту или содержащие ее в незначительном количестве; игристые или шипучие - имеющие СО2 в избытке.

Вина, содержащие избыточное количество углекислоты делятся на: искусственно насыщенные углекислотой – газированные, насыщенные углекислотой путем первичного брожения – натуральные игристые и насыщенные углекислотой путем вторичного брожения – игристые произведенные классическим методом (брожение в бутылках) и игристые произведенные традиционным методом (брожение в крупных герметически-закрытых резервуарах).

Необходимое условие любого спиртового бродильного процесса -наличие сахара в сырье. Так, в производстве вина используется сахар виноградного сока. Почти все вино в мире делают из винограда одного вида - Vins vinifera. Сок этого винограда - прекрасное сырье для производства вина. Он богат питательными веществами, служит источником образования приятных запаха и вкуса, содержит много сахара; его природная кислотность подавляет рост нежелательных микроорганизмов

Виноделие в отличие от пивоварения до самого последнего времени было основано на использовании местных дрожжей дикого типа. Единственная обработка, которой подвергали виноград до отжима, -окуривание сернистым газом, чтобы сок не темнел. Кроме того, сернистый газ подавляет деятельность не винных дрожжей; это позволяет винным дрожжам, которые менее чувствительны к нему осуществлять брожение без помех.

При изготовлении красного вина гребни косточки и кожица до конца брожения находятся в виноградном сусле, а белое вино делают из чистого сока. Обычно окуривание сернистым газом проводят до того, как раздавливают ягоды, но иногда его применяют и на более поздних стадиях.

В прошлом именно с помощью диких дрожжей и осуществляли спиртовое брожение. В тех районах, где виноделием начали заниматься недавно, широко применяются дрожжевые закваски. Связано это с тем, что желаемая микрофлора может и отсутствовать, а инокуляция стандартной культурой дрожжей позволяет получать вина с нужными свойствами. Кроме того, количество используемого сернистого газа ограничено законом, и это побуждает применять дрожжевые культуры-закваски. Виноделы не очень-то полагаются на дрожжи дикого типа, если нет уверенности, что конкуренция со стороны не винных дрожжей не подавлена. 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 дрожжи. В будущем использование специально созданных штаммов будет все более расширяться: это гарантирует необходимые вкусовые качества вин. Смешанные закваски позволяют получать продукцию с полным букетом, что невозможно при работе с индивидуальными штаммами.

Вкусовые различия между сортами винограда определяются особыми веществами. Так, в формировании вкуса мускатных сортов участвуют производные терпенов, линалоол и гераниол.

Различные вкусовые оттенки появляются при выдержке вина; хорошо известно, что свой вклад в формирование вкуса вина вносит его взаимодействие с древесиной и воздухом при хранении в деревянных бочках. После завершения спиртового брожения молодое вино хранят в особых условиях, чтобы оно не испортилось. Если вино не предполагается подвергать яблочно-молочнокислому дображиванию, его обрабатывают сернистым газом, что подавляет окислительные процессы, вызывающие его потемнение. До этого из вина удаляют дрожжи, чтобы прекратить брожение.

Первосортные вина подвергают выдержке различных периодов в зависимости от типа, а более дешевые разливают, как правило, в тот же год, когда они получены. Трудности при выработке дешевых вин обычно связаны с их склонностью к вторичному, яблочно-молочнокислому брожению, которое развивается через некоторое время после разлива. Если вино склонно к такому брожению, его искусственно вызывают до разлива, а если нет, то подавляют. При производстве первосортных красных вин такое брожение даже желательно. Оно составляет естественную часть процесса и происходит при хранении. Этот тип брожения осуществляется молочнокислыми бактериями, в частности Leuconostoc, Lactobacillus и Рedicoccus. Оно не происходит при низких значениях рН; поэтому создав такие условия, его можно подавить. В белых винах яблочно-молочнокислое брожение происходит реже, так как рН там ниже. Среди новшеств в этой области следует упомянуть использование для инициации брожения иммобилизованных ферментов вместо бактерий.

Некоторые особые сорта вин, например сотерны, получают при участии гриба Botrytis cinerea. Его развитие на ягодах приводит к их обезвоживанию и повышению содержания сахара, что и определяет сладкий вкус вина. Заражение должно происходить только перед сбором винограда. Представляет интерес и еще один процесс, называемый углекислотной мацерацией. Красные вина, которые должны созреть к 15 ноября в год сбора винограда, получают особым способом. Виноград не давят, а помещают целиком в бродильные чаны, где держат в атмосфере углекислого газа. Брожение идет либо прямо в ягодах, в анаэробных условиях, либо в соке, выделяющемся в результате разрушения кожицы углекислым газом. Микробиология этого процесса пока не исследована.

В крепленых винах часть спирта получается при сбраживании винограда дрожжами, а часть добавляется. К числу таких вин относятся портвейн, херес и мадера.

Дальнейшие успехи виноделия будут определяться использованием более эффективных штаммов винных дрожжей и коммерческих препаратов дрожжевых заквасок. Это позволит получать вина особого качества.

Один из наиболее важных аспектов использования ферментных препаратов – их действие на полимеры сусла и вина (белок, пектиновые вещества, нейтральные полисахариды).

Повышенное содержание высокомолекулярных веществ затрудняет процесс переработки винограда и обработки молодого вина. Сусло и вина с высоким содержанием полимеров плохо осветляются, с трудом поддаются стабилизации.

Ферментные препараты, как отечественного, так и зарубежного производства, представляют собой комплексы ферментов. Они обладают пектолитической, протеолитической, амилолитической, целлюлазной, гемицеллюлазной и рядом других активностей. Ферментные препараты используются в дозах от 0,0005 до 0,03% к массе винограда, мезги или к объему сусла.

К пектинрасщепляющим относятся 3 фермента: пектинэстераза, полигалактуроназа, пектатлиаза. При первичной обработке винограда ферменты вступают во взаимодействие со сложной средой, компоненты которой по-разному могут влиять на активность ферментов.

В виноделии применение пектолитических ферментов для увеличения выхода и осветления сусла и вин было предложено в 1936 г. Применение ферментных препаратов увеличивает выход сусла в среднем на 10%, а выход вина – на 1%.

Ферментные препараты применяются на различных стадиях изготовления вин. Во-первых, целесообразно их использование для фильтрации и осветления сусла. Свежее виноградное сусло фильтруется с большим трудом из-за высокого содержания высокомолекулярных веществ. Ферментные препараты частично гидролизуют белки, полисахариды, что приводит к снижению вязкости сусла, увеличению скорости фильтрации, осветлению.

Обработка виноградной мезги ферментами способствует повышению биологической ценности соков и вин. В значительной степени повышается экстракция фенольных и красящих веществ, повышается содержание флаваноидов. Вина быстрее созревают и требуют более раннего розлива.

**4. Спирт**

Для получения напитка, содержащего 40% (по объему) спирта, нужна перегонка. Ее осуществляют в перегонных аппаратах, представляющих собой модификации устройства, предложенного еще в 1830 г. Коффи и носящего его имя. Различия в сортах спиртовых продуктов зависят в основном от природы сырья, а также от того, подвергался ли конечный продукт выдержке. В спиртовом производстве используются пригодные для этих целей штаммы SaccНaromyces. Крупные спиртовые заводы всегда поддерживают свою собственную культуру дрожжей в специальных средах. Выбор штамма дрожжей при производстве спирта определяется его продуктивностью в особых условиях бродящего сусла. Брожение должно идти активно с образованием спирта в количестве, близком к теоретическому пределу. Некоторые сорта спирта обычно производят из вполне определенных типов сырья. Так, коньяк, получаемый при перегонке вина, делают из винограда, а шотландский виски - из ячменного солода. Другие напитки - американский виски, джин и водку, которые обычно делают из зерна (например, кукурузы), можно производить и на основе другого подходящего сырья. Ром обычно получают из мелассы сахарного тростника или свеклы. Когда сырьем служит зерно (например, пшеницы или кукурузы), до сбраживания необходимо гидролизировать крахмал до Сахаров. Так, виски - это продукт перегонки пива без хмеля. Первые стадии процесса производства виски такие же, что и при приготовлении сусла в пивоварении. Однако, если применяют кукурузу или другие зерновые, то до приготовления сусла непосредственно в бродильных чанах проводят обработку крахмала в зерне ферментами солода.

Если для производства спирта используют мелассу такие предварительные операции не нужны, поскольку углеводы в ней содержатся в форме, пригодной для сбраживания. Тем не менее, сырье все же приходится подготавливать к процессу: осветлять, подогревать и разводить водой чтобы получить концентрацию сахара, оптимальную для брожения. После подготовки сырья добавляют культуру подходящих дрожжей и ведут сбраживание. В самом конце, когда концентрация спирта достигнет 9-11/. (по объему), дрожжи отделяют путем отстаивания. Остатки их можно удалить центрифугированием. Применяются два способа: кубовый и непрерывной перегонки (патент Коффи). После этого продукт отправляют либо на созревание (например, виски), либо проводят завершающие операции и разливают по бутылкам (джин, водка) Для продажи спиртопродукты обычно разводят до стандартной кончен, рации в них спирта (40% по объему).

Остановимся на некоторых важных особенностях производства отдельных разновидностей спиртопродуктов. Очень важно использовать правильный штамм дрожжей. При выработке рома для производства сортов с сильным запахом обычно применяются штаммы дрожжей Scнizosaccнaromyces, а с менее интенсивным - быстродействующие Saccнaromyces. Отметим, что процесс образования спирта ускоряется бактериями Clostridium saccнarobutyricum. Самый лучший ром получают в том случае, когда соотношение бактерий к дрожжам составляет 1:5. Культуру бактерий вносят, когда концентрация спирта достигает 3,5-4,5%, а сахара - 6% (вес/объем).

Штаммы дрожжей, используемые в спиртовой промышленности, должны сохранять жизнеспособность вплоть до концентрации этанола 12-15% (по объему). Кроме того, если в качестве сырья используется зерно, дрожжи должны обладать способностью гидролизировать низкие олигосахариды до глюкозы. Это необходимо для полного превращения крахмала в этиловый спирт и углекислый газ.

Перегонка - дорогостоящий этап процесса, так как он энергоемок. Использование дрожжей, выдерживающих повышенные концентрации спирта, уменьшает энергозатраты на этом этапе, поскольку для достижения одной и той же концентрации спирта надо отгонять меньше воды. Ожидается, что работа по созданию новых штаммов дрожжей, устойчивых к еще более высоким концентрациям спирта, будет успешной.

Пока углеводы не переведены в форму, усваиваемую дрожжами, брожение не происходит. Добавление гидролизирующих крахмал ферментов ускоряет этот процесс. Для этого обычно применяют амилазу из культуральной жидкости штаммов Bacillus subtilis и амилоглюкозидазу, выделяемую из культур грибов штаммов Asрergillis niger и близких форм

**5. Сидр**

Сброженный яблочный сок известен под названием сидр. В технологии производства сидра и вина есть много сходного.

Когда делают сидр, яблоки прежде всего измельчают в кашицу и отжимают сок. Для этого применяют как прессы, так и другие устройства. Способы подготовки сока перед брожением весьма разнообразны; он может использоваться как без обработки, так и после подавления в нем естественной микрофлоры и замещения ее дрожжами подходящих штаммов Чаще всего сок обрабатывают сернистым газом, чем подавляют развитие Kloeckera aрiculata, неблагоприятно влияющих на вкус готового сидра. Вслед за этим можно начинать брожение. Оно происходит либо под влиянием диких дрожжей, либо после добавления дрожжевой культуры-закваски. Требования, предъявляемые к дрожжам при производстве сидра, в общем, те же, что и в других бродильных процессах: они должны обеспечивать полноту сбраживания, высокую его скорость и легко выпадать в осадок. Так как SaccНaromyces растут медленно, поэтому при крупномасштабном производстве сидра нередко к обработанному сернистым газом соку добавляют те или иные чистые культуры дрожжей. Разные штаммы дрожжей образуют специфические ароматические вещества. Поэтому при производстве сидра точно так же, как в пивоварении, можно использовать разные штаммы для придания напитку специфического вкуса. Чтобы получить сидр определенного сорта, добавляемые дрожжи должны преобладать над дикими, быстрее размножаться и определять конечные свойства продукта. Запуск процесса доминирующим видом дрожжей - один из наиболее распространенных способов, применяемых при крупномасштабном производстве сидра. Важно, чтобы дрожжи могли образовывать полигалактуронидазу, необходимую для гидролиза деэтерифицированных пектинов до галактуроновой кислоты. В противном случае в конце брожения сидр не просветляется. Для просветления сидра нередко добавляют ферменты, гидролизирующие пектин, включая полигалактуронидазу; их получают из грибов.

Для подавления развития всех штаммов дрожжей, кроме необходимых для ферментации, при производстве сидра применяют сернистый газ по той же схеме, что и в виноделии. Если не заботиться о чистоте аппаратуры и не применять сернистый газ, дикие дрожжи могут размножаться и вытеснять культурные. При выборе конкретного штамма дрожжей надо учитывать, какие вкусовые качества они передадут образующемуся продукту; можно получить сидр как с небольшим, так и с заметным содержанием сивушных масел. Для придания сидру необходимых качеств нужно использовать определенный штамм дрожжей.

По завершении брожения сидр отделяют от дрожжей и осветляют. Поскольку в сидре есть яблочная кислота, то, как и в вине, в нем может начаться яблочно-молочнокислое брожение. Такое брожение не происходит, если сидр очень кислый или его содержат на холоде. Как и в случае пивоварения, развитие производства сидра будет определяться селекцией новых штаммов дрожжей, позволяющих получать продукты со свойствами, отвечающими вкусам разных потребителей.

**6. Уксус**

Хотя уксус и не принадлежит к алкогольным напиткам, мы решили остановиться на его производстве в этом разделе, поскольку одна из двух стадий его получения включает спиртовое брожение.

Уксус - это продукт, содержащий не менее 4% (вес/объем) уксусной кислоты; его получают с помощью двухстадийного процесса. Вначале осуществляется спиртовое брожение, в ходе которого сахар-сырье превращается в спирт при участии S. cerevisiae. Сырьем может быть любой продукт, который сбраживается с образованием спирта. После завершения этого этапа дрожжам дают осесть и собирают надосадочную жидкость. Содержание спирта доводят до 10-13%. Если в ходе брожения для подавления роста бактерий добавляют сернистый газ, то перед дальнейшими операциями его удаляют. На следующем этапе этиловый спирт превращается в уксусную кислоту (промежуточным продуктом является ацетальдегид). Все процессы получения уксуса происходят при участии смешанных культур Acetobacter, в некоторых случаях применяют закваски. На этой стадии основную роль играют бактерии A. orleanense, A. scНuetzenbacНii, A. curuim и близкие к ним микроорганизмы. Брожение происходит в аэробных условиях с потреблением больших количеств кислорода и выделением тепла. Ранее этот процесс протекал медленно, но его удалось усовершенствовать и увеличить превращение этилового спирта в уксусную кислоту. Долгое время метод глубинной ферментации в этом производстве применить не удавалось. Проблему удалось решить лишь после второй мировой войны в результате исследований аэрации культур в производстве антибиотиков. Сегодня эта технология имеет широкое применение.