

Е. С. БЕЛОКУРОВА, О. Б. ИВАНЧЕНКО

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Учебное пособие



• САНКТ-ПЕТЕРБУРГ •
• МОСКВА • КРАСНОДАР •
• 2019 •

УДК 663
ББК 36.87я73
Б 43

Белокурова Е. С., Иванченко О. Б.

Б 43 Биотехнология продуктов растительного происхождения:
Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2019. —
232 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-3630-9

В учебном пособии изложены теоретические основы и раскрыты особенности протекания биотехнологических процессов при производстве пищевых продуктов из растительного сырья. В пособии представлен биохимический состав основного растительного сырья, используемого в пищевой и перерабатывающей промышленности. Даны технологические схемы его переработки. Описаны процессы, происходящие при биоконверсии сырья под действием ферментов. Представлены различные виды микроорганизмов, используемых в бродильных производствах, и способы их культивирования. Подробно рассмотрены требования нормативно-технической документации, предъявляемые к сырью и готовой продукции, полученной биотехнологическими методами.

Учебное пособие предназначено для бакалавров и магистров высших учебных заведений, обучающихся по направлению УГСН «Промышленная экология и биотехнологии», также может быть полезно аспирантам, инженерно-техническим и научным работникам.

УДК 663
ББК 36.87я73

Рецензенты:

П. Е. БАЛАНОВ — кандидат технических наук, доцент факультета пищевых биотехнологий и инженерии Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики;

С. М. МАЛЮТЕНКОВА — кандидат технических наук, доцент Института промышленного менеджмента, экономики и торговли Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Обложка

Е. А. ВЛАСОВА

- © Издательство «Лань», 2019
- © Е. С. Белокурова,
О. Б. Иванченко, 2019
- © Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2019

ВВЕДЕНИЕ

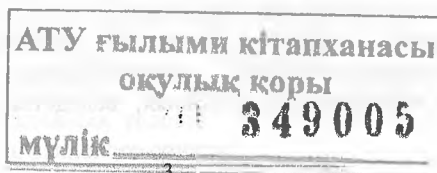
Варить пиво, готовить вино и квас люди начали давно, но о сути протекающих при брожении процессов и их механизмах было известно очень мало. В конце XIX в. французский учёный Луи Пастер много занимался изучением различных видов брожений и написал свой знаменитый труд «Исследования о брожениях», в котором показал, что в основе всех видов брожения лежит деятельность микроорганизмов, специфических для каждого процесса. Это послужило началом для развития промышленной биотехнологии.

После Луи Пастера одно из главных нововведений в области микробиологии брожения было предложено Хансенем, работавшим в исследовательском центре Карлсберг в Копенгагене с дрожжами дикого типа. При промышленном производстве пива такие дрожжи доставляли массу неудобств. Хансен стал первым, кто выделил чистые культуры дрожжей и использовал их в пивоварении. После его плучных исследований для производства пива стали использовать чистые культуры дрожжей.

В настоящее время различные виды брожений: спиртовое, молочно-кислое, уксусно-кислое, масляно-кислое и другие широко используются в пищевой и биотехнологической промышленности при получении пищевых продуктов и биологически активных добавок.

В учебном пособии дана общая характеристика различных видов брожения и микроорганизмов, которые используются в бродильных производствах. Рассказано о способах культивирования микроорганизмов. Основное внимание уделено процессу спиртового брожения и его промышленному использованию. Дана характеристика растительного сырья, используемого в промышленности при получении различных продуктов брожения. Приведены технологические схемы производства различных продуктов, получаемых при спиртовом брожении, таких как пиво, вино, квас.

Для закрепления и лучшего усвоения изучаемого материала в конце каждого раздела приведены контрольные вопросы.



1. ОСНОВЫ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

1.1. Общая характеристика брожения.

Виды брожения

Технология бродильных производств — наука о методах и процессах переработки различных видов сырья в продукты брожения.

Бродильные производства основаны на жизнедеятельности различных микроорганизмов. Эти производства очень разнообразны и процессы, положенные в их основу, связаны с различными разделами биохимии.

В основе жизнедеятельности живой клетки микроорганизма лежит сложная совокупность превращений веществ и энергии.

Брожение в широком смысле слова можно определить как процесс обмена веществ. Это важнейшее специфическое свойство, характеризующее жизнедеятельность микроорганизма. Обмен веществ складывается из двух противоположных процессов: с одной стороны в клетке микроорганизма постоянно идут процессы распада (энергетический обмен) составных частей протоплазмы (диссимиляция), с другой стороны — восстановление (пластический обмен) химического состава клетки за счет веществ, поступающих из внешней питательной среды (ассимиляция). Они между собой взаимосвязаны. При этом образуются различные продукты обмена веществ: этиловый спирт, органические кислоты, CO_2 , метан, водород, ацетон и др.

Различают два типа брожения: анаэробное и аэробное.

К первому типу относятся спиртовое, ацетоно-бутиловое и молочнокислое брожение.

Второй тип получил название окислительного брожения. Жизнедеятельность микроорганизмов в этом случае связана с использованием молекулярного O_2 , в соответствии с чем и конечные продукты получаются окисленными (лимонная, глюконовая или уксусная кислота).

1.2. Микроорганизмы бродильных производств

Брожение может осуществляться различными микроорганизмами: дрожжами, бактериями, плесневыми грибами.

В промышленной биотехнологии обычно используются чистые культуры микроорганизмов-продуцентов, так как это позволяет получить продукт с заранее известными свойствами. Применяются *штаммы* микроорганизмов — микроорганизмы одного вида, выращенные в определенных условиях, вследствие чего обладающие

определенными свойствами, которые отличаются от других чистых культур данного вида.

Не все микроорганизмы могут быть использованы в промышленных условиях, а лишь *микроорганизмы-продуценты*, обладающие способностью под воздействием внешних факторов (состава питательной среды, условий культивирования, температуры, рН среды и т. д.) образовывать в больших количествах преимущественно то соединение, которое является главным (целевым) продуктом данного производства.

Из более чем 100 тыс. известных микроорганизмов в промышленности применяются всего несколько сотен видов, так как промышленный штамм должен отвечать ряду строгих требований:

- 1) расти на дешевых субстратах (питательных средах);
- 2) обладать высокой скоростью роста или давать высокий выход продукта за короткое время;
- 3) проявлять высокую синтетическую активность в сторону заданного продукта; образование побочных продуктов должно быть низким;
- 4) быть стабильным в отношении продуктивности и к требованиям условий культивирования;
- 5) быть устойчивым к фаговым и другим типам инфекций;
- 6) быть безвредным для людей и окружающей среды;
- 7) при использовании в промышленном производстве желательны использовать термофильные, ацидофильные (или алкофильные) штаммы микроорганизмов, поскольку с ними легче поддерживать стерильность в производстве;
- 8) интерес представляют анаэробные штаммы, так как аэробные создают трудности при культивировании — требуют аэрирования;
- 9) образуемый продукт должен иметь экономическую ценность и легко выделяться.

В настоящее время в пищевой и биотехнологической промышленности широко используются штаммы 3 групп микроорганизмов:

- дрожжи;
- бактерии;
- мицелиальные грибы.

В зависимости от типа используемых микроорганизмов все бродильные производства разделяют на три основные группы:

1 группа — это производства, основанные на использовании жизнедеятельности дрожжей. В их основе лежит процесс спиртового брожения. В промышленных условиях используется при производстве пива, вина, кваса, этилового спирта;

2 группа — это производства, основанные на использовании жизнедеятельности бактерий, таких как *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*. В промышленности применяется при производстве кисло-молочных продуктов: простокваша, ряженка, кефир, творог, сметана, ацидофилин, йогурт; при производстве органических кислот: молочной, уксусной и масляной;

3 группа — это производства, основанные на использовании жизнедеятельности плесневых грибов. В промышленности применяется при производстве ферментов, витаминов, антибиотиков и некоторых кислот: лимонной, глюконовой, итаконовой, фумаровой.

1.3. Параметры кривой роста микроорганизмов и получение целевого продукта

При промышленном производстве необходимы большие количества микроорганизмов, поэтому для использования в производственных условиях микроорганизмы выращивают. На начальном этапе выращивают микроорганизмы в лабораторных условиях, а затем продолжают этот процесс в отделениях чистой культуры. Процесс выращивания микроорганизмов называется культивированием.

Культивирование (выращивание) микроорганизмов может быть периодическим и непрерывным. При периодическом культивировании микроорганизмы проходят ряд характерных стадий (фаз) развития, закономерно сменяющих одна другую в определенной последовательности.

Кривая роста микроорганизмов при периодическом культивировании изображена на рисунке 1. При росте микробной культуры в статической (периодической) различают пять основных стадий: лаг-фазу (или начальную фазу развития), экспоненциальную (или логарифмическую фазу), фазу замедленного роста, стационарную фазу и фазу отмирания.

Продолжительность протекания этих стадий зависит от следующих факторов:

- вида выращиваемых микроорганизмов (бактерии, дрожжи или мицелиальные грибы);
- физиологического состояния клеток используемых микроорганизмов;
- влияния факторов внешней среды (состава питательной среды, рН, температуры).

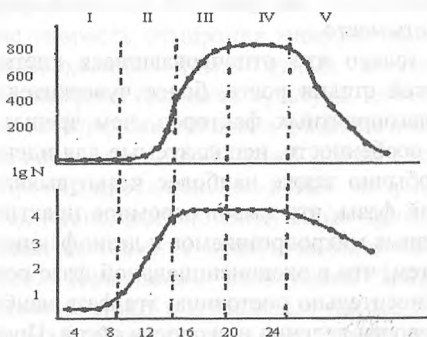


Рис. 1

Фазы роста микробной культуры при периодическом культивировании I — лаг-фаза; II — экспоненциальная (логарифмическая) фаза; III — фаза замедленного роста; IV — стационарная фаза; V — фаза отмирания.

Лаг-фаза (начальная)

В этой фазе происходит процесс приспособления микроорганизмов к новой среде и окружающим условиям. На этой стадии микробная клетка потребляет питательные вещества и активно растёт, увеличиваясь в массе и в объёме. Увеличения количества микроорганизмов в этой фазе не происходит. Продолжительность фазы зависит в основном от состава питательной среды условий культивирования. Длительность лаг-фазы у одних микроорганизмов в благоприятной среде измеряется минутами, у других — часами.

Экспоненциальная фаза

Это фаза интенсивного размножения. В этой стадии клетки размножаются с максимальной для данной культуры скоростью, количество микроорганизмов увеличивается в геометрической прогрессии. Интенсивность деления клеток колеблется в довольно широких пределах в зависимости от вида микроорганизмов и условий роста. В отдельных случаях удвоение числа клеток происходит каждые 20–30 мин.

Если бы эта фаза продолжалась непрерывно, то за несколько часов культура превратилась бы в плотную массу. В экспоненциальной фазе большинство клеток микроорганизмов являются физиологически молодыми и биологически активными. Если такую культуру перенести в другой сосуд, содержащий такой же питательный субстрат, то скорость роста микробов в новой культуре будет такой же, как и в экспоненциальной фазе, — никакой лаг-фазы не будет наблюдаться. Если же пересев культуры производится в любой другой фазе цикла,

кроме экспоненциальной, лаг-фаза той или иной продолжительности всегда будет иметь место.

Молодые, только что отпочковавшиеся клетки, находящиеся в логарифмической стадии роста, более чувствительны к действию различных неблагоприятных факторов, чем зрелые и покоящиеся. Биохимические особенности, используемые для идентификации микроорганизмов, обычно также наиболее четко выявляются во время логарифмической фазы, что имеет огромное практическое значение для отбора полезных микроорганизмов и дезинфекции.

В связи с тем, что в экспоненциальной фазе роста скорость деления клеток относительно постоянна, эта фаза наиболее удобна для определения скорости деления и скорости роста. При изучении влияния факторов среды (рН, окислительно-восстановительного потенциала, температуры, аэрации и т. п.), а также пригодности различных субстратов следят за увеличением числа клеток или за экстинкцией — условным показателем, характеризующим мутность клеточной суспензии во время экспоненциального роста. Экспоненциальная фаза постепенно переходит в фазу замедленного роста.

Фаза замедленного роста

В этой фазе при общем нарастании числа клеток начинает увеличиваться продолжительность генерации, т. е. скорость размножения популяции постепенно снижается. Это объясняется тем, что через несколько часов после начала логарифмической фазы роста в питательной среде создаются неблагоприятные условия для размножения микроорганизмов: уменьшается концентрация питательных веществ и некоторых необходимых соединений в среде, изменяется рН, часть клеток переходит в состояние покоя и гибнет вследствие различных причин. Интенсивность деления клеток снижается, а гибель клеток возрастает, рост числа живых клеток происходит все медленнее.

Стационарная фаза

Эта фаза наступает тогда, когда число клеток в популяции перестаёт увеличиваться. Число вновь образующихся и число погибающих или переходящих в стадию покоя клеток приблизительно одинаково. На протяжении этой фазы численность популяции не изменяется, скорость размножения равна скорости отмирания.

Число клеток в единице объема в стационарной фазе максимальное, их размеры становятся близкими к размерам в исходном посевном материале. Это максимальное значение числа клеток является важным характерным признаком каждого микроорганизма и зависит от внешних условий.

Фаза отмирания

В этой фазе скорость отмирания микроорганизмов превышает скорость их размножения. Число живых клеток уменьшается. Уменьшается и суммарная биомасса культуры из-за начавшегося автолиза. Отмечаются морфологические и физиологические изменения, появляются инволюционные (необычные) формы клеток. Фаза отмирания является прямой противоположностью логарифмической фазе. Отмирание клеток происходит по следующим причинам: истощение питательной среды, накопление продуктов метаболизма, многие из которых обладают токсичными свойствами. Например, дрожжи накапливают этиловый спирт и углекислый газ; молочно-кислые бактерии накапливают молочную кислоту, изменяется уровень pH, который становится неблагоприятным для многих микроорганизмов.

Если в логарифмической фазе скорость размножения достигает максимума, то в фазе отмирания достигает максимума скорость отмирания, численность микроорганизмов быстро снижается, в живых остается небольшая часть клеток.

Таким образом, в различных стадиях развития культур микроорганизмов изменяется скорость роста их клеток. Одновременно со скоростью роста изменяется и физиологическая активность микроорганизмов. Быстрорастущие клетки потребляют питательные вещества и образуют продукты обмена гораздо быстрее, чем клетки, рост которых начал замедляться. Первые более отзывчивы на воздействия среды: они легче синтезируют адаптивные ферменты и обладают меньшей устойчивостью к неблагоприятным внешним факторам (повышенной температуре, осмотическому давлению, ядовитым веществам и др.).

В процессе роста культуры происходят также изменения ферментного аппарата клеток. В связи с этим некоторые биохимические свойства клеток проявляются в период быстрого роста, другие же, наоборот, в период его замедления и отмирания.

Определение фаз и стадий развития микробной популяции в питательной среде в условиях периодичной культуры имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение. Так, определяя режимы хранения микробов, рекомендуется использовать культуры в конце фазы логарифмического роста, поскольку они обладают наибольшей жизнеспособностью. Для изготовления вакцин, диагностикумов и любых антигенов используют микробные культуры на определенной фазе кривой роста.

Изучение процесса развития микробной популяции в периодической системе культивирования фактически является началом науч-

но-практической работы по микробиологическому синтезу тех или иных продуктов. С этой целью определяется динамика накопления биомассы, или целевого продукта метаболизма, а так же потребление исходного основного сырья (субстрата). Для этого периодически берут пробы из развивающейся культуры с частотой, обеспечивающей возможность установления основных фаз развития микробной популяции. Заканчивают исследования после прекращения роста микробной культуры и максимального накопления целевого продукта. Если при сравнении параметров кривых роста между числом микроорганизмов (или их биомассой) и накоплением целевого продукта имеется прямая связь, то это свидетельствует о результате биосинтеза его в экспоненционную фазу. Такой продукт микробного метаболизма называют первичным. При отсутствии такой корреляции целевой продукт обычно синтезируется в стационарной фазе и фазе отмирания, т. е. рост микробов заторможен и выросшая биомасса может еще перерабатывать оставшийся неиспользованный субстрат. Этот продукт относят ко второй фазе, а сам процесс синтеза его нередко имеет катаболитический характер и связан с возникновением экстремальных условий для микробной популяции. Но иногда целевой продукт второй фазы начинает синтезироваться еще в лаг-фазе, так что подразделение процессов на одно- и двухфазные не носит абсолютного характера.

Наличие вторичных продуктов (метаболитов) в отличие от первичных в большинстве своем для жизни микроба-продуцента необходимо. Типичными продуктами второй фазы роста культур являются антибиотики. Вторичными могут быть и продукты энергетического метаболизма. Например, у некоторых бродильных микроорганизмов продуктами первичного метаболизма углеводов часто являются органические кислоты, но при ингибировании роста, создающимися условиями среды, вместо них образуются нейтральные вещества — спирты, кетоны, являющиеся часто целевыми продуктами. Такая двухразность брожения была открыта В. Н. Шапошниковым и распространена затем на другие процессы микробного биосинтеза. Во вторую фазу может осуществляться и сверхсинтез продуктов первой фазы (например, витаминов). При культивировании микроорганизмов, с какой бы целью оно не проводилось, важным является определение таких характеристик, как эффективность или скорость роста, и экономический коэффициент культивирования, или выход биомассы. Скорость роста характеризуется чаще всего удельной скоростью роста, обозначаемой M . Удельная скорость роста (μ) — отношение чис-

ла или веса (в граммах) образовавшихся за единицу времени клеток к общему числу или весу (в граммах) клеток. Обычно μ выражают в доле прироста за 1 ч.

1.4. Способы культивирования микроорганизмов

В промышленности может применяться как периодическое, так и непрерывное выращивание микроорганизмов.

При периодическом методе культивирования микроорганизмов весь объем питательной среды загружают в аппарат сразу, добавляют посевной материал и при оптимальных условиях продолжают процесс до тех пор, пока не накопится нужное количество биомассы микроорганизмов или продуктов их жизнедеятельности — метаболитов.

В ходе периодического культивирования микроорганизмы находятся в постоянно изменяющихся условиях: при этом уменьшается концентрация питательных веществ, но увеличивается содержание продуктов метаболизма. Так, в экспоненциальной фазе роста микроорганизмов питательные вещества среды быстро истощаются и происходит накопление продуктов метаболизма, в результате чего культура переходит в стационарную фазу. Таким образом, при периодическом методе изменяются темп роста, морфология и физиология культивируемого микроорганизма. Циклический ход операций, сменные технологические режимы затрудняют контроль и регулирование процесса при промышленном производстве.

Данные трудности устраняются при непрерывном культивировании микроорганизмов. Методы непрерывного культивирования разработали С. В. Лебедев, А. А. Андреев, Н. Д. Иерусалимский и другие ученые. При непрерывном культивировании используются непрерывно обновляемые питательные среды. Из непрерывных методов лучше всего разработан так называемый метод глубинной ферментации. Характерным для этого метода является то, что клетки микроорганизмов суспендированы в питательной среде и находятся во взвешенном состоянии. При этом методе в ферментатор с культурой микроорганизма-продуцента непрерывным потоком поступает свежая питательная среда, а из него непрерывно вытекает готовая культуральная жидкость вместе с клетками введенной культуры микроорганизма.

При непрерывном культивировании можно задержать культуру на любой стадии развития и заставить клетки непрерывно размножаться с соответствующей скоростью по экспоненциальному закону.

Методом непрерывного культивирования широко пользуются при лабораторных исследованиях, на стендовых и полужаководских установках, а также на ряде заводов различных отраслей промышленности (пищевой, микробиологической, медицинской).

В лабораторных и стендовых исследованиях для непрерывного культивирования микроорганизмов применяют два различных типа аппаратов: турбидостат и хемостат. Каждый из них имеет сосуд — культиватор, в котором объем жидкости сохраняется постоянным с помощью специального дозатора. Содержимое сосуда аэрируется (исключая случаи с анаэробными культурами). Благодаря аэрации и механическому перемешиванию в культиваторе создаются оптимальные условия для снабжения кислородом и более быстрого и равномерного распределения питательных веществ, поступающих с новыми порциями раствора. По мере поступления в культиватор питательной среды из культиватора вытекает культуральная жидкость. Оба аппарата различаются способом, с помощью которого контролируется рост культур.

Для поддержания культуры в состоянии максимальной скорости роста применяется турбидостат, т. е. аппарат, в котором подача питательной среды регулируется в зависимости от количества биомассы. При использовании турбидостата задается постоянная плотность микробной популяции, или постоянная мутность микробной суспензии, и соответствующая скорость разбавления устанавливается автоматически, посредством регулирующего устройства. Фотоэлемент, измеряющий мутность, через систему реле регулирует поступление свежего питательного раствора в сосуд — культиватор. Как только плотность популяции отклонится от заданного уровня, приток среды соответственно ускоряется или замедляется.

В хемостате задается определенная скорость протока свежей питательной среды. Здесь плотность биомассы устанавливается в зависимости от концентрации лимитирующего вещества в культуральной жидкости.

Наиболее устойчиво работает хемостат в пределах скоростей протока, малых по сравнению с максимальной удельной скоростью роста культуры.

Если необходимо выращивать микроорганизмы при максимальной скорости, следует использовать турбидостат, поскольку он точнее работает в очень узкой области степеней разбавления, близкой к низшему пределу, или «точке вымывания».

Хемостат позволяет изучать клетки микроорганизмов, делящиеся с разной скоростью и лимитированные любым желаемым фактором.

Процесс непрерывного культивирования может быть гомогенно-непрерывным и гетерогенно-непрерывным.

Способ проточного культивирования, при котором во всех точках ферментатора благодаря интенсивному перемешиванию сохраняются одинаковые параметры среды и содержание микробной биомассы в единице объема жидкости остается все время постоянным, называют гомогенно-непрерывным. Применение такого способа обеспечивает постоянство состава среды в ферментаторе, и состояние микробных клеток при этом остается все время одинаковым.

Когда культивирование производится в одном ферментаторе, непрерывность процесса создается благодаря подвижному равновесию между приростом микробной биомассы и уменьшением ее за счет разбавления культуры свежей средой.

В бродильных производствах распространен гетерогенно-непрерывный метод, при котором процесс ведется в батарее последовательно соединенных ферментаторов. Состав жидкости, протекающей через аппараты, постепенно изменяется согласно некоторому градиенту. Поэтому этот способ известен также как градиентно-непрерывный. Питательная среда поступает в первый ферментатор, а готовая культуральная жидкость вытекает из последнего ферментатора. Градиентно-непрерывный способ брожения широко применяется в производстве этилового спирта, а также при производстве пива и шампанских вин. За время прохождения через батарею бродильных аппаратов среда постепенно изменяется, а взвешенные в ней дрожжевые клетки стареют и даже отмирают.

При непрерывном культивировании микроорганизмов необходимо отрегулировать такую скорость притока питательной среды и вытекания культуральной жидкости, при которой вымывание культуры из системы не происходило бы, т. е. концентрация клеток была бы постоянной.

1.5. Кинетика роста микроорганизмов

Для выращивания любой культуры микроорганизмов необходимы:

- 1) жизнеспособный посевной материал;
- 2) источники энергии и углерода;
- 3) питательные вещества для синтеза биомассы;
- 4) отсутствие ингибиторов роста;
- 5) соответствующие физико-химические условия (температура, pH среды, наличие или отсутствие кислорода и др.).

Если все эти требования выполнены, то скорость роста (увеличения биомассы) одноклеточных микроорганизмов с бинарным делением, размножающихся в условиях хорошо перемешиваемой периодической культуры, будет пропорциональна концентрации микробной массы, т. е.

$$\frac{dx}{dt} = \mu \cdot x,$$

где dx/dt — скорость роста; μ — коэффициент пропорциональности, обычно называемый удельной скоростью роста; x — концентрация биомассы (на сухой вес).

Если μ является постоянной величиной, то такой рост культуры микроорганизмов называют экспоненциальным или логарифмическим. Он имеет место тогда, когда состав микробной биомассы и условия окружающей среды остаются постоянными. Это относится и к смешанным культурам, в которых одноклеточные организмы равномерно распределены в культуральной среде.

1.6. Продукты микробного брожения и метаболизма

К продуктам микробного брожения и метаболизма относятся первичные метаболиты, вторичные метаболиты, ферменты и сама клеточная биомасса (так называемые белки одноклеточных микроорганизмов).

Первичные метаболиты — это низкомолекулярные соединения (молекулярная масса менее 1500 дальтон, 1 дальтон = 1 атомной единице массы (1 а. е. м. = $1,66 \times 10^{-27}$ кг)), необходимые для роста микробов; одни из них являются строительными блоками макромолекул, другие участвуют в синтезе коферментов. Среди наиболее важных для промышленности метаболитов можно выделить аминокислоты, органические кислоты, пуриновые и пиримидиновые нуклеотиды, витамины и др. Исходными штаммами для промышленных процессов служат природные организмы и культуры с нарушениями регуляции синтеза этих метаболитов, так как обычные микробные клетки не производят избытка первичных метаболитов.

Вторичные метаболиты — это низкомолекулярные соединения, образующиеся на более поздних стадиях развития культуры, не требующиеся для роста микроорганизмов. По химическому строению вторичные метаболиты относятся к различным группам соединений. К ним относят антибиотики, алкалоиды, гормоны роста растений, токсины и пигменты.

1.7. Влияние на жизнедеятельность микроорганизмов окислительно-восстановительного потенциала

Для развития, роста и размножения микроорганизмов необходима энергия. Способы добывания энергии у микроорганизмов различны. Большинство из них живет за счет окислившихся веществ кислородом. Микроорганизмы, не имеющие других способов добывания энергии, называют облигатными аэробами.

Микроорганизмы, которые получают энергию без участия кислорода воздуха за счет сопряженного окисления-восстановления веществ субстрата называют облигатными анаэробами. Кислород подавляет их развитие.

Имеются и промежуточные формы микроорганизмов: факультативные аэробы и факультативные анаэробы. Факультативными аэробами называются микроорганизмы, обладающие лабильным обменом веществ, т. е. живущие за счет окисления кислородом воздуха и сопряженных окислительно-восстановительных реакций без участия кислорода воздуха.

При недостатке кислорода они могут переходить на анаэробный способ существования.

Факультативными анаэробами называют микроорганизмы, которые могут жить как при доступе воздуха, так и без него. Они живут за счет сопряженного окисления-восстановления без вовлечения кислорода.

Известны факультативные анаэробы (например, дрожжи), способные в зависимости от условий развития переключаться с анаэробного на аэробный тип получения энергии.

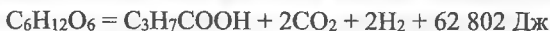
Анаэробные микроорганизмы необходимую для жизнедеятельности энергию получают в процессе брожения. К таким микроорганизмам принадлежат многие бактерии и некоторые дрожжи. Энергетический процесс протекает путем сопряженного окисления-восстановления без участия в нем кислорода воздуха. Акцептором кислорода, отщепленного от окисляемого органического соединения, взамен молекулярного кислорода служат промежуточные продукты распада того же органического вещества.

Примером такого типа получения энергии служит спиртовое брожение, осуществляемое многими дрожжами в анаэробных условиях. Без участия кислорода молочнокислые бактерии, являясь факультативными анаэробами, осуществляют молочнокислое брожение,

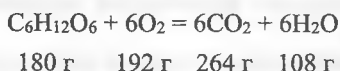
которое заключается в превращении молекулы глюкозы в две молекулы молочной кислоты с выделением энергии:



Примером облигатных анаэробов являются маслянокислые бактерии, которые получают энергию в процессе маслянокислого брожения:



Аэробам требуется много кислорода. Для окисления 1 г глюкозы до CO_2 и H_2O требуется приблизительно 1 г кислорода, что видно из следующего уравнения:



Однако требуемый кислород не может быть дан микроорганизму в большой концентрации, так как он является сильным окислителем, особенно при наличии катализаторов — ферментов. Может произойти нежелательное окисление в клетке. В результате цепных окислительных реакций в клетках разрушаются биологические мембраны, накапливаются перекиси и другие ядовитые продукты. В интенсификации цепного окисления и есть, по гипотезе Р. Гершман, причина токсичности высоких концентраций кислорода. Микроорганизмы не переносят кислорода в значительных концентрациях. Растворимость кислорода в воде при ее контакте с воздухом достигает 10 мг/дм^3 . Эта концентрация переносится микроорганизмами. Если насытить воду чистым кислородом, то в ней растворится кислорода до 40 мг/дм^3 . Эту концентрацию кислорода уже не переносит ни один микроорганизм.

При огромной потребности в кислороде микроорганизмы очень быстро используют ничтожное количество растворенного кислорода, и их рост зависит от скорости поступления в раствор все новых и новых порций O_2 .

Если микроорганизм выращивается на поверхности жидкой или твердой фазы, то он не испытывает особых затруднений в получении кислорода, так как черпает его непосредственно из воздуха. При так называемом глубинном культивировании, т. е. когда микроорганизм растет в толще среды, он может пользоваться только кислородом, растворенным в среде.

Окисление и восстановление — основа жизненных процессов. Степень окисления и восстановления среды характеризуется величи-

ной rH_2 . Символ rH_2 аналогичен pH . Но pH выражает степень кислотности и щелочности, а rH_2 — окислительную и восстановительную способность среды. Если для определения pH необходимо знать только концентрацию ионов H^+ , то для определения rH_2 необходимо знать как pH данного раствора, так и окислительно-восстановительный потенциал Eh .

Окислительно-восстановительный потенциал Eh показывает разность потенциалов (в милливольтгах), возникающих в растворе между платиновым и нормальным водородными электродами, составляющими гальванический элемент.

В микробиологии окислительно-восстановительный потенциал выражают через rH_2 . Связь между rH_2 , Eh и pH выражается следующей формулой:

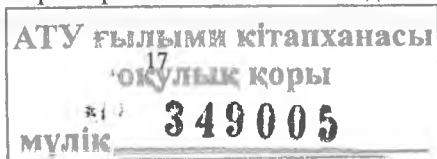
$$rH_2 = Eh / 0,029 + 2pH$$

Величины rH_2 от 0 до 41 характеризуют все степени насыщения водного раствора водородом и кислородом, т. е. любую степень аэробности среды.

Чем меньше rH_2 , тем больше восстановительная способность раствора. Наибольшая восстановительная способность водного раствора соответствует $rH_2 = 0$ (выделение водорода), а наибольшая окислительная способность соответствует rH_2 примерно около 41 (выделение кислорода). Необходимо учитывать, что rH_2 далеко не всегда характеризуется давлением реального водорода. В аэробных условиях при $rH_2 = 25-30$ никакого реального водорода в растворе нет. Но в этом случае в равновесии с кислородом находятся другие окислительно-восстановительные пары, имеющие реальные концентрации.

Облигатные анаэробы могут существовать при rH_2 не выше 18-20, а размножаться при rH_2 не выше 3-5. Факультативно-аэробные и факультативно-анаэробные формы живут в средах при rH_2 от 0 до 30, но высокие значения rH_2 для них неблагоприятны.

Как анаэробы, так и аэробы могут сами в определенной степени изменять rH_2 питательной среды, на которой они растут, доводя его до наиболее подходящего для их роста значения посредством выделения восстановителей. Так, при росте облигатных аэробов за счет сахара в среде накапливается диоксиацетон, легко энолизирующийся в редуцтон — сильный восстановитель, легко самоокисляющийся кислородом воздуха, который можно рассматривать как защитный барьер клетки против чрезмерного окислительного действия кислорода:

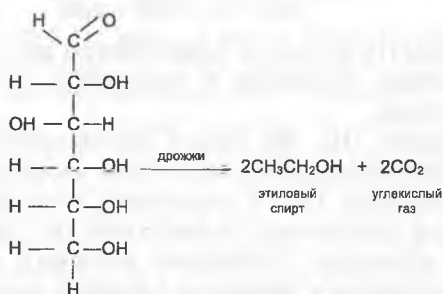




В основе размножения микроорганизмов лежит совокупность последовательно протекающих ферментативных реакций. И микроорганизмы начинают размножаться лишь после того, как гН₂ питательной среды приобретет требуемое для протекания этих реакций значение. Отсюда ясно, какое важное значение имеет определение окислительно-восстановительного потенциала в технологии продуктов брожения.

1.8. Характеристика процесса спиртового брожения

Спиртовое брожение — это процесс превращения сахара микроорганизмами в этиловый спирт и углекислый газ:



Возбудителями спиртового брожения являются дрожжи. Некоторые грибы могут также вызывать спиртовое брожение, но при этом образуется очень мало спирта (всего 5–7%). Спиртовое брожение для дрожжей является способом получения энергии для дрожжей в анаэробных условиях.

На рост и развитие дрожжей и ход спиртового брожения влияют многие факторы:

1. *Источники питания.* В качестве источника углерода используют глюкозу, фруктозу, сахарозу, мальтозу. Крахмал дрожжи не сбраживают, так как амилолитические ферменты у них отсутствуют. Поэтому крахмалсодержащее сырье подвергают осахариванию при участии амилаз различного происхождения. Концентрация сахара 10–15% наиболее благоприятна для большинства дрожжей. В качестве источника азота используются аммонийные соли органических кислот и аминокислоты.

2. *Анаэробные условия.* Процесс спиртового брожения нормально протекает в анаэробных условиях, а в аэробных условиях дрожжи активно размножаются. Это используется при разведении чистой и накопительной культур дрожжей в производственных условиях.

3. *Температура.* По отношению к температуре сахаромицеты делятся на *низовые* и *верховые дрожжи*. Дрожжи верхового брожения вызывают бурное и быстрое брожение при температуре 20–28°C. При этом они всплывают на поверхность под действием выделяющегося диоксида углерода. Низовые дрожжи осуществляют более спокойное брожение, которое ведут при 5–10°C.

4. *Концентрация этилового спирта.* Этиловый спирт, накапливающийся в среде, оказывает неблагоприятное действие на дрожжи. Угнетающее действие спирт оказывает уже при концентрации в среде 2–5% об., а при 12–15% об. брожение прекращается.

5. *Активная кислотность среды (рН).* Спиртовое брожение протекает в кислой среде (рН 4–4,5). При подщелачивании среды до рН 8 дрожжи в качестве основного продукта брожения накапливают не спирт, а глицерин. Это так называемая *глицериновая форма* спиртового брожения.

Контрольные вопросы

1. Какие типы брожений Вам известны?
2. Назовите отличительные особенности микроорганизмов, используемых в пищевой биотехнологической промышленности.
3. Какие Вам известны способы культивирования микроорганизмов?
4. Что необходимо для выращивания любой клеточной культуры?
5. Какие продукты микробного брожения и метаболизма Вы знаете?
6. Какие соединения — первичные или вторичные метаболиты — необходимы для роста микроорганизмов?
7. Назовите основные фазы развития микроорганизмов при периодическом культивировании.
8. В чем преимущество непрерывного способа культивирования?
9. Чем отличается непрерывное культивирование микроорганизмов?
10. В чём отличие турбидостата от хемостата?
11. Расскажите о роли окислительно-восстановительного потенциала в технологии бродильных производств.
12. В чем особенности периодического способа ферментации?

13. Где применяется данный способ?
14. Каковы особенности промежуточных способов культивирования?
15. Что из себя представляет процесс спиртового брожения?
16. Укажите условия протекания спиртового брожения.

2. СЫРЬЁ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

2.1. Классификация сырья

Основным видом сырья в бродильных производствах является растительное.

Существуют различные классификации сырья: по консистенции, преобладанию какого-либо химического вещества, целевому назначению и др. В бродильной отрасли сырья классифицируют в зависимости от преимущественного содержания в нем какого-либо углевода. Исходя из этого, сырьё подразделяется на:

- крахмалсодержащее — зерновые злаки, картофель;
- сахаросодержащее — меласса, виноград, сахарная свекла, плоды, ягоды;
- содержащее клетчатку — древесина, сульфитный щелок;
- специфическое — хмель и другое пряно-ароматическое сырьё.

При производстве спирта используют ячмень, кукурузу, овес, просо, рожь, пшеницу, картофель, мелассу, сахарную свеклу, древесину, сульфитный щелок. В виноделии — плоды, ягоды, виноград.

В пивоварении — ячмень, хмель. Кроме этого при приготовлении некоторых сортов пива используют рис, пшеницу, кукурузу и другие злаки.

При производстве кваса — рожь.

К растительному сырью, используемому в бродильных производствах, предъявляют следующие технико-экономические требования:

- оно должно ежегодно воспроизводиться в необходимых количествах;
- быть доступным и дешевым;
- сырьё должно содержать значительное количество основного компонента (например, углеводов).

2.2. Зерновое сырьё

Зерновые культуры являются основным видом сырья на спиртовых и пивоваренных заводах. Из различных зерновых культур готовят солод — пророщенное в специально созданных условиях зерно.

Для изготовления солода на спиртовых заводах применяют ячмень, рожь, тритикале, овес и просо. На пивоваренных — ячмень, редко пшеницу и тритикале. Для производства кваса — рожь, ячмень и тритикале.

Все зерновые культуры различаются по строению, но тем не менее содержат одинаковые анатомические части.

Химический состав злаков зависит от сорта, почвенно-климатических условий, используемых удобрений, условий выращивания и не является постоянным для данной культуры.

Важная составная часть зерна — вода. Зерно злаков в среднем содержит 14–15% воды и 85–86% сухих веществ.

Сухие вещества представлены углеводами, белками, жирами, минеральными веществами.

К углеводам относятся: крахмал, целлюлоза, гемицеллюлозы, пектиновые и гумми-вещества, растворимые сахара.

Основная масса углеводов приходится на крахмал. Он содержится в эндосперме и алейроновом слое. Крахмальные зерна на 97% состоят из чистого крахмала $(C_6H_{10}O_5)_n$ и 3% примесей — минеральных веществ, остатков фосфорной кислоты, белков. Чистый крахмал представлен двумя полисахаридами: амилозой и амилопектином. Содержание крахмала (в %) составляет: в пшенице — 60–65; ржи — 60–73; ячмене — 55–65; овсе — около 50; просе — около 60; рисе — 75–80.

Целлюлоза (клетчатка) — полисахарид. Входит в состав оболочек и клеточных стенок. В воде не растворима. Стойка к действию ферментов. При проращивании зерна не изменяется, при затирании полностью переходит в дробину. Голозерные культуры содержат целлюлозы 2–3%, пленчатые — 6–14%.

В зерне содержатся также ферменты, но их мало и находятся они в связанном состоянии.

2.3. Вода

Вода — ее солевой состав и свойства играют большую роль в протекании процессов брожения и в формировании качества готового пищевого продукта. Поэтому к воде, используемой в бродильных производствах, предъявляют требования по жесткости, активной кислотности (рН), вкусу и запаху, механической и микробиологической чистоте.

Вода, используемая в пищевой биотехнологической промышленности, должна отвечать требованиям ГОСТа на воду питьевую. Больше всего воды используется в пивоварении и при приготовлении кваса.

Она является одним из основных видов сырья при приготовлении пивного, медового и квасного сусла. Кроме этого, вода является необходимым вспомогательным материалом (при промывке дрожжей, мойке бродильно-лагерных емкостей, бочек, трубопроводов и др.).

При приготовлении пивного сусла важное значение имеет состав и соотношение в воде минеральных веществ. Для светлых сортов пива применяют только мягкую воду (0,1–1,8 мг·экв/л), для темных — умеренно жесткую (1,8–3,5 мг·экв/л).

В природной воде всегда содержатся различные растворимые соли, одни из них влияют на вкусовые свойства пива, другие — на ферментативные процессы.

По химическому составу воды судят о ее пригодности для изготовления того или иного сорта пива. В хорошей воде не должны присутствовать NaHCO_3 , NH_3 , CO_2 , HNO_3 . Допускается содержание NO_2 не более 25 мг/л, Mn — 0,2 мг/л, Fe — 0,5 мг/л. Присутствие солей железа в большом количестве нежелательно, так как они взаимодействуют с дубильными веществами, в результате чего пиво приобретает чернильный цвет и вязущий вкус.

Оценивают воду для пивоварения не только по количеству солей (ионов), но и по влиянию этих солей на кислотность сусла (изменение рН). Это в свою очередь влияет на выход экстракта, сбраживание, окраску сусла и растворение хмелевых смол.

2.4. Сырьё для виноделия

Для производств вин можно использовать практически все плоды и ягоды. Самым распространённым является виноградное вино. В России винограда не так много.

Исторические сведения к культуре винограда на территории России относятся к IX–XII вв. В то далёкое время наибольшие массивы виноградников принадлежали первым христианским монастырям.

С 1706 г. император Пётр I повелел разводить виноградники на Дону. Именно эту дату можно считать отправной точкой в развитии промышленного виноградарства в России. Хотя археологические находки последних лет свидетельствуют, что виноград на Дону разводили ещё две тысячи лет назад, в период колонизации греками Причерноморья.

Сейчас промышленное виноградарство сосредоточено в основном в Дагестане, Кабардино-Балкарии, в Краснодарском и Ставропольском краях и в Крыму. Небольшое количество промышленных насаждений винограда есть в Ростовской области. Это самая северная виноградарско-винодельческая зона Российской Федерации. Первые виноградники были посажены ещё при Петре I в основном на нижних склонах правого берега реки Дон.

Лучшее время в развитии российского виноградарства и виноделия пришлось на 1960–1980-е гг. К 1984 г. были достигнуты исторически самые высокие показатели по урожайности (почти 80 ц/га) и промышленным насаждениям (190 тыс. га) винограда. Однако уже на следующий год в стране началась антиалкогольная кампания, которая привела к упадку отрасли. По данным академика РАН, директора Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства Евгения Егорова, к началу 2000-х гг. площади виноградников сократились более чем на 100 тыс. га, валовые сборы упали в четыре раза, а закладка новых насаждений уменьшилась в 3,4 раза. Снижение объемов производства сырья привело к падению и в переработке: мощности предприятий первичного виноделия сократились почти втрое, а выпуск винодельческой продукции рухнул более чем в семь раз.

С начала XXI в. наблюдается возрождение отрасли виноградарства. За последние 10–15 лет виноградники разрастаются и обновляются. В период с 2000 по 2014 г. в стране было заложено 64,2 тыс. га новых виноградных насаждений, и сейчас насчитывается свыше 90 тыс. га. Промышленным виноградарством в России занимается около десятка регионов на юге страны. Лидеры производства — Краснодарский край, Крым и Дагестан.

Количество виноградников в регионах представлено на рисунках 2 и 3.

ДО УРОВНЯ 1990 ГОДА ЕЩЕ ДАЛЕКО

Виноградные насаждения *



Рис. 2
Количество насаждений винограда в РФ

ВИНОГРАДНИКИ В РЕГИОНАХ

Насаждения в сельхозпредприятиях*



Рис. 3

Виноградные насаждения по регионам Российской Федерации

Несмотря на постепенный ввод новых виноградников и рост производства сырья, выпуск столовых, шампанских и игристых вин, по данным Росстата, в 2016 г. сократился на 8%: первых — с 40 млн дал до 36,8 млн дал, вторых — с 16 млн дал до 14,7 млн дал. Компании сообщают о росте объемов, но признают, что доля импортных виноматериалов остается высокой.

Виноград

Виноград — это ягода. Виноградная гроздь состоит из гребня, на долю которого приходится 5%, и ягод, составляющих 95% грозди.

Форма, размер и окраска ягоды зависят от сорта, но они могут меняться в зависимости от климата, характера почвы, состояния растения и др. У сортов для тонких вин обычно мелкие ягоды, их масса не превышает 1–2 г.

Ягоды состоят из кожицы (1–9%), мякоти (85–90%) и семян (2–6%).

В кожице находятся ароматические (эфирные масла), красящие (антоцианы, лейкоцианы, флавонолы, хлорофилл и др.) вещества, дубильные вещества, придающие терпкость ягоде.

В гребнях и семенах преобладают дубильные вещества (катехины и танины), кроме того, в семенах содержатся липиды и смолистые вещества.

Состав мякоти очень сложен и имеет большое технологическое значение, так как находящиеся в ней вещества почти полностью переходят в вино.

Основной составной частью мякоти являются сахара (глюкоза, фруктоза, следы сахарозы). Глюкоза и фруктоза содержатся примерно в равных количествах и почти полностью сбраживаются при производстве вина. Содержание сахара в винограде должно составлять 18–22%. Для повышения сахаристости виноград иногда «заизюмливают» на кустах, т. е. перекручивают ножку грозди, чтобы в ягоды не поступала влага из почвы, сахаристость в таком винограде повышается до 30–45%.

Большая роль в формировании качества вина принадлежит органическим кислотам, которые придают свежесть и гармоничность во вкусе, участвуют в образовании аромата. Они представлены, в основном, винной (1,5–5,0%, 0 г/дм³) и яблочной (0,1–5,0 г/дм³) кислотами. В некоторых сортах винограда содержится лимонная, щавелевая, янтарная, молочная и другие кислоты. Наличие большого количества лимонной кислоты в вине часто свидетельствует о его фальсификации.

В мякоти винограда обнаружены витамины В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР, С и др. В винах, бродивших на мезге (в основном красных), много витамина Р.

Вещества, обладающие Р-витаминной активностью (катехины, антоцианы, лейкоантоцианы, флавонолы), относятся к фенольным соединениям, повышают биологическую ценность вина, придают ему бактерицидные свойства. Они содержатся в белых винах в количестве до 0,3 г/дм³, в красных и кахетинских — до 3 г/дм³.

Минеральные вещества также принимают участие в образовании вина. В мякоти винограда их содержится до 4 г/дм³. Среди 24 обнаруженных элементов доминируют калий, марганец, цинк, рубидий, фтор, ванадий, йод, титан, кобальт, а также найдены фосфор, кальций, железо, медь, бор и др.

Кроме перечисленных выше веществ в мякоти винограда содержатся азотистые, пектиновые, ароматические, иногда красящие вещества (сорта красильщики) и ферменты.

Характеристика основных технических сортов винограда

У винных сортов форма ягод чаще всего сферическая, иногда чуть удлинённая. По цвету виноград делят на белый, красный и чёрный. В действительности гамма окраски имеет постепенные переходы. Окраска начинает проявляться при созревании. Виноград культиви-

вируют между 35° и 50° северной широты, он хорошо адаптируется как в относительно жарком, так и в относительно холодном климате.

Технологическая оценка некоторых сортов винограда.

Алиготе — один из самых распространенных сортов во Франции, из него готовят белые бургундские вина.

При своевременном сборе урожая и при соблюдении технологии приготовления столовое вино из Алиготе получается очень высокого качества. Оно имеет соломенно-золотистую окраску с зеленоватым тоном, ясно выраженный сортовой аромат, легкость, свежесть, мягкость и гармоничность вкуса. Часто появляется мягкая горчинка.

Бастардо — винный сорт среднепозднего периода созревания. Используется для производства красных десертных вин высокого качества, имеющих яркую живую рубиновую окраску, сложный букет с тонами шиповника, розы, вишни, кофе, шоколада и оригинальный, гармоничный свежий вкус.

Красящие вещества Бастардо не переносят нагревания: окраска превращается в бурую с луковичными тонами.

Изабелла — американский сорт позднего периода созревания, получившийся в результате естественной гибридизации видов Лабруска и Винифера. Устойчив к грибковым заболеваниям, урожайный, морозостойкий.

Из данного сорта готовят посредственные красные столовые вина: малоспиртуозные, слабоокрашенные с характерным земляничным привкусом, малостойкие.

В Азербайджане из Изабеллы получают хорошее столовое вино, отличающееся гармоничным вкусом, типичным для сорта букетом и светло-розовым цветом. Столовые вина из Изабеллы имеют розовую окраску и типичный «изабельный» привкус. В десертных винах при обработке теплом этот привкус приобретает различные оттенки.

Каберне Совиньон — французский сорт среднепозднего периода созревания.

Лучшие вина из Каберне типа Бордо производятся во Франции. Они отличаются благородством, тонким и легким вкусом.

Каберне Совиньон дает вино хорошо сложенное и прочное. При своей тонкости оно довольно полное, хотя и не чрезмерно, обладает стойкой и довольно интенсивной окраской. В букете и вкусе — специфическая особенность — запах паслена или сафьяна. При созревании специфичный букет несколько меняется и облагораживается. В создании букета зрелого Каберне играют большую роль вещества, извлекаемые из кожицы винограда.

Вино из Каберне зреет довольно медленно и в молодом возрасте несколько грубовато. Максимального развития органолептических свойств вино достигает через 8–10 лет.

Матраса — сорт среднепозднего периода созревания. Используется для приготовления высококачественных натуральных вин и хороших десертных вин типа Кагора.

Мускат белый — сорт очень жаркого климата. Любит глинистую почву с галькой и особенно каменистые хорошо освещенные склоны.

В натуральных винах сильный мускатный аромат и горчинка во вкусе не отвечают требованиям, предъявляемых к натуральному вину.

Пино черный — французский сорт. Используется для производства высококачественных красных столовых вин, но как правило в купаже с другими сортами. Вина из одного Пино получаются с недостаточной свежестью, бархатистостью, гармоничностью и чистотой вкуса. В них часто появляется привкус вишневой косточки. Окраска недостаточная с самого начала быстро приобретает коричнево-красные оттенки.

Рислинг — особую прелесть букета дает в северных винодельческих районах. Вино имеет повышенную кислотность с достаточной спиртозностью и экстрактивностью.

Саперави — грузинский сорт позднего периода созревания. Сортная особенность — развивающийся при выдержке вкус топлёных сливок в букете.

Вина из Саперави очень медленно созревают и долго сохраняют свои качества (50 лет). Наиболее высокое качество отмечается в возрасте 4–30 лет.

Сильванер — белый сорт. Австрия.

Натуральные вина отличаются прекрасным букетом с ароматом степных цветов, гармоничным и тонким вкусом. Вино при выдержке развивает исключительно высокие качества.

Фетяска — Венгрия. Сорт раннего срока созревания. Натуральные вина мягкие, гармоничные, неокисленные.

Цимлянский черный — средний период созревания. Особенность сорта — быстрое накопление большого количества сахара и резкое снижение кислотности. Натуральные вина имеют полный гармонии вкус, темно-гранатовую окраску, букет с тонами вишневой косточки. Окраска неустойчивая, быстро буреет. Вино быстро созревает (2 года).

Шардоне — Франция. Считается лучшим сортом для приготовления белых вин.

Требования к составу виноградного сырья для изготовления различных виноматериалов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к виноматериалам по составу виноградного сырья

Вино-материалы	Содержание		рН	Содержание, г/дм ³		
	сахара, %	титруемых кислот, г/дм ³		общего азота	фенольных веществ	красящих веществ
Белые сорта						
Шампанские	17–19	7–11	2,8–3,1	1,15–0,5	< 0,5	—
Столовые	17–20	6–9	3,0–3,5	0,4–0,6	< 0,8	—
Коньячные	> 16	8–12	2,8–3,2	0,3	< 0,5	—
Крепкие	> 20	5–7	3,2–3,8	0,5–0,7	0,5–1	—
Типа мадеры	> 20	5–7	3,5–4,0	0,7–1,0	1–1,5	—
Десертные	> 22	4–7	3,2–3,8	0,4–0,8	< 1	—
Ликёрные	> 24	4–6	3,5–4,0	1,4–0,8	< 1	—
Красные сорта						
Столовые	18–22	5–8	3,2–3,8	0,5–0,6	2–3	0,5–1
Крепкие	> 20	5–8	3,5–4,0	0,6–0,8	1,5–2,1	0,7–1
Десертные	> 22	4–7	3,2–3,8	0,5–0,6	1,0–1,5	0,5–0,8
Ликёрные	> 24	4–6	3,5–4,0	0,5	0,75–1,25	0,4–0,6

Фруктово-ягодное сырьё

Кроме винограда вино можно изготавливать из многих других плодов и ягод. На огромной территории России есть не только промышленные насаждения различных плодовых растений, но и довольно много дикорастущих плодов и ягод. Лучшим сырьем является то, которое содержит около 1,0–1,5% органических кислот, а сахара — чем больше, тем лучше. Излишнюю кислотность можно снизить разбавлением водой или добавлением сахара для повышения сахаристости сусла. Снижать кислотность сока лучше смешиванием слабокислого сока с кислым. Например, сок пресных летних сортов яблок с кислыми сортами яблок или с соком черной смородины, вишни и др.

Качество вина безусловно в большей степени зависит от исходного качества сырья. Поэтому культурным сортам плодов и ягод с высоким содержанием биологически активных и минеральных веществ необходимо отдавать предпочтение. Ягоды для переработки на соки и вино убирают нормально вызревшими. Недозрелые ягоды и плоды имеют высокую кислотность и неполную сахаристость. Перезревшие ягоды хуже отделяют сок, вино трудно осветляется. Выход сока из перезревших плодов и ягод уменьшается. Пораженные болез-

нями плоды и ягоды не пригодны к переработке. Особенно быстро портится земляника. 3–5% загнивших ягод, попавших в сок при дроблении, дают неприятный привкус вину, ухудшают его цвет и букет. Кроме того, в заплесневелых плодах и ягодах может образовываться микотоксин «патулин», способствующий развитию раковых заболеваний.

Собранные плоды и ягоды перерабатывают в день сбора. Малину, ежевику, землянику, клубнику, облепиху, дикорастущие нежные ягоды хранят не более 6 ч; вишню, все виды смородины, черешню, абрикосы, чернику, голубику — 12 ч; кизил, терн, сливы, барбарис, виноград, алычу — 24 ч; яблоки, груши лежких сортов, крыжовник, все виды рябины, плоды citrusовых, шиповника — 48 ч. Дикорастущие груши и яблоки можно хранить 3–5 сут, осенние сорта яблок — 2–3 нед. Бруснику и клюкву хранят в бочках более длительное время. Клюкву зимой хранят в замороженном виде.

В плодово-ягодном виноделии успешно используют как культурные, так и дикорастущие съедобные плоды и ягоды. Плодовые и ягодные культуры условно разделяют на три группы: семечковые, косточковые и ягодные.

Плоды семечковых культур разнообразны по форме, размеру, окраске, вкусу, сочности и аромату. Из них в виноделии используют яблоки, груши, айву, рябину. Плоды семечковых культур состоят из кожицы, мякоти, пятигнездной семенной камеры и плодоножки (рис. 1). Толщина и окраска кожицы, строение мякоти, масса семян и семенного гнезда зависят от особенностей культуры, сорта, агротехники и зоны возделывания.

К косточковым плодам, используемым в виноделии, относятся абрикос, алыча, вишня, кизил, слива, терн, ткемали, черешня. Их плоды являются одногнездной сочной костянкой, состоящей из кожицы различной окраски и толщины, мякоти (основная часть плода) и косточки (рис. 2). Косточка состоит из скорлупы (внешняя оболочка) и семени (ядро). Размер косточки в большой степени зависит от культуры и сорта. Чем меньше косточка, тем больше выход сока.

Характеристика отдельных видов сырья

Яблоки. Выращивают повсеместно, ассортимент сортов многообразен. По срокам созревания различают сорта летние (Папировка, Налив белый, Грушовка московская, Мелба), осенние (Апорт, Анис полосатый, Боровинка, Коричное полосатое, Пепинка литовская, Уральское наливное) и зимние (Антоновка обыкновенная, Уэлси, Пе-

нин шафранный, Пармен зимний золотой, Джонатан, Северный синап, Ренет Симиренко, Розмарин белый).

Плоды летних сортов отличаются, как правило, пониженной кислотностью, быстро перезревают и дают выход сока меньший, чем осенних сортов. Кислотность и сахаристость плодов различных сортов сильно варьируются, что необходимо учитывать при переработке. Плоды мелкоплодных форм яблони (китайки, ранетки) отличаются высоким содержанием кислот, сахаров, полифенолов и дают соки более полноценные, чем крупноплодных сортов. Из большинства мелкоплодных сортов культурных, полукультурных и дикорастущих форм получают соки с высокой кислотностью и большим количеством дубильных веществ. Поэтому их чаще используют для купажирования (смешивания) с бедными по химическому составу соками из летних и осенних крупноплодных сортов яблок.

Груши. Для плодово-ягодного виноделия используют плоды сортов и дикорастущих форм груши. Плоды сортов характеризуются сочностью, сахаристостью, высоким содержанием дубильных веществ и низкой кислотностью. Имеются летние сорта (Бессемянка, Вильямс, Тонковетка, Любимица Клаппа), осенние (Александровка, Бере Боек, Лесная красавица, Бергамот осенний) и зимние (Бере Арданпон, Деканка зимняя, Кюре, Оливье де Серр). Плоды дикорастущих груш отличаются повышенным количеством дубильных веществ. Для груши характерны каменные клетки в мякоти плодов. Из-за повышенного содержания дубильных веществ и низкой кислотности сок груши используют главным образом для купажирования с соками, содержащими мало дубильных веществ и много кислот.

Вид яблок и груш снаружи и на разрезе представлен на рисунке 4.

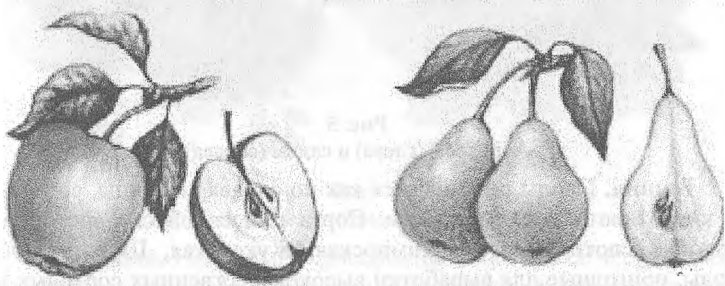


Рис. 4
Яблоки (слева) и груши (справа)

Айва. Выращивают в южных районах страны. Имеет крупные, опушенные плоды с ароматной и вяжущей мякотью. Лучшие качества сока проявляются после некоторого хранения плодов, когда крахмал гидролизуется в сахара. Сок из айвы используют в основном для купажирования. Наиболее распространенные сорта: Анжерская, Изобильная, Мускатная, Крупноплодная самаркандская.

Абрикосы. Выращивают в Средней Азии, на юге страны. Широкое распространение получили сорта Комсомолец, Арзами, Краснощекий, Курсадык.

Слива. К ботаническому роду слива относятся алыча, терн, тернослива, ткемали и собственно слива. Слива имеет повышенное содержание пектина, белка, слизистых веществ, в результате чего сок трудно осветляется. Для увеличения выхода сока и лучшего осветления обязательна ферментация или термическая обработка мезги (раздробленной массы плодов). Алыча, тернослива и особенно терн имеют высокую кислотность и терпкость. В производстве широко известны сорта сливы: Анна Шпет, Венгерка ажанская, Венгерка домашняя, Венгерка итальянская, Местная красная, Желтая Хопты, Ренклюд Альтона, Эдинбургская; алычи: Десертная, Ароматная.

Вид абрикосов и слив снаружи и на разрезе представлен на рисунке 5.

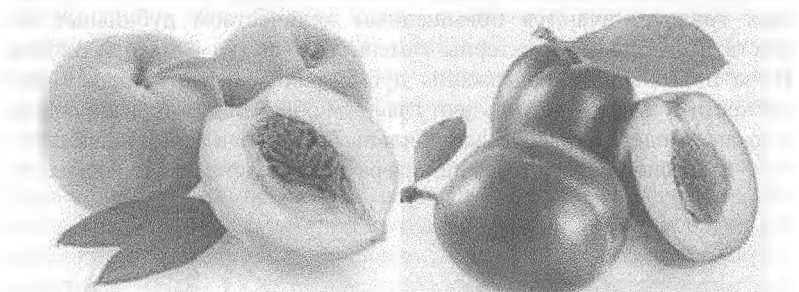


Рис. 5
Абрикосы (слева) и сливы (справа)

Вишня. Плоды различаются как по окраске кожицы, сока, так и по кислотности и сахаристости. Сорта с высокой сахаристостью и низкой кислотностью (Владимирская, Жуковская, Шубинка) дают плоды, пригодные для выработки высококачественных сортовых вин. В производстве широко распространены сорта Подбельская, Полевка, Шпанка крупная.

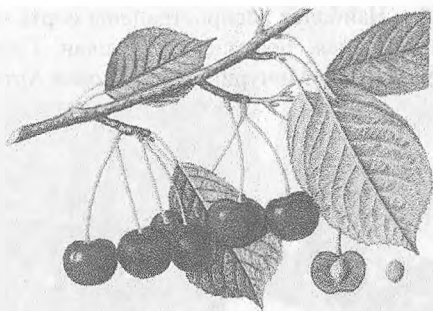


Рис. 6
Плоды вишни

Черешня. Выращивают на юге. Отличается низкой кислотностью и слабой окраской сока. Сок используют для купажирования с вишневым. Хорошо известны сорта Бахор, Дайбера черная, Дрогана желтая, Ревершон.

Рябина. Широко распространена во многих зонах страны. Плоды мелкие, шарообразные, оранжево-желтые, черные и красные. Для переработки успешно используют плоды крупноплодной рябины сортов Невежинская, Ликерная, Десертная, Гранатная. Для выработки соков и вин особую ценность представляет черноплодная рябина (арония черноплодная). Плоды дикой рябины мелкие, горькие, поэтому они менее ценны.

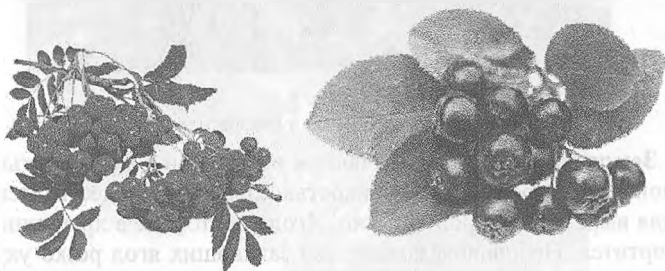


Рис. 7
Рябина красная (слева) и черноплодная арония (справа)

Смородина. Наибольшее распространение имеет черная смородина. Отличается высоким содержанием кислот, дубильных и красящих веществ. Сок отделяется только после соответствующей обработки мезги. Золотистую, белую и красную смородину выращивают меньше. Сок этих видов является хорошим сырьем для пригото-

ния сортовых вин. Наиболее распространены сорта черной смородины: Алтайская десертная, Боскопский великан, Голубка, Лакстона, Лия плодородная, Память Мичурина, Стахановка Алтая.

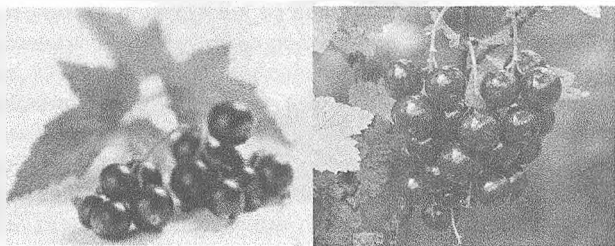


Рис. 8
Смородина чёрная (слева) и красная (справа)

Малина, ежевика. Как культурная, так и дикорастущая является прекрасным сырьем для выработки высококачественных вин. Содержит умеренное количество кислот и дубильных веществ. Сок малины хорошо ассимилирует спирт. Сорта малины: Барнаульская, Вислуха, Калининградская, Куберт, Мальборо, Новость Кузьмина.

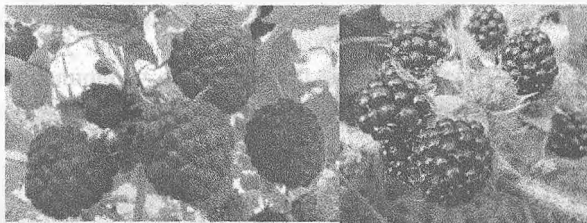


Рис. 9
Ягоды малины (слева) и ежевики (справа)

Земляника. Плоды отличаются невысокой сахаристостью, умеренной кислотностью и нестойкостью красящих веществ. Используют для выработки сиропов и вин. Ягода нестойкая в хранении, быстро портится. Небольшое количество загнивших ягод резко ухудшает качество всей партии сока. Распространенные сорта земляники: Зенга-Зенгана, Киевская ранняя, Кульвер, Ташкентская, Фестивальная, Ясна.

Крыжовник. Плоды различаются по форме, окраске и размеру. Содержат много сахаров и пектиновых веществ. При сбраживании сок хорошо осветляется. Из него получают высококачественные вина. Основные сорта крыжовника: Корсунь-Шевченковский, Московский красный, Мысовский 37, Русский, Смена, Финик, Хаутон.



Рис. 10

Ягоды земляники (слева) и крыжовника (справа)

Дикорастущие ягоды широко используют в виноделии. К ним относятся голубика, морошка, облепиха, брусника, клюква, калина и черника.

Голубика. Используют для купажных вин, так как ягоды содержат много красящих и до 3 г на 1 л дубильных веществ. Растет на торфяных болотах.

Морошка произрастает на моховых болотах северной части России. Ягода желтой окраски, содержит около 5% сахара, 10 г на 1 л кислот.

Брусника и **черника** распространены в северной и средней полосе России. Черника богата красящими веществами, брусника обладает горьковатым вкусом.



Рис. 11

Дикорастущие ягоды черники (слева) и брусники (справа)

Кроме рассмотренных культурных и дикорастущих пород, в виноделии используют (в небольшом количестве) плоды апельсина, лимона, мандарина, кизила, шиповника, барбариса, граната, ткемали.

Ягодные растения — кустарники, полукустарники, иногда травы со съедобными плодами, которые называются ягодами. По строению

ягоды отличаются от плодов семечковых и косточковых: у них семена погружены в сочную мякоть.

У большинства плодов всех групп мякоть составляет 80–90% общей массы. При выработке соков и вин семена и косточки являются отходами, однако их часто используют для выращивания сеянцев в питомниках или для получения масла. Кожицу плодов непосредственно для производства соков не используют, и чем толще она, тем меньше выход сока. Однако у многих культур в кожице содержится повышенное количество красящих, дубильных и ароматических веществ, что очень ценно для виноделия.

Пищевая ценность сока и вина определяется содержанием в сырье различных веществ. Химический состав плодов и ягод зависит от вида культуры, сорта, зоны выращивания, погодных условий, от применяемой в садах агротехники и т. п.

Химический состав плодов и ягод представлен в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав плодов и ягод, % на сырую массу

Наименование плодов и ягод	Содержание воды	Содержание сахара	Количество органических кислот	Пектиновые вещества	Дубильные вещества
Семечковые плоды					
Айва	78–88	5,0–12,2	0,8–1,8	0,7–1,9	0,42–0,66
Груши	83–85	7,4–16,0	0,1–1,4	0,3–0,8	0,02–0,12
Яблоки крупноплодные	86–89	9,8–22,6	0,2–1,6	0,6–2,1	0,03–0,27
Яблоки мелкоплодные	76–88	9,8–14,4	0,9–3,2	0,2–0,6	0,06–0,46
Рябина	52–81	5,0–13,0	1,5–3,0	0,4–0,6	0,20–1,20
Косточковые плоды					
Алыча	87–89	4,5–6,1	3,0–3,9	0,3–0,6	0,02–0,28
Абрикосы	83–87	4,5–23,0	0,2–2,5	0,4–1,2	0,02–0,10
Вишня	77–87	8,4–14,5	0,9–2,3	0,4–0,6	0,13–0,34
Кизил	82–86	7,1–10,4	2,0–3,0	0,6–0,9	0,5–0,7
Сливы венгерки	79–85	8,7–15,6	0,4–1,0	0,7–1,1	0,05–0,11
Сливы ренклоды	83–86	9,0–12,3	0,6–1,5	0,6–2,0	0,10–0,24
Черешня	74–85	9,9–17,0	0,5–1,0	0,2–0,3	0,03–0,21
Тёрн	88–90	7,0–8,3	1,8–2,5	0,9–1,5	0,90–1,70

Наименование плодов и ягод	Содержание воды	Содержание сахара	Количество органических кислот	Пектиновые вещества	Дубильные вещества
Ягодные культуры					
Земляника	89–92	5,1–9,1	0,8–2,0	0,9–1,6	0,12–0,41
Малина	84–86	4,6–10,6	1,2–2,0	0,5–0,9	0,13–0,30
Крыжовник	84–89	8,7–9,5	2,1–2,3	0,6–1,6	0,12–0,20
Черная смородина	76–88	5,0–11,0	2,3–3,5	1,0–2,5	0,33–0,42
Брусника	82–87	6,1–8,0	1,9–2,5	0,2–0,3	0,17–0,33
Голубика	78–82	5,0–7,0	1,2–1,7	0,4–0,6	0,02–0,18
Клюква	88–90	2,0–6,0	2,0–3,5	0,4–1,3	–
Облепиха	74–82	2,4–5,0	1,4–3,8	0,3–0,5	0,02–0,12
Черника	84–88	5,0–8,0	1,0–1,3	0,4–0,7	0,2–0,40

Контрольные вопросы

1. Назовите основные виды растительного сырья, используемого в бродильных производствах.
2. Какие требования предъявляют к качеству сырья, используемого в бродильных производствах?
3. Какие полисахариды содержатся в зернах злаковых культур?
4. Что представляет из себя солод?
5. Какова роль воды в бродильных производствах?
6. Требования к качеству воды, используемой в пивоварении.
7. Как минеральный состав воды влияет на качество пивного сусла?
8. Расскажите химический состав винограда.
9. Какое плодое и ягодное сырьё можно использовать в виноделии?
10. Назовите основные компоненты плодового и ягодного сырья.

3. ПИВО

Пиво — это слабоалкогольный жаждоутоляющий напиток с хмелевым вкусом и ароматом, обладающий способностью вспениваться при наполнении бокала и долгое время удерживать на поверхности слой компактной пены.

3.1. Сырье для производства пива

Сырьем для получения пива является ячмень в виде солода, несоложенные материалы, ферментные препараты, хмель, пивные дрожжи и вода.

Ячмень

Ячмень (*Hordeum sativum*) по составу экстрактивных веществ и их сбраживаемости более других злаковых культур пригоден для получения пивоваренного солода. С технологической точки зрения лучшими являются ячмени, легко прорастающие и теряющие при этом наименьшее количество питательных веществ. Цвет зерна должен быть светло-желтым, желтым или серовато-желтым.

У зерна должен быть свежий запах, оно должно быть крупным и иметь примерно одинаковую величину, оболочка зерна не должна быть толстой и грубой. Такое зерно будет равномерно замачиваться и прорасти. Крупное зерно обычно содержит больше крахмала и имеет большую экстрактивность.

Наиболее важными требованиями к ячменю, используемому для солодоращения, являются хорошая прорастаемость зерна (90–95%), достаточная крупность и выравненность, невысокая пленчатость (не более 10% массы зерна), умеренное содержание белка (не ниже 8 и не более 12%) и высокое содержание крахмала (до 65%).

У ячменей, пригодных к солодоращению, должно быть определенное соотношение между экстрактивностью и содержанием белка. От качества и состава ячменя в значительной степени зависят потребительские достоинства и устойчивость пива в хранении.

Экстрактивность — это сумма всех веществ ячменя, выраженная в процентах к массе сухих веществ, которые переходят в раствор при определенных условиях. Этот показатель зависит от состава ячменя, так как в раствор переходят почти вся масса крахмала, часть некрахмальных полисахаридов, сахара, почти половина белковых веществ и другие соединения.

В пивоваренном ячмене содержание крахмала составляет от 60 до 70% на сухое вещество. Особенно слабо экстрактивным бывает

пиво из ячменя с пониженной крахмалистостью. Этому способствует также повышенное содержание белка, в накоплении которого наблюдается обратная корреляция с количеством крахмала. Высокое количество белка, с одной стороны, препятствует разрыхлению эндосперма и извлечению из него экстрактивных веществ, с другой — способствует помутнению пива. Низкобелковые ячмени (ниже 8%) дают пиво со слабой пеной и неполным вкусом.

Несоложенные (непророщенные) материалы применяют для увеличения экстрактивности, создания определенного вкуса и снижения себестоимости пива. Используют рисовую сечку, ячменную муку, кукурузную обезжиренную крупу, сою, пшеницу, обрушенный ячмень, а также свекловичный сахар и глюкозу. Общее количество добавляемых несоложенных материалов может колебаться от 15 до 50% от массы ячменного солода (если по рецептуре не предусмотрено добавление ферментных препаратов, то количество несоложенных материалов не должно превышать 15%).

Рис применяют из-за высокого содержания крахмала (в среднем 68%) и преобладания в составе белковых веществ нерастворимого в воде белка оризина (около 70% суммы азотистых соединений, которые составляют 7–9% массы зерна).

Кукуруза отличается высоким содержанием экстрактивных веществ (82–90%), нерастворимостью преобладающих белков (зеина и глютеина) и свертыванием при кипячении остальных белков, перешедших в сусло. Кукурузу применяют в виде муки крупного помола (крупки), ее перерабатывать легче, чем ячмень, и она дает более устойчивую пену. Для улучшения ценообразования и повышения непостоянности пива по рецепту включают сою, содержащую гликозид сапонин.

Свекловичный сахар и глюкозу обычно добавляют в процессе варки сусла с хмелем для придания пиву нужного вкуса.

Свежеубранный ячмень нельзя использовать для приготовления солода, в среднем зерно должно отлежаться и дозреть в течение двух месяцев.

Ферментные препараты

Ферментные препараты (грибной солод), получаемые чаще всего из плесневых грибов *Aspergillus oryzae*, применяют при выработке пива из солода с добавлением несоложенного сырья. Это необходимо для получения высокоэкстрактивного сусла, пригодного для сбраживания, так как ферментов солода недостаточно для полного осахаривания крахмала зерна. Активность этих препаратов превосходит ак-

тивность ферментов солода по осахаривающей способности в 3–4 раза, по разжижающей — в 8–10 раз, по декстринирующей — в 10–20, по протеолитической — в 15–20 раз. Кроме того, применяют ферменты гриба *Trichothecium roseum* для более активного разрушения клеточных стенок эндосперма.

Хмель

Хмель является одним из основных видов специфического сырья для производства пива. От качества хмеля, так же как и от качества солода сильно зависит качество пива.

Разнообразные по своей природе и химическому строению вещества, входящие в состав отдельных частей хмеля, придают пиву характерные специфический вкус и аромат, участвуют в осветлении и создании пены и, обладая антибиотическими свойствами, повышают стойкость пива при его хранении.

Хмель — (*Humulus Lupulus*) двудомное многолетнее растение из семейства коноплевых с вьющимися стеблями, женские соцветия этих растений называются шишками. Выращивают только женские хмелевые растения, соцветия которых (шишки) должны оставаться неоплодотворенными. Для этого мужские хмелевые растения тщательно удаляют с плантации. Шишка хмеля состоит из 40–80 густо собранных цветков, расположенных на стерженьке. Соцветия хмеля собраны в грозди. Количество шишек в них может достигать до 40–80 и более.

В технологическом отношении для производства пива наиболее важны горькие кислоты и смолы (10–26% массы сухого хмеля), а также дубильные вещества (2–5%) и эфирное масло (0,2–1%).

Горькие вещества хмеля — это комплекс безазотистых соединений сложного химического состава. Они классифицируются следующим образом: мягкие смолы (растворимые в н-гексане) и твердые смолы (не растворимые в н-гексане). К мягким смолам относятся: α -горькие кислоты (гумулоны) и β -горькие кислоты (лупулоны). К твердым смолам относятся: γ -смолы (не растворимые в воде) и δ -смолы (растворимые в воде). Горьким веществам хмеля свойственна высокая антибиотическая активность по отношению к микроорганизмам (молочнокислым бактериям и сарцинам), спонтанно развивающимся при изготовлении пива и ухудшающим его качество. Наибольшую антибиотическую активность имеют гумулоны и лупулоны. Твердые смолы антибиотической активностью не обладают.

Дубильные вещества хмеля, относящиеся к группе катехинов, обуславливают терпкость вкуса сусла, его прозрачность и интенсивность окраски.

Эфирное масло хмеля, представленное смесью ароматических углеводов и терпенов, играет определенную роль в образовании аромата пива, несмотря на то, что в процессе кипячения сусла большая часть эфирного масла улетучивается.

Для улучшения качества пива и полного использования экстрактивных веществ хмеля разработана технология производства молотого брикетированного хмеля, позволяющая уменьшить расход хмеля на 15%. Применяют также и хмелевые экстракты в соотношении 1:1.

Выращивание хмеля и послеуборочный уход за ним требует больших затрат, поэтому хмель — самое дорогое сырье при приготовлении пива.

Вода

Готовое пиво на 90% состоит из воды, поэтому качество воды, в особенности её солевой состав, играют большую роль в формировании качества пива. Поэтому к воде, используемой в пивоварении, предъявляют требования по жесткости, активной кислотности (рН), вкусу и запаху, механической и микробиологической чистоте. Особо учитывается состав и соотношение в воде минеральных веществ. Для светлых сортов пива применяют только мягкую воду (0,1–1,8 мг экв/дм³), для темных — умеренно жесткую (1,8–3,5 мг экв/дм³). По остальным показателям вода, используемая в пивоварении, должна соответствовать требованиям, предъявляемым к питьевой воде.

В производстве пива вода — не только один из основных видов сырья при приготовлении пивного сусла, но и является также необходимым вспомогательным материалом при замочке ячменя, мойке бутылки, оборудования.

В природной воде всегда содержатся различные растворимые соли, одни из них влияют на вкусовые свойства пива, другие — на ферментативные процессы.

По химическому составу воды судят о ее пригодности для изготовления того или иного сорта пива. В хорошей воде не должны присутствовать NaHCO_3 , NH_3 , CO_2 , HNO_3 . Допускается содержание NO_3 не более 25 мг/дм³, Mn — 0,2 мг/дм³, Fe — 0,5 мг/дм³. Присутствие солей железа в большом количестве нежелательно, так как они взаимодействуют с дубильными веществами, в результате чего пиво приобретает чернильный цвет и вязущий вкус.

Оценивают воду для пивоварения не только по количеству солей (ионов), но и по влиянию этих солей на кислотность сусла (изменение pH), это в свою очередь влияет на выход экстракта, сбраживание, окраску сусла и растворение хмелевых смол.

Дрожжи

Дрожжи — одноклеточные микроорганизмы, которые по морфологическим признакам относятся к классу грибов, подкласс *Ascomycetes*, семейству *Saccharomycetaceae* рода *Saccharomyces*. Благодаря содержащимся в них ферментам дрожжи способны сбраживать разные сахара с образованием спирта и углекислого газа. Дрожжи используются в качестве возбудителей брожения при приготовлении пива, хлеба, вина, кваса, виски и др.

Для пивоварения используются пивные дрожжи. Различают два основных способа приготовления пива — верховой (подъёмный) и низовой (осадочный).

При верховом брожении используются дрожжи верхового брожения *Saccharomyces cerevisiae*. При брожении они поднимаются к поверхности бродящего сусла и образуют на ней густую пену, поэтому они и называются верховыми дрожжами. А пиво, в производстве которого они были использованы, называется пивом верхового брожения. Верховое брожение протекает при высоких температурах от 10 до 25°C, при температуре ниже 10°C оно обычно прекращается.

В зарубежных странах пиво, получаемое способом верхового брожения, относят к элю («Ale»).

При низовом брожении используются дрожжи низового брожения *Saccharomyces carlsbergensis*. После окончания процесса брожения эти дрожжи агглютинируют и оседают на дно бродильного чана, образуя плотный осадок. Поэтому технически они обозначаются как дрожжи низовые, а пиво, приготовленное с помощью этих дрожжей, пивом низового брожения. Низовое брожение протекает более медленно, при температурах 6–9°C. Изначально применялось при производстве пива, предназначенного для длительного хранения.

За рубежом пиво, получаемое методом низового брожения, относят к лагеру («Lager»).

3.2. Технологическая схема производства солода

Солод — проращенное зерно злаковых культур (ячмень, рожь, рис, пшеница, овес, просо) в специально созданных и регулируемых условиях. Основным потребителем солода является пивоваренная

промышленность. В пивоварении используется в основном ячменный солод.

Технологическая схема производства солода представлена на рисунке 12.

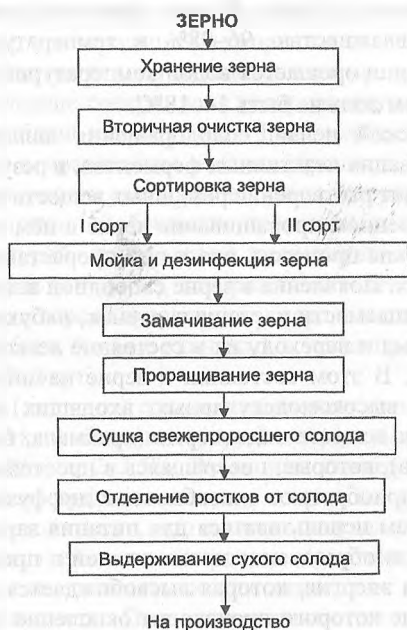


Рис. 12

Технологическая схема производства солода

По принятой в производстве схеме поступивший на предприятие ячмень направляется на хранение в силос. Затем ячмень первично очищается в воздушно-ситовом сепараторе. Вторичная очистка ячменя предусматривает отделение ферропримесей в магнитном сепараторе, отбор куколя и овсюга в триерах и разделение ячменя по крупности в ситовой машине. Фракции ячменя I и II сортов собираются в накопительных бункерах и используются в производстве солода, а фракция III сорта направляется на корм скоту.

Очищенный и отсортированный ячмень в определенном количестве дозатором засыпается в замочный чан, где отмывается от загрязнений и при необходимости обрабатывается дезинфицирующими средствами. В замочный чан подаются вода и воздух, обеспечиваю-

ций перемешивание зерна. Легкое зерно и мелкие примеси (сплав) во время мойки всплывают на поверхность и удаляются вместе с моечной водой. Вымытое зерно перекачивается в замочный чан, где его влажность повышается до 41–42%. После окончания замачивания зерно с водой перекачивается в солодорастильный аппарат для проращивания в течение 6–8 сут. В нем зерно продувается воздухом с относительной влажностью 96–98% и температурой 12°C. При необходимости зерно орошается водой температурой 12°C. Температура зерна при этом должна быть 14–18°C.

Технологической целью солодоращения являются биосинтез ферментов и активация неактивных ферментов, в результате действия которых происходит растворение резервных веществ ячменя.

При искусственном проращивании зерна в нём осуществляются те же биохимические процессы, что и при прорастании зерна в естественных условиях. Появление в зерне свободной влаги способствует улучшению проницаемости клеточных стенок, набуханию резервных веществ эндосперма и переходу их в состояние легко доступное действию ферментов. В этом состоянии в зерне начинается ферментативный гидролиз высокомолекулярных, входящих в состав стенок клеток и запасных веществ эндосперма (крахмала, белков, пектиновых веществ, жира), которые, превращаясь в простейшие и растворимые соединения, приобретают способность к диффузии, что позволяет им в дальнейшем использоваться для питания зародыша. На биосинтез ферментов и образование новых тканей в процессе проращивания расходуется энергия, которая высвобождается в процессе дыхания зерна, в ходе которого происходит окисление части углеводов и небольшого количества белков и жиров. На качество проращиваемого солода влияют следующие основные факторы: расход воздуха, влажность проращиваемого зерна, температурный режим, продолжительность процесса, увлажнение зерна во время ворошения, равномерность слоя зерна в солодорастильном аппарате для улучшения тепло- и массообмена. Видимым признаком начала проращивания является проникновение зародышевого корешка через цветковую оболочку.

Поскольку все жизненно важные процессы в зерне протекают при достаточном количестве влаги, то проращиваемое зерно должно иметь влажность не менее 40%. При дыхании зерна выделяется диоксид углерода и водяной пар.

Температура в зерне при проращивании светлого солода не должна превышать 17–18°C, а тёмного солода — 23–25°C.

Дыхание зерна продолжается и при проращивании, в результате чего часть сухих веществ (крахмал) зерна окисляется, удовлетворяя потребности зародыша в энергии. В зависимости от размеров зародышевого корешка можно визуально определить, в какой стадии находится зерно. При солодоращении следует стремиться к тому, чтобы не допускать чрезмерного роста зародышевых корешков. Это обусловлено тем, что зародышевые корешки после сушки солода отбиваются и в качестве отхода солодовенного производства представляют технологические потери, доля которых составляет около 4% сухих веществ от общей массы ячменя. Равномерность роста корешков свидетельствует о правильном ведении процесса, высоком качестве ячменя и равномерности растворения при солодоращении.

Технологические особенности проращивания зерна характеризуются температурой, при которой происходит данный процесс на отдельных стадиях (18–21°C), содержанием влаги в зерне (44–48%), соотношением кислорода и диоксида углерода в слое зерна (в первые 2–3 дня должно быть больше единицы), а также продолжительностью проращивания (7–8 сут).

Из сырого (зеленого) солода нельзя получить пива. Для придания необходимых свойств и хорошей сохраняемости его сушат до остаточной влажности 2–3,5%. Различные температурные режимы и продолжительность сушки позволяют получить солод с разными технологическими свойствами, что в свою очередь обуславливает возможность приготовления пива широкого ассортимента.

Экономическая ценность солода зависит от содержания в нем экстрактивных веществ. Под экстрактивностью понимается общее количество солода, перешедшего в растворимое состояние при участии ферментов самого солода. И карамельный, и жженный солод отличаются высокой окрашенностью, сильной ароматичностью за счет продуктов карамелизации сахаров и образования меланоидиновых соединений.

В процессе сушки и обжарки солода происходит интенсивное образование ароматических и красящих веществ. От пентозанов отщепляются пентозы, преобразующиеся в фурфурол и другие альдегиды и ароматические вещества, обуславливающие запах солода. Красящие вещества солода — это продукт карамелизации сахаров и меланоидинообразования, протекающего наиболее интенсивно при температурах выше 80°C. Меланоидины, будучи коллоидами, являются хорошими пенообразователями, поэтому темные сорта пива дают более обильную пену.

После сушки солод освобождают от ростков, придающих ему гигроскопичность и горький вкус за счет алкалоида горденина. Необходимость этой операции связана еще и с тем, что в ростках накапливаются аминокислоты — источник образования сивушных масел при сбраживании сула. Окончательную готовность к использованию солод приобретает после 3–5-недельной отлежки (дозревания) на складах.

Готовый солод полируют, освобождая от остатков ростков и загрязнений, пропускают через магнитные сепараторы, а затем подают на солодовые дробилки. От качества дробления зависят скорость осахаривания крахмала, уровень экстрактивности сула, продолжительность фильтрования.

По органолептическим показателям пивоваренный солод имеет свежий огуречный запах, от светло-желтого до желтого цвета и сладковатый вкус. Светлый солод высокого качества содержит не более 4,5% влаги с продолжительностью осахаривания 15 мин и экстрактивностью 80% на сухие вещества. Темный карамельный (жженный) солод имеет содержание влаги не более 6% с экстрактивностью 70% на сухие вещества.

3.3. Классификация солода

Для производства отечественных сортов пива вырабатывают солод следующих видов.

Светлый солод получают высушиванием проросшего ячменя в течение 16 ч при постепенном повышении температуры с 25–30 до 75–80°C. В готовом виде он имеет светлую окраску, сладковатый вкус, солодовый аромат, рыхлый мучнистый эндосперм и высокую осахаривающую способность. Используют его для большинства сортов пива.

Для получения *темного солода* проросшее зерно сушат 24–48 ч при более высокой температуре, достигающей 105°C в конце процесса. Помимо коричнево-желтой окраски, темный солод отличается от светлого хрупкостью эндосперма и меньшей осахаривающей способностью. Используют его для темных сортов пива.

Диафари — высокоферментативный солод — получают при наиболее мягком температурном режиме, постепенно возрастающем до 50–60°C, и активной вентиляции. Это позволяет сохранить у солода светлую окраску и максимальную ферментативную активность.

Карамельный солод по окраске делят на светлый, средний и темный. Для его приготовления сухой или зеленый солод с повышенным содержанием сахаров обжаривают при температуре 120–170°C.

Жженный солод — наиболее интенсивно окрашенный продукт. Его готовят из сухого белого солода путем обжаривания при температуре 210–260°C после предварительного увлажнения.

По органолептическим показателям пивоваренный солод имеет свежий огуречный запах, от светло-желтого до желтого цвета и сладковатый вкус. Светлый солод высокого качества содержит не более 4,5% влаги с продолжительностью осахаривания 15 мин и экстрактивностью 80% на сухие вещества. Темный карамельный (жженный) солод имеет содержание влаги не более 6% с экстрактивностью 70% на сухие вещества.

3.4. Использование солода

Солод используют при производстве пива, полисолодовых экстрактов, получаемых из смеси кукурузного, овсяного и пшеничного солодов, концентрата квасного суслу, хлебного кваса, безалкогольных напитков и этилового спирта и хлебобулочных изделий.

При производстве пива, полисолодовых экстрактов, концентрата квасного суслу и безалкогольных напитков брожения в качестве основного сырья используют сухой ячменный светлый солод, который служит источником ферментов, витаминов, ароматических красящих и минеральных веществ. Среди общего выпуска солода различных видов наибольшее потребление имеет выдержанный солод для производства пива.

В спиртовом производстве применяется смесь свежепросоших солодов различных злаковых культур, которая служит источником ферментов для осахаривания крахмалосодержащего сырья (пшеницы, кукурузы, картофеля и др.). Качество солода, предназначенного для производства этанола, оценивается как хорошее, среднее и удовлетворительное по следующим показателям соответственно: декстринолитическая способность (ДС) — 35; 30; 20–25 мг/(г·ч) и осахаривающая способность (ОсП) — 3,5; 2,6 и 1,75 сд/г.

В хлебопекарном производстве применяют измельченный ржаной светлый неферментированный и темный ферментированный солод.

3.5. Технологическая схема производства пива

Технология производства пива — длительный сложный процесс, который продолжается 60–100 дней и включает следующие основные этапы: приготовление сусла, сбраживание сусла, выдержка (дображивание) пива, обработка и розлив пива.

Схема приготовления пива представлена на рисунке 13.

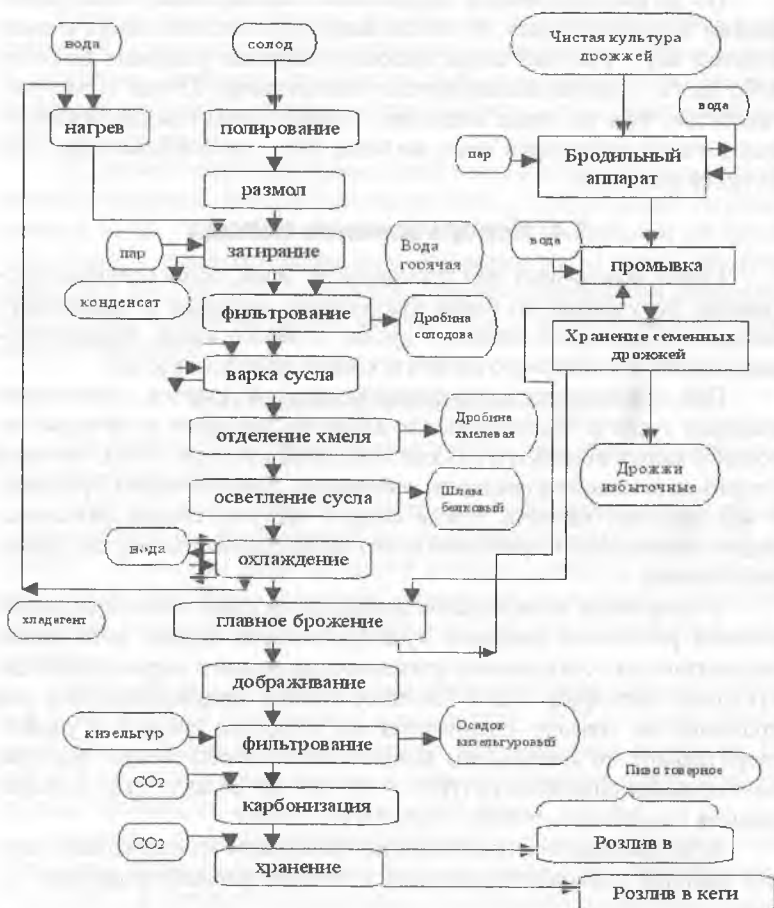


Рис. 13
Технологическая схема производства пива

3.6. Приготовление сусла

Дробленый солод и несоложенные материалы смешивают с горячей водой в соотношении 1:4. Полученную смесь медленно перемешивают при подогревании до температуры 50–52°C в течение 10–30 мин. При этом 15–20% растворимых веществ солода переходят в раствор без ферментативной обработки, и происходит ферментативное расщепление водонерастворимых азотистых веществ и фитина. Затем смесь переводят в заторные чаны, где под действием ферментов солода происходит дальнейшее превращение нерастворимых веществ сырья в растворимые, образующие экстракт будущего сусла. Чтобы обеспечить максимальный переход веществ в раствор, затор медленно нагревают до 70–72°C при постоянном перемешивании (настоящий метод).

При втором (декоксионном) способе 1/3 затора перекачивают в кипятильный котел, где кипятят 15–30 мин, после чего объединяют и перемешивают с остальной частью затора. Повторяя эту операцию 2–3 раза, доводят температуру всего затора до требуемого уровня. Весь процесс приготовления затора продолжается 3–3,5 ч. Затираание солода необходимо для ферментативного гидролиза крахмала. Схема последовательных превращений при гидролизе крахмала под действием α - и β -амила такова: крахмал → амилодекстрины → эритродекстрины → ахродекстрины → мальтодекстрины мальтоза. Еще до полного осахаривания крахмала в заторе завершается протеолиз белка, продукты которого играют большую роль в формировании органолептических свойств и устойчивости пива при хранении.

Осахаренный затор направляют на фильтрование для отделения сладкого сусла от твердой фазы затора. При этом фильтрующий слой образует сама твердая фаза затора — пивная дробина (выщелоченные зерноприпасы, мякинные оболочки, свернувшиеся белки), оседающая на сетках фильтрационных чанов, фильтр-прессов или центрифуг, применяемых для фильтрования пивного сусла.

Отфильтрованное сусло и полученные после промывания дробины воды переводят в сусловарочный котел для кипячения с хмелем, упаривания до нужной концентрации и стерилизации. При этом полностью инактивируются ферменты и коагулирует часть растворимых белков, а горькие и ароматические вещества хмеля растворяются в сусле. Дубильные вещества хмеля, хорошо растворимые в воде, обладают способностью осаждать белки, в том числе и не осаждаемые дубильными веществами солода. Крупные хлопья свернувшегося белка оседают, захватывая частицы мути, сусло осветляется.

Источником своеобразной горечи, свойственной пиву, является в основном хмелевая α -кислота (гумулон), которая при кипячении переходит в изогумулон, хорошо растворимый в воде. Растворимость β -кислоты незначительна, а мягкая α -смола гидролизуется с образованием β -смолы и отщеплением изобутилового альдегида и уксусной кислоты, участвующих в формировании специфического аромата и вкуса суслу и пива. Доведенное до нужной плотности охмеленное сусло пропускают через хмелеотделитель, охлаждают до 4–6°C, а затем освобождают от свернувшегося белка с помощью сепараторов. Во время этих операций сусло окончательно осветляется и насыщается кислородом, что необходимо для развития дрожжей.

3.7. Сбраживание суслу

Этот процесс происходит в открытых или закрытых деревянных или металлических емкостях специальными расами дрожжей, преимущественно низового брожения, относящихся к семейству *Saccharomycetaceae*, роду *Saccharomyces* и виду *Carlsbergensis*.

Выбор штамма пивных дрожжей является наиболее важным условием, определяющим свойства пива: его цвет, вкус и аромат, крепость.

В 1880 г. датский ученый Хансен выделил чистые культуры дрожжей и использовал их при производстве пива. Использование индивидуальных штаммов дрожжей в пивоварении сегодня стало нормой. *Saccharomyces cerevisiae* представляют собой дрожжи поверхностного и глубинного брожения: они применяются в производстве эля. *Saccharomyces carlsbergensis* — дрожжи глубинного брожения, их используют в производстве легкого пива. Некоторые пивовары используют дрожжи *Saccharomyces uvarum*.

К числу наиболее важных свойств относят продуктивность, способность формировать осадок, сбраживать мальтотриозу и т. д. Принимаются во внимание и вкусовые свойства получающегося пива, то есть образование веществ, ответственных за их формирование.

Для специальных сортов белого и светлого пива, например белого пшеничного, применяют дрожжи верхового брожения. Для особых сортов Портера в конце брожения вводят слабобродящие дрожжи рода бреттаномицетов, придающие пиву особый аромат.

Через 15–20 ч после внесения дрожжей на поверхности суслу появляется полоса белой пены (стадия «забела»), а затем вся поверхность бродящего суслу покрывается мелкоячеистой пеной с постепенно увеличивающимися завитками. Достигнув максимума, завитки

онадают, пена уплотняется и становится коричневой. Из-за горького вкуса осевшую пену (деку) обязательно удаляют с поверхности суслу. Дрожжи оседают на дно. Осветлившаяся жидкость называется зеленым (молодым) пивом. В нем, помимо этилового спирта и углекислого газа, в процессе брожения накапливается ряд побочных продуктов, участвующих в создании вкуса и аромата пива. Процесс главного брожения завершается за 7–9 сут. К этому времени в пиве остаются несброженными около 1,5% сахаров.

3.8. Выдержка (дображивание) пива

Эта операция способствует окончательному формированию потребительских достоинств пива. Для дображивания молодое пиво перескачивают в герметично закрывающиеся металлические танки, внутренняя поверхность которых покрыта специальным лаком. Выдерживают пиво при температуре 0–3°C в течение 11–100 сут в зависимости от сорта. В результате дображивания остаточного экстракта несколько возрастает крепость пива, происходит насыщение его углекислотой и осветление. Взаимодействие разнообразных первичных и вторичных продуктов главного и побочных процессов приводит к образованию новых веществ, обуславливающих вкус и аромат зрелого пива, а также его сортовые особенности.

3.9. Обработка и розлив пива

После лабораторного и органолептического анализов, подтверждающих готовность пива, его обрабатывают и разливают. Для придания прозрачности пиво фильтруют через прессованные пластины из различных фильтрующих масс. Лучшими являются диатомитовые (кизельгуровые) фильтры. В процессе осветления пиво теряет значительную часть CO₂, поэтому допускается дополнительная его карбонизация перед розливом с последующей выдержкой в течение 4–12 ч для ассимиляции углекислоты.

3.10. Химический состав и пищевая ценность пива

В пиве содержится (%): 2,5–5% экстрактивных веществ (на 80–85% состоят из углеводов), 6–9 азотистых веществ, 5–7 глицерина, 3–4 минеральных веществ, 2–3 горьких, полифенольных и красящих веществ, 0,7–1 органических нелетучих кислот, витаминов и др. Присутствуют также витамины.

Углеводы в основном представлены: декстринами — несбраживаемыми остатками крахмала (60–75%); моносахаридами — глюко-

зой, фруктозой, галактозой, арабинозой, ксилозой, рибозой; олигосахаридами — мальтозой, мальтотриозой, изомальтозой (20–30%); пентозанами (6–8%). Некрахмальные полисахариды и продукты их ферментативного гидролиза смягчают горечь пива, делая ее менее выраженной, и способствуют растворению диоксида углерода.

Азотистые вещества пива состоят из высокомолекулярных белков (20–30%), среднемолекулярных (40–50%) и низкомолекулярных продуктов расщепления белков, свободных аминокислот и аминного азота (10–30%). Из аминокислот присутствуют пролин, валин (50–100 мг/дм³), α-аминомасляная, аспарагиновая кислоты, фенилаланин, тирозин и др. Азотистые вещества влияют на вкус, пенообразование и физико-химическую стойкость пива. Минеральные вещества представлены солями калия, натрия (около 40%), фосфора (30%), магния (6,0%), алюминия, бария, хрома, меди, железа и др. Вследствие высокого содержания калия и магния пиво обладает сильно выраженными мочегонными свойствами.

Полифенольные вещества (150–300 мг/дм³) на две трети извлекаются из солода, остальные — из хмеля. Это антоцианогены (50–70 мг/дм³), катехины (10–12 мг/дм³), танины (10–40 мг/дм³), флавофены, флавоны. Эти соединения влияют на цвет пива, однако основными красителями являются меланоидины и каратиноиды. Полифенолы обладают Р-витаминной активностью и бактерицидными свойствами. Содержание горьких веществ в пиве колеблется от 10 до 50 г/дм³. Это в основном изогумулоны различного строения. Присутствующие в пиве хмелевые смолы и кислоты (гумулон, лупулон и др.) усиливают выделение желудочного сока, активизируют деятельность печени и поджелудочной железы, что способствует лучшему усвоению пищи. Из органических кислот (300–400 мг/дм³) в пиве находятся лимонная, янтарная, яблочная, фумаровая, пировиноградная, левулиновая, α-кетоглутаровая и др. Они придают пиву кислотавый вкус и обладают бактерицидными свойствами [3].

Оптимальное значение рН пива составляет около 4,4–4,6. Продуктами спиртового брожения являются летучие соединения: этиловый спирт, диоксид углерода, высшие спирты, альдегиды, эфиры, летучие органические кислоты, которые определяют аромат и вкус пива. В состав летучих ароматических веществ пива входят 136 соединений.

Этиловый спирт (2,8–9,4% об.) повышает полноту вкуса пива. При чрезмерном потреблении пиво с повышенным содержанием этилового спирта может вызвать опьянение. Действие алкоголя пива

аналогично действию вина. Однако содержащиеся в нем углеводы, полифенолы, органические кислоты и другие вещества смягчают действие алкоголя на нервную систему.

Пиво не совмещается с водкой, так как эта смесь оказывает сильное опьяняющее действие, но хорошо сочетается с вином, поэтому из них готовят коктейли («Черный бархат» и др.). Из высших спиртов (50–120 мг/дм³) в пиве встречаются и бутанол, изобутанол, н-пропанол, н-гексенол и др. Среди летучих органических кислот преобладает уксусная кислота. Диоксид углерода (0,33–0,4%) придает пиву свежесть, тонизирующие и пенистые свойства. Основные кислоты: присутствует муравьиная (15–20 мг/дм³).

Основные эфиры (20–70 мг/дм³) пива: муравьинометиловый, муравьиноэтиловый, метилацетат, этилацетат (с фруктовым запахом), н-бутилацетат, изоамилацетат и др. Пиво с высоким содержанием эфиров имеет грубый вкус. Альдегидная фракция (5–10 мг/дм³) летучих веществ представлена ацетальдегидом, формальдегидом, изобутиральальдегидом, н-валеральальдегидом и т. п. В пиве присутствуют диацетил (0,1–1 мг/дм³) и ацетоин (до 3 мг/дм³). Пиво содержит следующие витамины: тиамин (В₁), рибофлавин (В₂), пантотеновую кислоту (В₅), пиридоксин (В₆), никотинамид, ниацин, инозитол, биотин (Н). Витамины продуцируют *дрожжи*.

Энергетическая ценность пива колеблется от 175 до 350 кДж на 100 г продукта в зависимости от типа.

Контрольные вопросы

1. Какое основное сырьё используется при производстве пива?
2. Расскажите об основных стадиях производства солода.
3. В чём состоит основная цель солодоращения?
4. Опишите процессы, происходящие при замачивании зерна.
5. Что происходит при проращивании зерна?
6. Укажите основные отличия по химическому составу проросшего и непроросшего зерна.
7. Что представляет из себя зелёный солод?
8. Какие типы солодов Вам известны?
9. Где используется солод?
10. Назовите основные технологические операции при производстве пива.
11. Какие Вы знаете способы приготовления затора?
12. Назовите ферменты, необходимые для процесса распада крахмала.
13. Какие продукты образуются при гидролизе крахмала?

14. Какие расы дрожжей используются при сбраживании пивного сусла?

15. Укажите основные процессы, происходящие при дображивании пива.

16. Что такое карбонизация пива?

17. Назовите химический состав пива.

18. Укажите летучие соединения пива.

4. ВИНА

С того самого дня, когда люди впервые научились превращать в вино сок виноградных ягод, это напиток не переставал радовать нас своим вкусом. Прошли века, сменились многие поколения, а мы по-прежнему продолжаем открывать всё новые тайны вина и улучшать его качество.

Особенная роль в развитии виноделия принадлежит XX в., когда на свет появилась наука энология. Зародившись в 1950-е гг. благодаря инициативе французских учёных-химиков Эмиля Пейно и Жана Рибро-Гейона, живших в Бордо, а также двух профессоров университета Монпелье — Жома и Фландри, энология не только обогатила нас теоретическими знаниями, но и помогла разработать новые технологии производства вин. Какова природа вина, что происходит с этим напитком на разных стадиях его брожения и вызревания — на эти и другие вопросы даёт ответы энология, ставшая замечательным инструментом в руках виноделов. Вопреки опасениям, её развитие вовсе не привело к стандартизации вин, а наоборот, позволило виноделам почувствовать себя увереннее и дало им значительно большую свободу в определении стилей производимого вина.

4.1. Из истории российского виноделия

Впервые о виноградных винах, производимых в России, в западном мире узнали в 1892 г., когда в Париже на французском языке вышла книга Л. Порте и Ф. Рюиссена «Вина России». В ней в частности сказано: «Из всех стран мы меньше всего знали Россию. Новостью, пришедшей в винодельческую конкуренцию, было то, что Россия вошла сюда огромными шагами, и шагами хозяина.

Впервые можно было увидеть в 1889 г. на Всемирной выставке русского, не только председательствующего в жюри по вину, но и очаровавшего всех как утончённостью своей осведомлённости, так и известностью своих предков. Его называли королём экспертов.

Бутылки с вином, привезённые русским, были оформлены этикетками, изображающими побережье Чёрного моря».

Этим русским был князь Лев Сергеевич Голицын, который именно в 1889 г. удостоился почётного звания члена жюри на Всемирной выставке вин в Париже. А через десять лет, став известным в мире виноделом, к тому же шампанистом, опять в Париже представлял своё русское шампанское и заслуженно получил за него высшую награду — «Гран-при».

В 1903 г. на праздновании 25-летия своей деятельности Л. С. Голицын сказал: «Мы все, господа, верим в русское виноделие, это будущее богатство России, но нам нужно сплотиться, чтобы создать это богатство; если бы наше поколение этого и не достигло, то уже нашим детям во всяком случае откроется горизонт — что делать, так как мы им укажем путь и дадим метод».

Ещё в то время Л. С. Голицын поставил себе благородную цель: чтобы Россия производила высококачественные вина, которые могли бы успешно соперничать с винами зарубежными и стали бы предметом российского экспорта. Он хотел, чтобы народ российский хорошо знал, понимал и любил виноградные вина.

По разным причинам, в том числе и из-за двух мировых войн, российское виноделие развивалось не так успешно, как хотелось бы. И сейчас, спустя более 100 лет после достигнутых успехов в виноделии Л. С. Голицына, в России снова встаёт вопрос о повышении конкурентоспособности отечественных вин.

4.2. Химический состав

Виноградное вино, особенно натуральное, представляет собой алкогольный напиток, полученный в результате спиртового брожения сока свежего или завяленного винограда с мезгой или без неё, содержащий от 8 до 20% об. спирта.

Виноградное вино содержит все питательные вещества, которые находятся в винограде. Наибольшую ценность представляют фруктоза, глюкоза, винная, яблочная, молочная и янтарная кислота, минеральные вещества. В вине в очень малых количествах находятся витамины, микроэлементы, ферменты, полезные для человека. В вине обнаружены витамины С, В₁, В₂, В₁₂, РР; в винах, бродящих на мезге, содержится витамин Р. Из микроэлементов содержится йод, марганец, молибден, бор и др., имеются вещества с антибиотическими свойствами.

Наибольшей биологической ценностью обладают натуральные и игристые вина, которые характеризуются невысоким содержанием алкоголя.

4.3. Обязательная и посторонняя микрофлора вина

Виноделие, в отличие от пивоварения, до самого последнего времени было основано на использовании местных дрожжей дикого типа. Единственная обработка, которой подвергали виноград до отжима, — окуливание сернистым газом, чтобы сок не темнел. Кроме того, сернистый газ подавляет деятельность невинных дрожжей; это

позволяет винным дрожжам, которые менее чувствительны к нему, осуществлять брожение без помех. В прошлом именно с помощью этих 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 законодательно, и это побуждает применять дрожжевые культуры.

В виноделии используются дрожжи-сахаромицеты: *Saccharomyces cerevisiae*, *S. oviformis*, *S. ellipsoideus*. 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 не-винные дрожжи. Хересные винные дрожжи (*Saccharomyces 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, способный к образованию хереса в этих условиях.

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.

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. Затем его обрабатывают сернистым газом, чтобы подавить окислительные процессы, вызывающие его потемнение.

Первосортные вина подвергают выдержке разного рода в зависимости от типа вина, а более дешевые разливают, как правило, в тот же год, когда они были получены. Трудности при выработке дешевых вин обычно связаны с их склонностью к вторичному, яблочно-молочнокислому брожению, которое развивается ко времени розлива. Если вино склонно к такому брожению, его искусственно вызывают до розлива или 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 *Pediococcus*. Оно не идет при низких значениях pH; создав такие условия, его можно подавить. В белых винах яблочно-молочнокислое брожение просходит реже, так как pH в них ниже. Для инициации брожения иногда вместо бактерий используют иммобилизованные ферменты.

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 данным грибом 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 виноделии также используются ферментные препараты, в частности пектолитического действия. Применение пектиназ увеличивает скорость фильтрации сусла, способствует его осветлению и стабилизации. При этом возрастает содержание экстрактивных веществ, витаминов С, флавоноидов, обладающих Р-витаминной активностью.

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

С помощью клеточной и генной инженерии создаются высокопродуктивные штаммы винных дрожжей, разрабатываются непрерывные процессы сбраживания сока с использованием иммобилизованных клеток.

4.4. Технология сухих виноградных вин

Переработка винограда на сухое натуральное вино состоит из технологии первичного и вторичного виноделия.

Первичное виноделие белых сухих натуральных вин включает следующие операции:

- дробление (раздавливание) винограда;
- отделение сусла-самотека;

- прессование мезги (на прессах различной конструкции для получения сока);
- отстаивание сусла с целью его осветления;
- сульфитирование сусла во избежание сбраживания сахаров;
- сбраживание сусла;
- снятие вина с дрожжевого осадка.

Технологическая схема производства тихих вин представлена на рисунке 14.

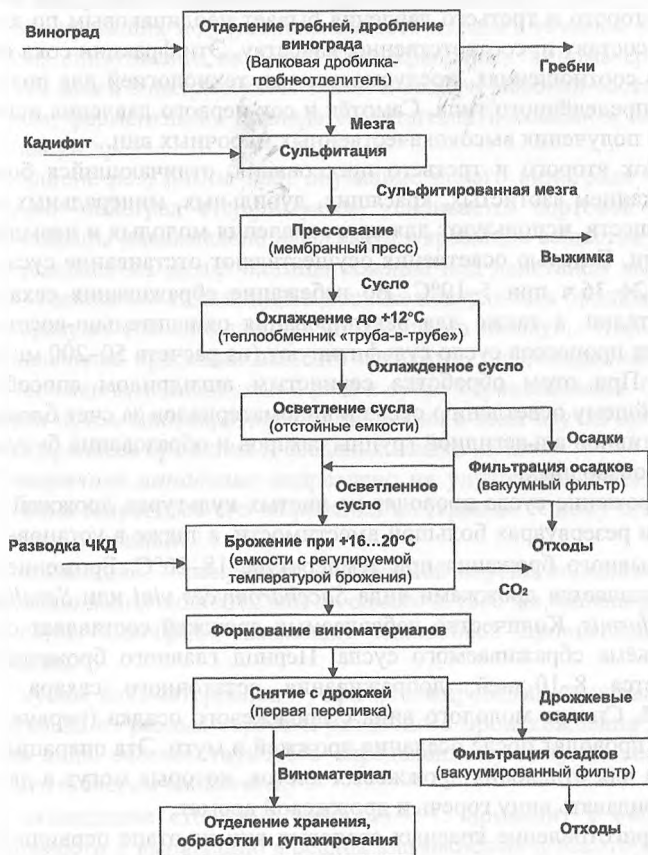


Рис. 14

Принципиальная технологическая схема получения тихих вин

Дробление (раздавливание) винограда с отделением гребня проводят на дробилках-гребнеотделителях. При этом вытекает сок, содержащийся в мякоти ягод. Эта наиболее ценная часть виноградного сока называется сусло-самотёк. Сусло-самотёк отделяют от остальной части ягоды на стекателях. Однако в остатках ягоды и гребнях содержится еще много сока и сахаров. Поэтому для большего выхода сока производят прессование оставшейся части (мезги). Прессование мезги осуществляют на прессах различной конструкции в одну или несколько стадий для дальнейшего отделения сока. Поэтому сок первого, второго и третьего давления бывает неодинаковым по химическому составу и, соответственно, качеству. Эти фракции сока смешивают в соотношениях, предусмотренных технологией для получения вина определённого типа. Самотёк и сок первого давления используют для получения высококачественных марочных вин.

Сок второго и третьего прессования, отличающийся большим содержанием азотистых, красящих, дубильных, минеральных и других веществ, используют для приготовления молодых и невыдержанных вин. С целью осветления осуществляют отстаивание сусла в течение 24–36 ч при 5–10°C. Во избежание сбраживания сахаров на этой стадии, а также для регулирования окислительно-восстановительных процессов сусло сульфитируют (из расчета 50–200 мг SO₂ на литр). При этом обработка сернистым ангидридом способствует дальнейшему осветлению сусла и виноматериалов за счет блокирования активной альдегидной группы сахаров и образования бисульфитных производных.

Брожение сусла проводят на чистых культурах дрожжей в бочках или резервуарах большой вместимости, а также в установках для непрерывного брожения при температуре 18–20°C. Брожение сусла осуществляется дрожжами вида *Saccharomyces vini* или *Saccharomyces oviformis*. Количество добавляемых дрожжей составляет от 2 до 5% объёма сбраживаемого сусла. Период главного брожения продолжается 8–10 дней, дображивания остаточного сахара — 30–45 дней. Снятие молодого вина с дрожжевого осадка (первую переливку) проводят после оседания дрожжей и мути. Эта операция необходима для отделения дрожжевых клеток, которые могут в дальнейшем придавать вину горечь и дрожжевой аромат.

Приготовление красных столовых вин на этапе первичного виноделия отличается от производства белых вин. Это связано с тем, что в большинстве сортов винограда красящие вещества (антоцианы) локализируются в кожице, а сок не окрашен, за исключением сортов-

красильщиков (Саперави, Тентюрье) и франко-американских гибридов. Чтобы получить красное вино, брожению подвергают сушло вместе с мезгой. Этим и отличается технология виноделия «по красному» способу. Накапливающийся в процессе брожения этиловый спирт растворяет антоцианы, что способствует переходу их из кожицы в сушло.

Для получения интенсивно окрашенных вин и более полного извлечения красящих и других веществ применяют специальные технологические приемы: нагрев винограда или мезги до 55–60°C, экстрагирование красящих и дубильных веществ из мезги готовым виноматериалом, спиртование на мезге (для крепленых виноматериалов), обработка мезги электрическим током низкой и высокой частот, ультразвук, ферментными препаратами (цитолитическими и пектолитическими) и др.

Хорошие результаты даёт опускание целого винограда в кипящее сушло: виноград стерилизуется, усиливается сортовой аромат вин, из кожицы максимально извлекаются красящие вещества. В процессе брожения на мезге частицы кожицы под действием выделяющегося углекислого газа поднимаются на поверхность бродящей среды и образуют так называемую «плавающую шапку». Чтобы ускорить извлечение красящих веществ из плотно спрессованной массы мезги, «плавающую шапку» 2–4 раза в сутки перемешивают. Отделение мезги путем многократного прессования в этом случае проводится после процесса брожения и оседания осадка на дно.

Вторичное виноделие направлено на улучшение качества молодого вина в процессе его созревания и старения. К нему относятся следующие операции:

- эгализация — получение однородной партии виноматериалов путем смешивания молодых вин из одного и того же ампелографического сорта винограда, имеющих одинаковое происхождение и назначение;

- купаж виноматериалов — при купажевании смешивают виноматериалы из разных сортов и различного происхождения для получения вина, соответствующего определенному типу по составу и органолептическим свойствам;

- охлаждение столового вина до –5°C приводит к снижению растворимости и выпадению в осадок виннокислых и некоторых других солей К и Са, а также к частичной коагуляции дубильных, красящих и белковых веществ. При их осаждении захватываются взвешен-

ные частички мути, бактерии и споры грибов. Все это способствует стабилизации и созреванию вина;

- центрифугирование и фильтрование вина через фильтры разных типов (матерчатые, пластинчатые и намывные) с различным фильтрующим материалом (кизельгуром, целлюлозной массой, асбестом) позволяют освободить вино от механической взвеси и придать ему прозрачность и блеск;

- переливка вина проводится для того, чтобы усилить процесс выпадения осадка, образующегося при хранении вина, и отделить виноматериал от этого осадка. Первую переливку делают через 8–10 сут после полного завершения брожения, следующую — через 1,5–2 мес. В течение года вино переливают один-два раза и более, вначале открытым способом для активизации в нем окислительных процессов, а затем — закрытым, так как избыточное обогащение вина (особенно созревшего и выдержанного) кислородом может вызвать ухудшение качества;

- оклейка — один из наиболее эффективных способов осветления вина до кристальной прозрачности и предохранения его от помутнения при дальнейшей выдержке или хранении. Для оклейки вина применяют растворенный рыбий клей или желатин. Если в вине содержится мало танина, то перед оклейкой в него вносят определенное количество спиртового раствора танина. При взаимодействии клея с танином образуются хлопья, которые, осаждаясь, захватывают частицы, придающие вину мутность. Трудно осветляющиеся вина обрабатывают неорганическими веществами — бентонитовыми глинами, каолином, кизельгуром (порошком из диатомита, т. е. осадочной породы из диатомовых водорослей), образующими в вине суспензии с противоположно заряженными частицами. В результате этого коагулируют некоторые устойчивые коллоиды, обуславливающие непрозрачность, а иногда и посторонние вкус и запах вина. Разновидностью оклейки, направленной на стабилизацию и улучшение вкуса вина, является обработка его жёлтой кровяной солью $K_4Fe(CN)_6$. Эта соль вступает в реакцию с нежелательными для вина окисными солями железа, образуя нерастворимое соединение тёмно-синего цвета — железосинеродистое железо. При выпадении его (а также комплексных соединений железа с другими металлами) в осадок происходит дополнительная оклейка вина;

- тепловая обработка вина при температуре 60–65°C проводится для ускорения его созревания, улучшения вкуса и повышения устойчивости в хранении. При производстве некоторых типов вин (мадеры,

кнгоа, малаги и др.) высокотемпературная обработка, или выдержка, является обязательным технологическим приемом формирования специфических органолептических свойств виноматериалов.

4.5. Стадии развития вина

Жизнь вина имеет пять этапов: образование молодого вина, его формирование, созревание, старение и отмирание.

Образование вина — это период от момента дробления винограда до завершения процесса спиртового брожения. Для первой стадии этого этапа характерны процессы экстракции и диффузии, а также первичные и вторичные окислительные процессы, происходящие под действием ферментов, активизирующихся после дробления ягод. В связи с тем, что высокая степень окисленности ухудшает органолептические свойства столовых вин, при их производстве используют технологические приемы, направленные на ингибирование окислительных процессов. Наибольшее распространение в практике виноделия получила применяемая с этой целью обработка сусла сернистым ангидридом, обладающим антисептическим и антиоксидантным действием. Предохранить сусло от окисления можно также обработкой его бентонитом или нагреванием в течение 30 с при 85–90°C. Сернистый ангидрид, подавляя действие окислительных ферментов и блокируя окислительно-восстановительные процессы как сильный редуцтант, предотвращает окисление полифенолов и других веществ и тем самым препятствует образованию в сусле темно-окрашенных продуктов конденсации хинонов. При обработке бентонитом удаляются белковые вещества, в том числе окислительные ферменты, вследствие чего поглощение кислорода суслом почти полностью прекращается.

Вторая стадия образования вина включает брожение сусла или мезги, в результате чего принципиально изменяются свойства исходного продукта (сусла) и в значительной мере — его состав. Наибольшим количественным изменениям подвергаются сахара, которые при производстве сухих натуральных вин полностью используются дрожжами. В процессе спиртового брожения, помимо главных продуктов — этилового спирта и углекислоты, образуются вторичные продукты, играющие большую роль в создании вкуса и аромата вин. К ним относятся глицерин, янтарная и уксусная кислоты, ацетальдегид, 2,3-бутиленгликоль, ацетоин, лимонная и пировиноградная кислоты, изоамиловый и изопропиловый спирты, эфиры. К концу брожения молодое вино обогащается полипептидами и аминокислота-

ми — продуктами автолиза дрожжей. Фенольные соединения, реагируя с белками вина, образуют танаты, выпадающие в осадок. Кислоты сусла, так же как и вновь образующиеся при брожении кислоты, частично окисляются или подвергаются превращениям по циклу дитрикарбоновых кислот.

В процессе брожения выделяются в осадок соли, главным образом кальциевые и кислые калиевые соли органических кислот (винной и щавелевой) в результате снижения их растворимости в присутствии спирта. Витамины в первый период брожения потребляются дрожжами. А после автолиза дрожжей происходит обратный переход их в вино. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВ) по мере сбраживания сусла уменьшается с 350 до 135 мВ (милливольт), достигая минимума в период бурного брожения, когда происходит полное потребление кислорода дрожжами. Этот период имеет продолжительность примерно 8–10 сут.

Формирование вина включает период от окончания брожения до момента первой переливки, т. е. до отделения молодого вина от осадка дрожжей. Установлено, что на качество вина существенно влияют условия и сроки выдержки вина над осадком. При свободном доступе кислорода аминокислоты дрожжей могут стать источником образования нежелательных продуктов — альдегидов и аммиака, придающих винам неприятные тона окисления. Настаивание вина на осадочных винных дрожжах (1–2% массы вина) при 0–10°C устраняет указанный дефект, так как в этих условиях дрожжи выделяют в вино ферменты, но не обогащают его растворимыми азотистыми веществами.

Наиболее важным для этапа формирования является процесс так называемого «биологического понижения кислотности вин», сущность которого заключается в превращении яблочной двухосновной кислоты в молочную одноосновную под действием молочнокислых бактерий. Так как молочная кислота по сравнению с яблочной менее диссоциирована и имеет более мягкий вкус, рН вина повышается, исчезает его «зелёная», резкая кислотность, вкус смягчается. Продолжительность этого периода при температуре от 0 до +10°C составляет от двух недель до 45 сут.

Этапы созревания и старения вина включают время выдержки его в бочках (резервуарах) и бутылках. При созревании, протекающем от 2 до 4 лет при доступе кислорода воздуха, вино приобретает стабильность и присущие типу органолептические свойства, т. е. становится «розливозрелым». Старение вина происходит без доступа

воздуха в течение 4–12 лет и более. В этот период полностью развиваются тонкий вкус и специфический аромат, свойственные старым винам определенного типа. Изменения в составе и качестве вин при созревании обусловлены сложными физико-химическими превращениями, из которых наибольшее значение имеют процессы окислительно-восстановительного характера и сахаро-аминные реакции. Поэтому очень важно обеспечить необходимый доступ кислорода в процессе выдержки вина. Взаимодействие составных частей вина с кислородом способствует уменьшению его терпкости в результате окисления полифенолов. Переводя в осадок легкоокисляемые соединения, кислород повышает тем самым стабильность вин и способствует формированию их органолептических свойств.

В результате созревания вино приобретает хорошо развитые вкусовые и ароматические свойства. ОВ-потенциал на этом этапе жизни вина превышает 300 мВ. Избыток поглощённого кислорода приводит к переокислению вина в результате окислительного дезаминирования аминокислот с образованием из них альдегидов, придающих вину горький привкус аммиака. При значительном накоплении этих продуктов «переокисленный» тон вина переходит в «мышьяный». Когда в результате окислительных процессов вино приобретает достаточно розливозрелое состояние и стабильность, доступ кислорода прекращают.

Старение вина начинается с момента, когда окислительные процессы не могут больше улучшать вкусовые и ароматические свойства вина. Вкус и аромат старого вина создаются при низком ОВ-потенциале менее 200–250 мВ. Считается, что наибольшую роль в улучшении органолептических свойств вин при старении играют реакции этерификации, при которых из спирта и органических кислот образуются сложные эфиры. Однако прямой зависимости между качеством вина и содержанием в нем эфиров не установлено. Более того, отмечено, что при избыточном накоплении уксусно-этилового эфира в вине наблюдается неприятный привкус («штих»). При взаимодействии альдегидов и спиртов образуются ацетали, являющиеся ценными компонентами букета вин.

На формирование букета благоприятно влияют аминокислоты и продукты их взаимодействия с сахарами — меланоидины. Продукты распада сахаров придают вину карамельные (малажные) тона. При их чрезмерном развитии в таких винах, как херес, мадера и мускаты, теряются свойства типа вина вкус и аромат. В результате реакций этерификации и конденсации на внутренних стенках посуды, в которой выдерживается вино, появляются осадки (рубашка), состоящие из

полимеризованных связанных с уксусным альдегидом красящих веществ и других соединений.

Этот процесс особенно характерен для красных вин. Из всех этапов жизни вина созревание и старение наиболее продолжительные, а процессы, происходящие в этот период, наиболее многообразны. На этом этапе появляется букет выдержки, характерный для коллекционных вин.

Отмирание вина является конечной стадией его развития. Оно связано с необратимым распадом основных его компонентов и всей системы в целом. Объективными признаками начавшегося распада вин являются выпадение красящих веществ в осадок и приобретение вином неопределенного цвета с грязноватым оттенком, потеря аромата и появление неприятного запаха разложения, резкое изменение и ухудшение вкуса, обусловленное разрушением спирта и органических кислот и накоплением продуктов распада. Срок жизни вина, в основном, зависит от его типа, качества и условий хранения, но рано или поздно вино разрушается. Лучшие натуральные вина можно выдерживать до 30–35 лет, а наиболее экстрактивные высококачественные крепкие и десертные вина — до 100 лет и более.

4.6. Активаторы и ингибиторы спиртового брожения в виноделии

Факторы роста

В практике виноделия иногда нужно стимулировать брожение или наоборот, остановить его и создать условия, при которых забродивание было бы невозможным.

Известно, что брожение при низких температурах позволяет получить вина более высокого качества и более ароматичные, но брожение длится на несколько суток дольше, по сравнению с брожением при высшей температуре и является экономически неэффективным.

Достаточно важным является и приостановка брожения. Большие потери и осложнения возникают в случаях, когда появляются дрожжевые или микробиальные помутнения. Это особенно актуально при производстве и хранении малоспиртуозных и полусладких вин.

Активаторы брожения. Они еще называются «факторами роста» — это такие вещества, без которых невозможен синтез цитоплазмы, хотя они и не принимают участие в ее построении. Также к составу факторов роста относятся вещества, не являющиеся необходимыми для дрожжей, но при добавлении которых ускоряется размножение дрожжей и брожение сула.

Исследование факторов роста начались в начале XX столетия. В состав этих веществ входят некоторые витамины и аминокислоты, некоторые другие вещества, а также благоприятные условия для размножения и жизнедеятельности дрожжей.

Можно выделить несколько факторов, активизирующих спиртовое брожение:

1. Из витаминов — биотин, пантотеновая кислота (витамин В), тиамин (витамин В₁), пиридоксин (витамин В₆), мезоинозит в виде фитина — его кальций-магниевого соли и др.

Витаминов в винограде немного, но они являются биокатализаторами ферментов, способствующих усвоению других питательных веществ.

2. Из аминокислот — аргинин, аланин, гистидин, фенилаланин, глутаминовая кислота.

Наибольшим эффектом ускорения брожения являются наиболее усвояемые минеральные формы азота (соли аммония, мочевины) и различные фосфорные соединения.

3. Активаторами брожения являются пировиноградная кислота, уксусный альдегид, препараты экстрактов дрожжей, взвешенные частички сусла.

4. Естественная аэрация сусла перед брожением так же способствует ускорению их размножения и развития.

5. Лучшей температурой для дрожжей является 18–25°C.

На ряд ферментных реакций синтеза азотистых веществ, реакций декарбоксилирования и синтеза пантотеновой кислоты благоприятно сказывается биотин, не менее значим и пиридоксин. При отсутствии в сусле пиридоксина снижается скорость размножения дрожжей, снижается образование глицерина и янтарной кислоты. Тиамин влияет больше на скорость брожения, чем на размножение дрожжей. При отсутствии пантотеновой кислоты возрастает содержание вторичных продуктов брожения — 2,3-бутиленгликоля и уксусной кислоты.

В последнее время на отечественном рынке появился целый ряд препаратов, разрешающих ускорить брожение и накопление биомассы дрожжей. В основном это препараты экстрактов дрожжей, полученные разными способами. Продуцентами являются такие грибы как *Aspergillus*, *Botrytis*, *Penicillium*.

Ингибиторы брожения. Известно, что интенсивность брожения со временем падает вследствие потребления дрожжами питательных веществ и благодаря накоплению продуктов брожения. Основное

значение при этом имеет этиловый спирт. Высокие концентрации сахаров также имеют ингибирующее действие.

Согласно данным Делле, 1% об. спирта, находящегося в вине, имеет в 4,7 раза большее консервирующее действие, чем 1% мас. сахара.

Существуют ингибиторы, производимые самими дрожжами. Еще Лебедев в 1900 г. отметил, что дрожжи образуют вещества, являющиеся токсичными для собственных клеток. Кох в 1953 г. исследовал антибиотическую активность 145 штаммов дрожжей. Кроме того, в качестве ингибиторов было исследовано большое количество веществ, выделенных из грибов и бактерий. Это ботрицин, выделенный с *Botrytis cinerea* и ингибитор с *Aspergillus niger*, угнетающие дрожжи и слабо действующие на бактерии.

Учеными было исследовано действие веществ, входящих в состав винограда, или образованных в результате брожения. Среди них летучие кислоты, которые обладают ингибирующим действием. Риборо-Гайон установил, что уксусная кислота в концентрации 1 г/дм³ тормозит процесс размножения дрожжей. Уксусная и масляная кислоты приостанавливают размножение дрожжей. Эфирные масла винограда так же оказывают ингибирующее действие на дрожжи.

По аналогии с активаторами брожения можно выделить несколько групп веществ и факторов ингибирующих, то есть временно затормаживающих жизнедеятельность винных дрожжей.

Дрожжи угнетаются присутствием различных ингибирующих веществ и неблагоприятными условиями окружающей среды.

1. Ингибиторы растительного природного происхождения накапливаются в сусле из винограда или вносятся извне.

2. Замечено ингибирующее действие эфирных масел винограда.

3. Фенольные соединения. Рост и развитие дрожжей замедляет избыток красящих веществ, наличие фенолокислот, ароматических альдегидов.

4. Из растительных веществ в качестве ингибиторов дрожжей используют аллилгорчичное масло и препарат юглон, выделяемый из кожуры и листьев грецкого ореха. Их применяют вместе с серной кислотой, предупреждающей окислительные процессы. Ингибирующий эффект при этом возрастает.

5. На развитие дрожжей угнетающе действуют антибиотики, выделяемые грибом *Botrytis cinerea* и *Aspergillus niger*, а также полученные из других сред: ботрицитин, актидион, микостатин, неоцин В.

Интенсивность брожения сусла ослабевает вследствие накопления веществ, понижающих нормальную активность дрожжей. Так,

дикие дрожжи — «сорняки брожения» — отмирают при 5–6% об. спирта, обычные культурные дрожжи замедляют брожение, начиная с 10% об. и прекращают при 14–15% об. Только некоторые спиртоустойчивые расы вида *Sacch. oviformis* способны развиваться при концентрации спирта до 17–18% об.

Высокое содержание сахаров так же угнетает дрожжи; при 76–80 г/100 см³ сахаров дрожжи погибают за счет осмотического обезвоживания. Консервирующее действие спирта в 4,5 раза выше действия сахара. Поэтому их различное соотношение в пересчете на консервирующие единицы (КЕ) должно учитываться при определении биологической стабильности вин к дрожжевым помутнениям.

В виноделии в отдельную группу выделяют консервирующие вещества. Они, как правило, вредны для человека, и применение их нежелательно. Вещества с ингибирующими свойствами полезны для вина, а консерванты — нежелательны. Это лучше всего можно пояснить на примере сернистой кислоты. Как консервант, H₂SO₃ для виноделия неприемлема. Можно приготовить сульфосуло с общим содержанием сернистой кислоты 1,5–2,0 г/дм³, но чтобы использовать его для вина, требуется провести дорогостоящую десульфитацию.

H₂SO₃ является незаменимым антиоксидантом и одновременно прекрасным ингибирующим средством в тех минимальных дозах, которые безвредны для человека.

Малоприспособлена с гигиенической точки зрения широко известная сорбиновая кислота, так как она является хорошим консервантом для винных дрожжей. В то же время она слабоэффективна для подавления уксусно-кислых и молочно-кислых бактерий.

Консервирующее действие сорбиновой кислоты на дрожжи сильнее, чем сернистой кислоты. Сорбиновая кислота совсем не действует на уксуснокислые и яблочно-молочные бактерии. Ингибирующее действие сорбиновой кислоты увеличивается с понижением рН. Сорбиновая кислота разрешена к использованию во многих странах, среди которых Франция, Германия, Швейцария, Польша, США и др., причем в дозах больших, чем разрешено в нашей стране. Применение химических консервантов для остановки и предупреждения брожения нежелательно из гигиенических соображений.

4.7. Технология шампанских и игристых вин

Сорт и качество винограда играют решающую роль в получении продукции требуемого качества. Не все сорта, пригодные для производства шампанского, дают равноценную продукцию. Например,

шампанское, приготовленное из сортов Пино чёрный, Шардоне, Траминер, Совиньон, значительно превосходит по качеству шампанское из сортов винограда Ркацители, Рислинг, Алиготе, Фетяска. Сбор винограда производят при его технической зрелости — накоплении сахара не менее $17 \text{ г}/100 \text{ см}^3$ и содержания титруемых кислот $8\text{--}10 \text{ г}/\text{дм}^3$.

Оптимальные кондиции виноградного сока для шампанских виноматериалов: содержание сахара $17\text{--}20 \text{ г}/100 \text{ см}^3$, титруемая кислотность $8\text{--}11 \text{ г}/\text{дм}^3$, рН $2,8\text{--}3,0$, содержание фенольных веществ $100\text{--}200 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Основателем производства Советского шампанского является профессор А. М. Фролов-Багреев. Им же разработана технология шампанизации вина в крупных резервуарах. В дальнейшем в 1954 г. профессор Г. Г. Агабальянц совместно с сотрудниками разработал способ шампанизации вина в непрерывном потоке, по которому вырабатывается большая часть шампанского в нашей стране.

4.8. Технология шампанского бутылочным способом

Шампанские виноматериалы готовят по технологии натуральных сухих белых вин. Цвет виноматериалов должен быть светло-соломенным с зеленоватым оттенком (допускается незначительный розовый оттенок при использовании красных сортов винограда), аромат — соответствующий сорту, вкус — чистый, гармоничный; содержание спирта $10\text{--}12\%$ оборота, остаточный сахар — не более $0,2 \text{ г}/100 \text{ см}^3$, титруемая кислотность $6\text{--}10 \text{ г}/\text{дм}^3$, SO_2 — $80\text{--}120 \text{ мг}/\text{дм}^3$, железа до — $20 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Производство шампанского из шампанских виноматериалов бутылочным способом (французская технология) включает следующие операции:

- приготовление тиражной смеси;
- розлив тиражной смеси в бутылки (тираж);
- проведение вторичного брожения (шампанизация);
- послетиражная выдержка вина в штабелях (кюве);
- перевод осадка на пробку (ремюаж);
- сбрасывание осадка из горлышка бутылки (дегортаж);
- дозирование экспедиционного ликёра;
- контрольная выдержка готового шампанского;
- оформление бутылок и их упаковка.

В тиражную смесь входят шампанские виноматериалы, раствор сахара из расчёта $22 \text{ г}/\text{дм}^3$, дрожжи в виде дрожжевой разводки в со-

стоянии бурного брожения (3–5%); оклеивающие вещества (растворы рыбьего клея, танина, бентонитовая глина 20 мг/дм³ — для образования в дальнейшем зернистого дрожжевого осадка).

Тираж — розлив тиражной смеси в новые прочные бутылки, выдерживающие высокое давление, с оставлением свободного пространства 7 ± 1 см. Тиражная смесь содержит 10–12% об. спирта, 2,2% сахара, 7–8 г/дм³ титруемых кислот. Бутылки герметично укупоривают специальными пробками, закрепляемыми на венчике горлышка металлической скобой.

Вторичное брожение проходит в помещениях с температурой 10–12°C, для чего бутылки укладывают штабелем в горизонтальном положении. Продолжительность этого процесса 30–40 сут. К концу брожения содержание спирта повышается в среднем на 1,2% об., остаточное содержание сахара не превышает 0,3 г/100 см³, а избыточное давление CO₂ в бутылках становится равным 400–500 кПа при температуре 10°C. После окончания брожения в бутылках образуется осадок, состоящий из дрожжевых клеток, танатов, винного камня и других веществ, а вино становится прозрачным.

Послетиражная выдержка вина (кюве) продолжается 3 года в подвалах при температуре 10–15°C. За это время в вине проходят сложные биохимические и физико-химические процессы. В результате чего улучшаются вкус, букет, пенистые и игристые свойства шампанского. Во время выдержки во избежание прилипания осадка к стенкам их перекалывают, одновременно взбалтывая.

При тираже на каждой бутылке делается известью или мелом метка в том месте, в котором образуется пузырь воздуха (газовая камера), когда бутылка находится в лежачем положении. При перекалках бутылки каждый раз укладывают в прежнее положение, при этом пузырь воздуха должен быть под меткой. В первый год проводят две перекалки, в последующие — по одной.

Ремюаж — это переведение осадка на пробку с целью дальнейшей удалением его из вина. Этот сложный процесс осуществляют вручную на станках-пюпитрах или с помощью специальных машин высококвалифицированные мастера (ремюоры). Бутылки устанавливаются в особые пюпитры, напоминающие по форме приоткрытую книгу, поставленную корешком вверх. По обеим плоскостям пюпитра имеются отверстия, расположенные в 10 рядов по 6 отверстий в каждом. В эти отверстия вставляются в наклонном положении горлышками вниз бутылки. Каждый пюпитр вмещает 120 бутылок. Отверстия в пюпитрах имеют сложную форму, позволяющую изменять по-

ложение бутылок от почти горизонтального до близкого к вертикальному.

После установки в пюпитры бутылки оставляют в покое до полного осветления вина. Дрожжевой осадок при этом рыхлой массой скапливается в горлышке и на плечиках бутылки. Достигается это легким вращательным встряхиванием бутылки и небольшим поворотом ее по часовой стрелке. Встряхивания и повороты делаются каждый день или через день на протяжении месяца и более. Продолжительность встряхивания за каждый прием, сила встряхивания и величина угла поворота бывают различными, в зависимости от состояния и положения осадка. Лишь длительный навык мастера-ремюера может определить это. В процессе ремюажа плечики бутылок ежедневно подвергают лёгким ударам о края отверстия пюпитра, бутылки поворачивают вокруг продольной оси на $1/8$, $1/4$ или $1/2$ окружности и уменьшают угол, образуемый бутылкой и пюпитром. В результате такой обработки осадок постепенно сползает на пробку, не взмучиваясь и не разделяясь.

Эта трудоемкая и тонкая работа, которую без большой натяжки можно приравнять к искусству, до сих пор не механизирована с надлежащим эффектом, несмотря на многочисленные попытки.

Когда весь осадок перейдет на пробку, бутылкам придают вертикальное положение и оставляют в таком виде на некоторое время в покое для большего уплотнения осадка. Следующая операция — сбрасывание осадка из горлышка бутылки (дегоржаж). Цель этой операции — полное удаление осадка вместе с пробкой. Для снижения потерь и облегчения удаления осадок вместе с содержащимся в нем вином замораживают при температуре минус $15-18^{\circ}\text{C}$ до образования льдинок. Процесс дегоржажа проводят чаще всего вручную опытные мастера (дегоржеры). Одновременно они определяют аромат, а при необходимости и вкус шампанского.

При вскрытии бутылок дегоржер вначале снимает скобу, затем расшатывает пробку специальными клещами и сбрасывает пробку вместе с осадком. Пена, выходящая после сброса пробки, омывает внутреннюю поверхность горлышка, очищая её. После определения прозрачности, аромата, а при необходимости и вкуса, бутылки передают на дозирование экспедиционным ликёром.

После дегоржажа в вино вводят экспедиционный ликёр, который содержит выдержанные высококачественные виноматериалы, свекловичный сахар, коньячный спирт, лимонную и аскорбиновую кислоты. Таким способом получают ту или иную марку коллекцион-

ного шампанского — брют, сухое или полусухое. Для марки брют используют сухой материал, а не ликёр. После внесения экспедиционного ликёра бутылки укупоривают новыми экспедиционными пробками (корковыми или полиэтиленовыми), которые закрепляют специальными проволочными уздечками — мюзле.

Контрольную выдержку проводят в течение не менее 10 сут при температуре 17–25°C. Во время её проводят химический, микробиологический и органолептический анализы.

Затем бутылки направляют на внешнее оформление: покрывают горлышко фольгой, наклеивают этикету и кольберетку. Отделанные бутылки обёртывают бумагой и упаковывают.

4.9. Производство шампанского в акротофорах — резервуарный способ

Этот способ начали применять в конце XIX в. во Франции для изготовления низкосортных вин. В нашей стране он был внедрён в 1936 г. Продолжительность технологического цикла в этом случае ограничивается 1 мес. Вторичное брожение протекает в герметически закрытых аппаратах-акротофорах при постепенном нарастании давления углекислого газа. Резервуарный периодический метод шампанизации включает следующие процессы: приготовление бродильной смеси из шампанских виноматериалов, резервуарного ликёра, состоящего из растворенного в вине сахара-песка и разведённых дрожжей; вторичное брожение в акротофоре; охлаждение вина и розлив в бутылки. Вся технология должна проходить в бескислородных условиях.

Брожение проводят при температуре не выше 15°C в течение 20 сут при общей продолжительности процесса шампанизации 25 сут. Затем вино охлаждают до –3, –5°C в зависимости от марки в течение 48 ч. После обработки холодом шампанское фильтруют и отправляют на розлив в бутылки. Этим способом изготавливают в основном игристые вина.

Вино, полученное резервуарным способом, имеет более низкое качество, чем вино, изготовленное методом бутылочной или непрерывной шампанизации. В нём не успевают развиваться характерные для выдержанного шампанского вкус и аромат, оно имеет обычно более или менее выраженные тона окисленности и, кроме того, пенистые и игристые свойства его хуже. Это объясняется тем, что резервуарный ликёр содержит кислород, а вино не обогащается в достаточной мере ферментами и продуктами автолиза дрожжей.

4.10. Шампанизация в непрерывном потоке

Способ производства шампанского в непрерывном потоке был разработан в нашей стране в 1954 г. под руководством профессора Г. Г. Агабальянца. Он позволяет получать вино высокого качества за три недели и в настоящее время является основным в производстве шампанского. Особенности этого способа заключаются в следующем. Вначале обескислороживают купаж шампанских виноматериалов, затем его нагревают до 50–60°C в течение 5–20 ч, вносят резервуарный ликёр до содержания сахара 22 г/дм³. Затем смесь охлаждают, фильтруют, добавляют разведённые дрожжи и направляют для шампанизации на линию, состоящую из 7–8 последовательно соединённых аппаратов вместимостью 500–1000 дал каждый. Последний аппарат выполняет функцию биогенератора. Его заполняют полиэтиленовыми пробками, буковой стружкой, на которых осаждаются продукты разложения дрожжей, при этом вино обогащается продуктами их жизнедеятельности. После биогенератора шампанское охлаждают до –3, –4°C и выдерживают при этой температуре 24 ч. Затем добавляют экспедиционный ликёр для корректировки кондиции, фильтруют и разливают в бутылки при температуре не выше –1°C под давлением.

Обескислороживание купажа шампанских виноматериалов имеет биологический характер и направлено на снижение ОВ-потенциала и обогащение вина продуктами, обладающими восстанавливающими свойствами, а также поверхностно-активными, букетистыми и вкусовыми веществами, улучшающими типичные качества шампанского. Этот процесс осуществляется в аппаратах (ферментаторах), заполненных дрожжами. В этих аппаратах происходит деаэрация вина, кислород полностью потребляется дрожжами.

Для автолиза дрожжей и обогащения вина продуктами автолиза белкового характера и ферментами вино нагревают до 50–60°C. Термообработка вина в присутствии дрожжей ведёт к повышению содержания эфиров некоторых жирных кислот, способствует образованию букетистых веществ и игристых свойств шампанского.

Шампанизация обескислороженного вина происходит в последовательно соединённых аппаратах при температуре +15°C. Непрерывность потока шампанизируемого вина осуществляется за счёт постоянного давления 400–500 кПа в замкнутой системе герметичных аппаратов. В результате чего накапливаются связанные и растворённые в вине формы CO₂ (диоксида углерода) при взаимодействии с продуктами автолиза дрожжей (аминокислотами) и под давлением.

Для освобождения от дрожжей шампанизируемое вино проходит биогенератор, заполненный полиэтиленовыми, керамическими или другими наполнителями, на которых отработавшие дрожжи оседают. В биогенераторе шампанское выдерживают для обогащения вина продуктами автолиза дрожжей белкового характера, которые способствуют формированию органолептических свойств вина и связывают растворенные формы диоксида углерода.

Затем вино фильтруют, вводят экспедиционный ликер, охлаждают и выдерживают в термос-резервуарах при температуре не выше -3°C в течение нескольких часов для процессов ассимиляции, а затем дополнительно фильтруют и подают на розлив при температуре не выше -1°C под давлением в охлажденные бутылки, как это принято для игристых и газированных вин.

В нашей стране выпускается шампанское пяти марок по сахаристости, в том числе и выдержанное (коллекционное). Применяют все три метода: непрерывный резервуарный — для изготовления крупных партий; резервуарный периодический — для игристого муската и красных игристых вин; бутылочный — для коллекционного Советского и Российского шампанского.

Для шампанских вин характерны бледно-соломенная окраска с зеленоватым или золотистым оттенком, свежий гармоничный вкус и приятный тонкий букет с запахом цветов, а иногда поджаренных ядер подсолнуха, полная прозрачность без осадка и посторонних включений.

В России коллекционное шампанское производится в Абрау-Дюрсо, в Крыму (Новый Свет). Выпускается вино трёх марок: брют, сухое и полусухое. Объём производства шампанского бутылочным способом составляет 10–15% общего выпуска.

4.11. Расчеты при купажировании вин

В виноделии часто прибегают к смешиванию виноматериалов различного качества с целью получения кондиционного вина. Такая операция называется купажированием.

Купажирование (купаж) — это направленное смешивание различных виноматериалов иногда с добавлением виноградных концентратов и этилового ректифицированного спирта.

Цель купажирования может быть различной: выравнивание кондиций, откуда и произошло само название (*la cupage* — по-французски «срезка») этого приема, создание однородных типичных партий известной марки вина, омоложение старых вин, иногда — исправление некоторых недостатков вкусовых качеств.

пов (сорт Совиньон) крепостью № 1 — 7,0; № 2 — 8,0; № 3 — 10,0 и № 4 — 14,0 % об. Расчет ведем по такому же принципу.

Решение:

Вино 1	\ 7 /	3
	/ \	11
Вино 4	/ 14 \	4
Вино 3	10	3

Вино 2	\ 8 /	3
	/ \	11
Вино 4	/ 14 \	3

4.13. Классификация виноградных вин

Вина России и государств СНГ, где введена единая классификация виноградных вин, кроме игристых, делят в зависимости от способа производства на натуральные и специальные. Вина классифицируют также по ряду других признаков: по содержанию спирта и сахара, цвету, качеству, сроку выдержки, по используемому сырью.

По используемому сырью вина делят на сортовые и купажные. Сортовые вина получают, в основном, из одного сорта винограда. Примесь других сортов может быть не более 15%. Купажные вина готовят из нескольких сортов винограда.

В зависимости от способа производства вина делят на натуральные и специальные.

К **натуральным** винам относят вина, получаемые полным или неполным сбраживанием сусла или мезги, содержащие этиловый спирт только эндогенного происхождения. При производстве натуральных вин допускается использование концентрата виноградного сока.

К **специальным** относят вина, получаемые полным или неполным сбраживанием сусла или мезги с добавлением этилового спирта. При их производстве допускается использование концентрата виноградного сока или мистеля.

Вина **натуральные** могут быть тихими и шипучими. Тихие вина не содержат избытка диоксида углерода. К **газированным (шипучим)** винам относят натуральные, искусственно насыщенные (физическим путём) углекислым газом.

Вина натуральные и специальные могут быть **ароматизированными**, контролируемых наименований по происхождению.

Ароматизированные вина (типа вермута) получают путём добавления к натуральным или специальным винам экстрактов или дистиллятов различных частей пряно-ароматических растений.

При производстве шипучих и ароматизированных вин разрешается использовать сахар-песок или сахар-рафинад.

Вина контролируемых наименований по происхождению — это натуральные или специальные вина высокого качества, получаемые по специальной или традиционной технологии из определённых сортов винограда строго регламентированного района. Эти вина отличаются оригинальными органолептическими свойствами, обусловленными экологическими условиями конкретной местности, указанной в их наименовании.

По химическому составу: по содержанию спирта и сахара натуральные вина подразделяют на: сухие, сухие особые, полусухие и полусладкие.

Специальные вина подразделяют на: сухие, крепкие, полудесертные, десертные и ликёрные (табл. 3).

Таблица 3

Классификация виноградных тихих вин по содержанию сахара и спирта

Группа вин	Объёмная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³
Натуральные:		
сухие	9–13	не более 3
сухие особые	14–16	не более 3
полусухие	9–13	5–25
полусладкие	9–12	30–80
Специальные:		
сухие	14–20	не более 15
крепкие	17–20	30–120
полудесертные	14–16	50–120
десертные	15–17	140–200
ликёрные	12–16	210–300

По качеству и сроку выдержки вина подразделяют на: молодые, вина без выдержки, выдержанные, марочные и коллекционные.

К **молодым винам** относят натуральные сухие вина, полученные по общепринятой технологии. Их реализуют до 1 января следующего за урожаем винограда года.

Вина без выдержки получают по общепринятой технологии и реализуют с 1 января следующего за урожаем винограда года.

Выдержанные вина — это вина улучшенного качества, получаемые по специальной технологии, с обязательной выдержкой перед розливом в бутылки не менее 6 мес.

К **марочным** относятся высококачественные вина, получаемые по специальной технологии из определённых сортов винограда или специально подобранной их смеси, произрастающих в определённых

районах, характеризующиеся тонкостью вкуса и аромата (букета) и обязательной выдержкой в бочках или резервуарах перед розливом в бутылки не менее 1,5 лет.

Коллекционные вина отличаются от марочных дополнительной выдержкой (после выдержки в стационарном резервуаре) в бутылках не менее трёх лет.

К **игристым** относятся вина с избыточным содержанием двуоксида углерода (CO₂), который образуется при шампанизации (вторичном брожении без доступа воздуха) подслащенных виноматериалов в бутылках или герметичных резервуарах. Содержание спирта в них не менее 10,0% об. В зависимости от массовой концентрации сахаров игристые вина подразделяют на: брют, сухое, полусухое, полусладкое, сладкое.

Классификация игристых вин представлена в таблице 4.

Таблица 4

Классификация игристых вин

Наименование показателя	Норма
Объёмная доля этилового спирта, %, не менее:	
для жемчужных	8,5
для остальных	10,0
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³ :	
брют, не более	15,0
сухое	20,0–25,0
полусухое	35,0–45,0
полусладкое	55,0–65,0
сладкое	75,0–85,0
Массовая концентрация приведённого экстракта, г/дм ³ , не менее:	
для белых и розовых	16,0
для красных	18,0
Массовая концентрация титруемых кислот (в пересчёте на винную кислоту), г/дм ³	5,0–8,0
Массовая концентрация общей сернистой кислоты, мг/дм ³ , не более	200,0
Массовая концентрация железа, мг/дм ³ , не более:	
для белых	10,0
для розовых и красных	15,0
Давление двуоксида углерода в бутылке при температуре 20°C, кПа, не менее:	
для жемчужных	200,0
для остальных	350,0

Игристые вина, кроме того, подразделяют на «Игристые вина» без присвоенного наименования и «Игристые вина» с присвоенным наименованием, отличающиеся оригинальными органолептическими свойствами или специфическими особенностями технологии. Белые игристые вина, содержащие сахаров до 20,0 г/дм³, вырабатывают только с присвоенным наименованием. Игристые вина, приготовленные с использованием только естественного сахара винограда, носят название «натуральные».

По продолжительности выдержки игристые вина подразделяют на: вина без выдержки, выдержанные после окончания шампанизации не менее 6 мес., коллекционные — реализуемые с обозначенным годом шампанизации вина после выдержки в бутылках не менее двух лет.

В нашей стране выпускают Советское и Российское шампанское. Для их производства используют строго регламентированные сорта винограда и специальные технологии. Кроме шампанских вин отечественная винодельческая промышленность выпускает красные, розовые и мускатные игристые вина.

Российское шампанское в зависимости от продолжительности выдержки бывает: без выдержки, выдержанное — со сроком выдержки не менее 6 мес., коллекционное — выдержанное не менее трёх лет в бутылках с обозначением на этикетке года шампанизации вина. Объёмная доля спирта в нём — не менее 10,5% об. (до 12,5% об.). Оно бывает с присвоенным наименованием и без присвоенного наименования.

Советское шампанское сухое, полусухое и полусладкое бывает специальных наименований, а выдержанное в бутылках не менее трех лет — брут, сухое и полусухое относится к коллекционному.

В таблице 5 представлена классификация шампанских вин России.

Таблица 5

Классификация шампанских вин России

Наименование показателя	Норма для вин	
	советское шампанское	российское шампанское
Объёмная доля этилового спирта, %	от 10,5 до 12,5	не менее 10,5
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³ :		
брут, не более:	15,0	15,0
сухое	20,0–25,0	20,0–25,0
полусухое	40,0–45,0	35,0–45,0
полусладкое	60,0–65,0	55,0–65,0
сладкое	80,0–85,0	75,0–85,0
специальных наименований	20,0–65,0	—

Наименование показателя	Норма для вин	
	советское шампанское	российское шампанское
Массовая концентрация приведённого экстракта, г/дм ³ , не менее	—	16,0
Массовая концентрация титруемых кислот (п пересчёте на винную кислоту), г/дм ³	от 5,5 до 8,0	от 5,5 до 8,0
Массовая концентрация летучих кислот (п пересчёте на уксусную кислоту), г/дм ³ , не более	1,0	—
Массовая концентрация общей сернистой кислоты, мг/дм ³ , не более	200	200
п том числе свободной, не более	20	—
Массовая концентрация железа, мг/дм ³ , не более	10	10
Давление двуокиси углерода в бутылке при температуре 20°C, кПа, не менее	350	350

Вина виноградные оригинальные получают путём полного или частичного сбраживания виноградного сусла, мезги или восстановленного виноградного сусла с использованием вкусоароматических добавок (натуральных ароматизаторов), а также сахара, этилового спирта-ректификата, лимонной кислоты, карамельного солода, воды (для восстановления концентрированного виноградного сусла) и других компонентов. Таким образом, оригинальные вина имеют ряд свойств, присущих натуральным винам и некоторую искусственную часть (раньше такие вина относили к фальсификатам). В зависимости от содержания спирта и сахара оригинальные вина делят на группы: сухие, полусухие, полусладкие, сладкие, крепкие, полудесертные и десертные (табл. 6).

Таблица 6

Классификация оригинальных вин

Группа вин	Объёмная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³
Сухие	9,0–13,0	не более 3,0
Полусухие	9,0–13,0	5,0–25,0
Полусладкие	9,0–12,0	30,0–55,0
Сладкие	9,0–12,0	60,0–80,0
Крепкие	17,0–20,0	15,0–120,0
Полудесертные	14,0–16,0	50,0–120,0
Десертные	15,0–17,0	140,0–200,0

Содержание титруемых кислот в них от 4,0 до 8,0 г/дм³ (в пересчёте на винную кислоту).

Сухие оригинальные вина получают полным сбраживанием сусла или мезги.

Полусухие, полусладкие и сладкие оригинальные вина приготавливают путём полного сбраживания виноградного сусла или мезги с добавлением сахара или виноградного концентрированного сусла.

Крепкие, полудесертные и десертные оригинальные вина вырабатывают полным или неполным сбраживанием виноградного сусла или мезги с добавлением этилового спирта, сахара или виноградного концентрированного сусла.

Оригинальные вина могут быть *ароматизированными*, а сухие, полусухие, полусладкие и сладкие оригинальные вина — также и *газированными* (шипучими). При производстве *ароматизированных* виноградных вин используют пищевые вкусоароматические добавки, а *газированные* вина получают путём искусственного насыщения виноматериалов двуокисью углерода.

Ассортимент оригинальных вин: Монастырская вечеря, Крещение младенца, Раздолье, Монастырская трапеза, Лики любви, Дары леса и др.

В конце 2003 г. решением Правительства Российской Федерации производство оригинальных вин запрещено.

По цвету виноградные вина подразделяют на *белые, розовые и красные* (мускаты — на белые, розовые, чёрные и фиолетовые). Среди белых вин различают светло-соломенного цвета, тёмно-золотистого, светло-янтарного, янтарного, тёмно-янтарного. Цвет розовых вин варьируется от светло-розового до тёмно-розового; красных — от красного до тёмно-красного.

По содержанию углекислоты (диоксида углерода) виноградные вина объединяют в две группы:

1 группа — тихие вина (натуральные, специальные, ароматизированные);

2 группа — вина, перенасыщенные диоксидом углерода (игристые и шипучие).

4.14. Специальные вина

В зависимости от содержания спирта и сахара *специальные* вина подразделяют на сухие, крепкие, полудесертные, десертные и ликёрные. Эти вина получают из высокосахаристых сортов винограда белых, розовых и красных, достигших полной технологической зрелости.

сти. Для повышения сахаристости грозди подвяливают на кустах путём перекручивания ножки или заизюмливают виноград после сбора.

Особенностью производства специальных вин является приостановка брожения виноградного сусла (с мезгой или без неё) путём спиртования: внесением спирта-ректификата в начале брожения при получении полудесертных, десертных и ликёрных вин, когда большая часть сахаров ещё не сброжена; или в конце брожения при малом остаточном содержании сахаров при изготовлении сухих и крепких вин. Для повышения сахаристости сусла допускается добавление концентрированного виноградного сока (вакуум-сусла) или мистеля.

Специальные сухие и крепкие вина содержат спирта и сахара соответственно: сухие — 14–20% об., до 15 г/дм³, крепкие — 17–20% об. и 30–120 г/дм³. При производстве этих вин ректифицированный спирт вводят в сусло в конце брожения.

К крепким специальным винам относятся 9 типов: крепкое белое, розовое, красное, а также вина специального типа: портвейн белый, розовый, красный. Мадера, херес и марсала.

Вина крепкие специального типа готовят с использованием специальных приёмов, придающих им типовые признаки: оттенок калёного орешка и плодовый букет — портвейну, ромово-коньячно-ореховый тон — мадере, смолистый тон — марсале и хересный тон — хересу.

4.15. Портвейны

Самое распространённое крепкое белое, розовое и красное вино. Родина — Португалия (г. Порту), откуда происходит название. Спирта содержит 17–20% об., сахара от 60 до 140 г/дм³, титруемая кислотность 5 г/дм³ и более.

Для производства портвейна используют сорта винограда Ркацителли, Воскеат, Кокур белый, Клерет, Каберне красный, Саперави красный, Матраса красный, Алиготе, Тайфи розовый и др. Виноград собирают при полной зрелости с сахаристостью не менее 20% — для белых портвейнов и не менее 22% — для красных.

Важное значение в технологии портвейнов имеют контакт сусла с твёрдыми элементами ягоды, количество сброженного сахара и тепловая выдержка (портвейнизация).

Для более полного экстрагирования ароматических, дубильных, азотистых и других веществ сусло настаивают на мезге с нагреванием до 35–40°C (до 24 ч и более), подбраживают, при необходимости саха-

ристости спиртуют ректификованным спиртом высшей очистки. Портвейнизация сусла при нагревании осуществляется с доступом воздуха для карамелизации сахаров и окислительных процессов.

Осветлившиеся виноматериалы снимают с дрожжевых осадков и выдерживают в дубовых бочках в подвалах при температуре 15–17°C. Выдержка в подвалах для марочных портвейнов длится 3 года, на третьем году их оклеивают и обрабатывают холодом, на четвёртом году разливают в бутылки для реализации. Они отличаются карамельным оттенком во вкусе и плодовым букетом (с тоном калёного орешка).

Допускается тепловая обработка виноматериалов теплом на открытых солнечных площадках, в специальных камерах и термостатированных резервуарах при температуре от 30 до 70°C для ускорения процесса портвейнизации при доступе воздуха.

Лучшие марочные портвейны вырабатывают:

- в Крыму — Южнобережный, Сурож, Ливадия, Массандра, Таврида и др.;
- в Армении — Айгешат, Ереванский и др.;
- в Азербайджане — Акстаха, Алабашлы. Дигляр и др.;
- в Грузии — Карданахи, Хирса, Акмета и др.;
- в Узбекистане — Фархат, Лазат, Самарканди, Портвейн розовый и др.

4.16. Мадера

Это белое крепкое специальное вино. Родина этого вина — Португалия (о. Мадейра).

Мадера — это вино дважды рождённое под солнцем. Первое — рождение винограда. Второе — мадеризация виноматериалов во вращающихся бочках на берегу под солнцем.

В России вырабатывают крепкое вино типа мадеры с содержанием спирта 18–20% об., сахаров 30–70 г/дм³ (в сухой мадере сахаров — до 15 г/дм³), с умеренной кислотностью 4–7 г/дм³ и высоким содержанием экстракта.

При производстве мадеры используют сорта винограда Серсиаль, Альбилио, Мальвазия, Вердельо, Воскеат и др.

Особенностью производства мадеры является выдержка виноматериалов с аэрацией, получившая название *мадеризация*. Технологический процесс приготовления Мадеры проходит в две стадии — получение мадерного виноматериала и его тепловая обработка (мадеризация) одним из способов.

На выработку мадерных виноматериалов направляют специальные сорта винограда — Вердельо, Серсиаль, Мальвазия, Альбилио, Шабаш, Кокур, Ташлы, Баян ширей, Семильон, Пухляковский, Оporto, Воскеат, Ркацителы, которые отличаются повышенным содержанием экстрактивных, в частности, фенольных веществ.

Для приготовления Мадеры используют сухие виноматериалы, винноматериалы с остаточным сахаром и сладкие виноматериалы.

Сухие виноматериалы готовят частичным сбраживанием сусле на мезге на чистой культуре дрожжей при температуре 28–30°C в резервуарах с плавающей шапкой или специальных аппаратах периодическим и непрерывным способом. Виноматериалы отделяют от мезги стеканием и прессованием и спиртуют до 18–20% об. Сухие мадерные виноматериалы могут быть получены также нагреванием мезги до 45–70°C, выдержкой ее при данной температуре в течение 1–3 ч, прессованием, сбраживанием полученного сусле и последующим спиртованием виноматериалов. Некоторые винзаводы практикуют нагревание мезги до 60°C и настой сусле на мезге при этой температуре в течение 4–8 ч.

Виноматериалы с остаточным сахаром получают спиртованием бродящей мезги, чтобы приготовить виноматериалы с кондициями 18–20% об. спирта и 3–5% сахара, или 15–18% об. спирта и 2–4% сахара в зависимости от конкретной технологии Мадеры.

Сладкие виноматериалы готовят спиртованием сусле до 20% об. после его осветления либо после его частичного подбраживания.

Мадеризация осуществляется двумя способами — нагреванием вина в присутствии древесины дуба и без нее. Мадеризуют виноматериалы обычно раздельно, затем составляют купаж, который или повторно подвергается тепловой обработке и последующей выдержке, или только выдерживается.

Мадеризацию вин в присутствии древесины дуба проводят в дубовых бочках или крупных металлических резервуарах, внутри которых уложены дубовые клепки.

Мадеризацию вин в бочках проводят: на солнечных площадках при температуре 28–35°C в течение 1–3 летних сезонов, в остекленных оранжереях при температуре 40–45°C в течение 6–7 мес., а также в искусственно обогреваемых помещениях — мадерниках. Продолжительность выдержки вина в мадерниках зависит от температуры.

Ординарные Мадеры выдерживают при 65–70°C в течение 1 мес., вина высококачественные — при 45–50°C около 6 мес.

Бочки в мадернике размещают в несколько ярусов и держат их недолитыми на 4–5 дал для обеспечения необходимого кислородного режима.

С целью интенсификации процессов формирования Мадеры и увеличения производительности способа применяют поточный метод мадеризации вина в батарее из бочек при 58–60°C.

Нагревание вина в крупных резервуарах с размещенной внутри клепкой осуществляют с помощью выносных или смонтированных в резервуаре теплообменников.

Количество дубовых клепок подбирается с таким расчетом, чтобы их удельная поверхность была такой же, как и в бочках.

Для мадеризации в цистернах с погруженной клепкой нагретое до 70°C вино подают в резервуар, оставляя в нем газовую камеру объемом 1 м³. Температуру вина в течение 3–4 мес. поддерживают на уровне 60–65°C пропусканием пара через встроенный в резервуар змеевик. Ежедневно с помощью специальных устройств в вино вводят 15–20 мг/дм³ кислорода (за весь период мадеризации в вино задают 250–300 мг/дм³ кислорода).

Мадеризация в потоке осуществляется в установке, которая состоит из трех последовательно соединенных резервуаров с погруженной дубовой клепкой, напорного резервуара, теплообменников, приемной цистерны, кислородной станции и регулятора степени наполнения резервуара. Виноматериал непрерывно поступает в установку из напорного резервуара, проходит через последовательно соединенные резервуары, в которых подвергается мадеризации, и, выходя из последнего, собирается в приемнике.

Мадеризация виноматериала осуществляется в потоке при температуре 58–60°C и ежедневном введении кислорода.

Полученные в последние годы экспериментальные данные показали, что возможность мадеризации заложена в самом вине и зависит от его химического состава, в особенности от содержания фенольных и азотистых веществ, и может проводиться без контакта с древесиной дуба. Чтобы обеспечить приготовление типичной Мадеры, количество фенольных соединений в вине должно быть 0,3–0,6 г/дм³, а азотистых веществ — не ниже 300 мг/дм³. Способ мадеризации вина без участия компонентов древесины дуба осуществляется в специальной установке. Она включает герметизированный теплоизолированный горизонтальный резервуар, в который вмонтированы термометр сопротивления, термобаллон, регулятор температуры и датчик уровня. В верхней части резервуара имеется перфорированная труба для раз-

брызгивания вина, которая соединена с электронасосом. В нижней части резервуара установлен паропровод для подогрева вина. Уровень окислительно-восстановительного потенциала контролируется электродами, встроенными в резервуар. В качестве вторичного прибора применен показывающий, самопишущий и регулирующий потенциометр. Введение кислорода в надвинное пространство проводят из баллона. Конструкция установки позволяет вести процесс мадеризации в герметизированных условиях при непрерывном обогащении вина кислородом.

Виноматериал, подготовленный для мадеризации, закачивается в резервуар до заданного контролируемого уровня. После наполнения резервуара вином его подогревают паром или горячей водой. Необходимый уровень температуры мадеризации достигается в три приема — в первый день вино нагревают до 40–45°C, во второй день — до 40–55°C и в третий — до 55–65°C. Если в виноматериал перед мадеризацией были введены дрожжевые осадки, то первые трое суток вино необходимо выдерживать при температуре 45°C.

Надвинное пространство заполняется кислородом из баллона, где он находится под постоянным давлением 10–20 кПа.

Насыщение вина кислородом достигается путем его разбрызгивания в газовой камере с помощью циркуляционного насоса. Продолжительность такой циркуляции вина составляет 6–7 ч ежедневно в течение всего периода мадеризации.

В практике виноделия существуют и другие установки для мадеризации вина без участия дубовой клепки, позволяющие проводить процесс непрерывно в автоматическом режиме.

С целью интенсификации массообмена между вином и кислородом разработан ряд способов. Такая интенсификация достигается диспергированием нагретого до 80–85°C виноматериала в пространстве, заполненном воздухом или кислородом. Виноматериал непрерывно циркулирует в замкнутом контуре реактор — насос — теплообменник — распылитель. Способ предусматривает добавление в виноматериал при необходимости экстрактов древесины дуба и автолизатов дрожжей. При условии подачи в вино 10 мг/дм³ кислорода процесс мадеризации при 80°C по этому способу завершается за 50–60 ч.

Разработан также способ воздействия на вино наряду с теплом переменного и постоянного электрического тока. Переменный электрический ток оказывает в основном тепловое воздействие на вино и используется для его нагрева и поддержания заданной при мадериза-

ции температуры. Постоянный ток помимо теплового эффекта вызывает сильное окисление вина за счет атомарного кислорода, выделяемого при электролизе воды.

Нагретый в теплообменнике до температуры 70°C кондиционный мадерный виноматериал задают в резервуар по линии напорная емкость — насос — теплообменник — рабочий резервуар. После того, как резервуар заполнится на 9/10 объема, вводят в режим циркуляционный контур.

При этом виноматериал отбирается из резервуара через верхние трубы, отверстия в которых размещены в нижней части площади трубы, проходит через электрохимическую ячейку мадеризации, фильтр грубой очистки и поступает обратно в резервуар через нижние трубы. Устанавливают и контролируют в процессе перекачивания количество циркулируемого виноматериала и давление в надвинном пространстве. Прохождение виноматериалов через электрохимическую ячейку мадеризации позволяет ускорить период созревания и формирования Мадеры. Это достигается тем, что значение постоянного знака переменного тока поддерживается на уровне 10–50 А при напряжении 2–3 В, что в расчете на 2000 дал виноматериала составляет 300–700 мг/дм³ кислорода при мадеризации в течение 5 сут.

После достижения в виноматериале характерных тонов в аромате и вкусе процесс переводят на непрерывный поток. С этой целью часть вина в количестве 500–700 дал/сут через теплообменник-рекуператор отводят в емкость — сборник готового вина. Одновременно производят подпитку циркулирующего потока свежим виноматериалом в количестве 500–700 дал/сут непосредственно в трубопровод, ведущий в электрохимическую ячейку мадеризации.

Этот метод обеспечивает дозированное введение атомарного обладающего высокой чистотой кислорода в виноматериал, который используется им полностью. Мадеризация значительно ускоряется также за счет одновременного прохождения в электрохимической ячейке окислительной и восстановительной стадии процесса в результате выделяющихся атомарных кислорода и водорода.

В процессе мадеризации в условиях интенсивного окисления составных веществ вина наряду с накоплением продуктов, благоприятно влияющих на вкус и аромат, образуются побочные соединения, придающие вину грубость и резкость. Поэтому проводят выдержку мадеризованного вина без доступа воздуха, в результате которой эти соединения вовлекаются во вторичные реакции при низком окисли-

тельно-восстановительном потенциале и теряют нежелательное воздействие на качество Мадеры.

Экспериментальные данные показывают, что выдержку вина после мадеризации можно сократить путем дополнительного нагревания вина без доступа кислорода при температуре 40°C в течение 10 дней.

Предложен также способ мадеризации с предварительной биологической ароматизацией 30-40% исходного виноматериала путем глущинной ферментации культурой хересных дрожжей. Это обеспечивает ускорение процесса формирования типичных свойств Мадеры в 5-6 раз, продолжительность процесса мадеризации сокращается до 15-20 сут, а сама мадеризация проходит в мягком режиме при 45-50°C.

4.17. Классификация вин в зарубежных странах

В связи с тем, что в настоящее время на Российском потребительском рынке имеется виноградное вино из зарубежных стран, то для ориентации в выборе вина необходимо знать классификацию, принятую в других странах.

Классификация вин в европейских странах с развитым виноделием отличается от классификации напитков, принятой в России и странах СНГ.

В странах Европейского сообщества вина классифицируются на две категории:

- высококачественные вина, произведенные в установленном регионе (*VQPRD*);
- столовые вина (*V.d.T.*).

На рисунке 6 приведена пирамида наименования вин в зависимости от их качества.

Пирамида наименования вин в странах ЕС

Европейское сообщество приняло принцип названий, данных по месту происхождения, и определило понятие качественного вина, производимого в определённом регионе. Законы Европейского сообщества оговаривают, что только вина, произведённые в определённом регионе, могут иметь на этикетке название этого региона и страны — члены сообщества должны контролировать производство вина, сорта и точные границы каждого названия.

Пирамида наименования вин в странах ЕС представлена на рисунке 15.



Рис. 15
 Пирамида наименования вин в странах ЕС

Высококачественные вина, произведенные в установленном месте, имеют наименование по происхождению (АОС), а через пять лет стабильного качества приобретают право называться винами контролируемых наименований по происхождению (АООС). Это наименование указывается на этикетке только для высококачественных вин с точным указанием географического места выращивания винограда для их производства.

Столбовые вина производят из винограда определенного сорта или из смеси сортов в рамках общепризнанной зоны виноградарства (V.d.T.). Для этих вин требуется указывать цвет вина. Такие вина не имеют права на наименование по происхождению. Однако они могут быть переведены в более высокую категорию качества за счет улучшения агротехники, сорта и уточнения экологических условий с условиями производства вин контролируемых наименований.

Вертикальная стрела в пирамиде показывает улучшение качества и специфичности производимого вина.

Пирамидальная система качества вин указывает, что в одной и той же виноградной зоне возможен перевод вин контролируемых наименований из одной категории качества в другую. Одним из условий такого перевода является отражение в ежегодной декларации владельца виноградника урожайности винограда, которая является определяющим фактором в формировании качества. К примеру, максимальная урожайность винограда для вин контролируемых и гаран-

тпруемых наименований по происхождению должна быть 90 ц/га; для вин контролируемых наименований по происхождению — 120 ц/га; для вин типичных для данной географической зоны — 160 ц/га.

Классификация вин в ведущих винодельческих странах приближена к классификации, принятой в странах ЕС.

Французское виноделие — один из наиболее строго регламентированных сельскохозяйственных секторов в мире. В 1935 г. во Франции был создан INAO (*Institut National des Appellations d'Origine* — Государственный институт подтверждения правильности названий), который управляет системой этих названий. Названия по месту происхождения могут быть изменены, их границы могут быть расширены, и именно под бдительным взором уполномоченных сотрудников INAO вина обретают названия по месту происхождения — АОС (*Appellation d'Origine Controlee* — подтверждённое название, соответствующее происхождению).

Каждое слово на этикетке французского вина регламентируется законом, каждая бутылка принадлежит к конкретной категории. Вот эти категории в нисходящем порядке:

Appellation d'Origine Controlee (A.O.C.) — вина контролируемых наименований по происхождению;

Vin Delimite de Qualite Superieure (V.D.Q.S.) — высококачественные вина;

Vin de Pays — местные вина;

Vin de Table — столовые вина.

В Германии вина делят на три группы:

Qualitatswein mit Pradikat (Q.m.P.) — качественные вина с отличием;

Qualitatswein b. A. (Q.b.A.) — качественное вино из определенного региона;

Deutschertafelwein — немецкое столовое вино.

В Италии выделяют следующие группы вин:

Denominazione di Origine Controllata e Guarantia (D.O.C.G.) — вина контролируемого и гарантируемого происхождения;

Denominazione di Origine Controllata (D.O.C.) — вина контролируемого происхождения;

Indicazione Geographica Tipica (I.G.T.) — типичная Географическая идентификация — легкие качественные вина, не привязанные к стандартам D.O.C.;

Vini di Tavola (V.d.T.) — столовые вина.

В Испании вина имеют четыре категории:

Estate reserva wines — вино «Резерва»;

Crianza wines — марочные вина «Крианса»;

Varietal wines — сортовые вина, произведенные из одного определенного сорта винограда;

Table wines — столовые вина.

4.18. Вина плодовые и ягодные

Плодовыми и ягодными винами называют продукт, приготовленный путем спиртового брожения сока свежих плодов и ягод или сока, получаемого из предварительно подброженной плодовой мезги с последующим добавлением или без добавления сахара и этилового спирта до кондиций конкретного наименования вина.

В соответствии с требованиями, плодовые вина содержат от 10 до 19% об. спирта, от 3 до 160 г/дм³ сахара и титруемых кислот в пределах 5–7 г/дм³.

Многие плодовые вина, особенно слабоспиртуозные, по физиологическому воздействию на организм человека, а также по содержанию витаминов и дефицитных микроэлементов превосходят виноградные вина.

В зависимости от технологии приготовления вина делятся на сухие, полусухие, сладкие, десертные, специальной технологии, газированные и игристые. Газированные и игристые являются шипучими, остальные — тихими винами. По цвету — белые, розовые и красные. Плодовые вина классифицируют также на сортовые и купажные.

Для выработки плодовых вин используют практически все сорта растений культурных и дикорастущих плодовых и ягодных пород. Все сырье должно быть кондиционным.

Сортовые вина вырабатывают из сока одного сорта или смеси соков нескольких помологических сортов одного вида плодов и ягод. Добавление других соков допускается не более 20%, в том числе дикорастущих плодов и ягод. Сортовые вина должны иметь ярко выраженный вкус и букет, например земляники, вишни, яблок и т. д. Поэтому для выработки таких вин используют наиболее качественное сырье по вкусовым и ароматическим признакам, а также химическому составу.

Почти из всех рассмотренных плодовых культур могут быть приготовлены сортовые вина, если полученный сок отвечает необходимым требованиям. В отдельные годы из-за погодных условий, нарушения агротехники, сроков уборки и других факторов можно получить низкокачественное сырье. В этом случае вырабатывают купажные (смешанные) вина. Для производства купажных вин можно

использовать плоды и ягоды сортов или диких пород с каким-либо отклонением по химическому составу. Например, повышенная или пониженная кислотность, высокое или низкое содержание дубильных веществ и т. п. При смешивании двух или более видов соков невысокая кислотность одного сока восполняется повышенной кислотностью другого и т. д.

Особые требования предъявляют к сырью для марочных, т. е. выдержанных вин. Для этого используют плоды и ягоды только районированных в данной зоне сортов. Сырье должно отличаться высоким содержанием экстрактивных (растворенных в соке) и ароматических веществ.

Для производства купажных вин в период уборки урожая заготавливают соки различных культур путем стерилизации, хранят их как обычно, а при необходимом наборе соков начинают процесс приготовления вина.

4.19. Основные технологические операции плодово-ягодного виноделия

При производстве вин многие технологические операции являются общими и не зависят от вида сырья. В тоже время каждая плодовая и ягодная культура имеет в виноделии некоторые особенности. Поэтому в книге вначале даются общие детали виноделия, а затем частные применительно к конкретному сырью.

Плоды и ягоды моют, кроме малины и ежевики, удаляют непригодные для переработки, затем измельчают и прессуют для отжатия сока. Для увеличения выхода сока мезгу подбраживают, подвергают предварительной после обработки пектолитическими ферментными препаратами или нагревают до 70–85°C, а затем прессуют.

Подбраживание мезги наиболее целесообразно. Для подбраживания мезги применяют чистые культуры винных дрожжей, которые более эффективно влияют на винное брожение. Мезгу подбраживают до отделения сока в течение 1–2 сут, сливают сок-самотек, затем из мезги отжимают сок. Если сырье имеет излишнюю кислотность, то к выжимкам добавляют определенное количество воды по предварительным расчетам и отжимают сок второго отжима. Полученные партии сока объединяют и ставят на брожение. Воду для мойки сырья, разбавления сока, снижения кислотности или приготовления сахарного сиропа используют только питьевую, без содержания тяжелых металлов, особенно солей железа. Если в воде имеются соли железа, то

они с дубильными веществами сока дадут синее или сине-зеленое окрашивание, что ухудшает цвет вина.

Если используют сок, полученный без подбраживания мезги, то к нему добавляют 2–4% от количества сока разводки чистой культуры винных дрожжей.

Брожение соков ведут при температуре 18–22°C в закрытых емкостях с установкой бродильного шпунта (гидравлический клапан). Если температура снизится до 15°C, брожение замедляется, а при температуре выше 25°C возможно масляно-кислое брожение, ухудшающее качество вина. Сбраживание сока без бродильного шпунта, т. е. при доступе воздуха, приводит к началу уксусного скисания. Уксусно-кислые бактерии окисляют спирт в уксусную кислоту, которая замедляет спиртовое брожение и ухудшает качество вина.

В соответствии с требованиями, плодовые вина содержат от 10 до 19% об. спирта, от 3 до 160 г/дм³ сахара и титруемых кислот — в пределах 5–7 г/дм³.

На интенсивность спиртового брожения оказывает влияние концентрация сахара. При содержании сахара более 20% брожение замедляется. Поэтому сахар добавляют в два приема: при постановке на брожение — 50–100 г/дм³ и через 5–8 дней, сняв сок с осадка, еще 100–150 г/дм³. Сахар в кислые соки добавляют в виде сахарного сиропа (50 г сахара на 50 г воды), в слабокислые — в чистом виде. Количество добавляемого для брожения сахара зависит висит от сахаристости плодов и ягод. После брожения в вине сахара обычно нет, так как его берут в количестве, необходимом для брожения. Поэтому после завершения брожения вино снимают с осадка и разливают в бутылки, делая его сухим, или добавляют в него сахар по вкусу, с учетом группы вина.

Столовые (особенно полусухие и полусладкие) вина неустойчивы при хранении, так как имеют невысокую крепость. В виноделии принято считать, чтобы вино не забродило повторно из-за оставшегося в нем небольшого количества сахара или не начало портиться по другим причинам, оно должно иметь не менее 80 консервирующих единиц. Для ориентировочных расчетов в качестве консервирующей единицы принимают 1% сахара.

Консервирующие свойства спирта в 4,5 раза сильнее, чем сахара, т. е. 1% об. спирта соответствует 4,5 консервирующим единицам.

Если имеется сухое столовое вино крепостью 12% об., то оно имеет лишь 54 консервирующие единицы. Чтобы такое вино не забродило, его желательно простерилизовать или хранить при низкой

температуре. При добавлении в виноматериал крепостью 15,5% об. для подслащивания сахара в количестве 10% и более, вино будет иметь 80 консервирующих единиц. Оно будет устойчиво, что и учитывается при выработке сладких и ликерных вин. Это расчет приближительный, так как на стабильность вина к забраживанию влияют температура, содержание азотистых веществ, антисептиков (диоксида серы) и др.

Чистые культуры винных дрожжей. К чистым культурам винных дрожжей относят дрожжи, специально подобранные путем селекции для определенных типов вин — земляники, малины, вишни и т. д.

Чистые культуры дрожжей, попадая в оптимальные условия, энергично размножаются, подавляя дикую микрофлору и быстро сбраживают сахар. При этом вина быстрее осветляются, менее подвергнуты заболеваниям, обладают более чистым вкусом и букетом. Получают и размножают чистые культуры винных дрожжей специализированные научно-исследовательские учреждения, которые реализуют эти культуры и населению.

Для конкретных культур имеются свои расы дрожжей, которые обеспечивают полноту выбраживания сахара, увеличивают коэффициент выхода спирта, обеспечивают получение вина высокого качества. Для сбраживания сока плодов и ягод рекомендуются следующие расы: Вишневая 33, Яблочная 7, Грушевая 7, Сливовая 21, Черносмоудиновая 5 и 7, Москва 30 и др.

Чистые культуры рассылают в пробирках на твердой питательной среде. До употребления их хранят, не открывая, при температуре не выше 15°C, срок хранения 30–40 дней.

Для размножения чистой культуры берут плодовый или ягодный сок (можно и купаж). Если сок кислый, то его разбавляют водой до содержания кислоты 6–8 г/л, добавляют сахар до 150–200 г/дм³ (с учетом сахаристости сока). Колбу заполняют на 2/3 суслom, закрывают ватной пробкой, нагревают на кипящей водяной бане в течение 30–40 мин и, не открывая, охлаждают до 20–25°C. Если нет термостойких колб, то сусло кипятят в эмалированной посуде, а затем быстро переливают в обработанную кипятком посуду с узким горлом и немедленно закрывают ватной пробкой.

Пробирку с чистой культурой дрожжей тщательно протирают ваткой, смоченной спиртом или кипяченой водой. Затем над пламенем газовой плиты или спиртовки обжигают ватную пробку, после чего ее удаляют и пробирку опускают в бутылку или колбу со стерильным охлажденным соком. Колбу или бутылку осторожно покачи-

вают, чтобы сок вытеснил воздух из пробирки и налет дрожжей из пробирки попал в сок. Можно быстро налить в пробирку стерильный сок, тщательно ее взболтать, быстро влить сок с чистой культурой дрожжей в колбу и сразу же закрыть ватной пробкой или поставить бродильный шпунт.

Через 2–4 сут при температуре около 20°C дрожжи размножаются, и полученную разводку чистой культуры используют для подбраживания мезги или сбраживания сока. На 10 л сока берут 200–300 мл разводки, предварительно тщательно взболтав колбу. В дальнейшем бродящий сок можно использовать как разводку чистой культуры.

Если нет готовой чистой культуры винных дрожжей, то разводку дрожжей для брожения можно получить самим, хотя это будет смесью неизвестных рас. Для этого лучше всего брать плоды вишни, малины или изюм. Можно использовать и другие виды свежих ягод и сушеных фруктов. На поверхности этих плодов и ягод всегда имеются винные дрожжи, но преобладают дикие, от которых следует избавиться.

Многие плодовые вина, особенно слабоспиртуозные, по физиологическому воздействию на организм человека, а также по содержанию витаминов и дефицитных микроэлементов превосходят виноградные вина.

В зависимости от технологии приготовления вина делятся на сухие, полусухие, сладкие, десертные, специальной технологии, газированные и игристые. Газированные и игристые являются шипучими, остальные — тихими винами. По цвету — белые, розовые и красные. Плодовые вина классифицируют также на сортовые и купажные.

В большинстве случаев вина готовят из одного вида сырья и выпускаются они под названием культуры, из которого они получены: Яблочное, Малиновое, Крыжовниковое, Земляничное и др. Такие вина называют сортовыми. Допускается использование при производстве сортовых плодовых вин для улучшения их качества до 20% соков или виноматериалов других видов плодов (виноградного до 30%) от общего количества сырья, при условии сохранения органолептических свойств основного сырья.

Купажные вина производят из регламентированной смеси соков или мезги различных плодов и ягод. Смешивание разных соков в определенном соотношении позволяет устранить недостатки одного сока за счет другого и более рационально использовать плодое и ягодное сырье.

Сухие вина получают полным сбраживанием сока до накопления 10–12% об. спирта. Для получения такого количества спирта за счет брожения необходимо содержание сахара в соке в пределах 17–20% (1 кг сахара дает 0,6 л спирта), что не во всех видах сырья имеется. Сложность производства плодовых вин всех групп заключается, как правило, в высоком содержании кислот и недостаточном количестве сахара. Поэтому часто требуется подсахаривание и разбавление сока. Физико-химические показатели плодовых вин представлены в таблице 7.

Таблица 7

Общие физико-химические показатели плодовых вин

Группа вина	Объемная доля спирта, % об.	Содержание сахара в пересчете на инвертный, г/дм ³	Содержание титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/дм ³
Сухие	10–12	Не более 3	5–7
Полусухие	10–12	10–20	5–7
Полусладкие	10–12	30–50	5–7
Сладкие	13–14	140–150	5–7
Десертные	16	100–160	5–7
Спец. технолог.	16–19	5–80	5–7
Газированные	10–12	5–80	5–7
Игристые	11–13	5–80	5–7

Конкретное содержание спирта, сахара и кислот для каждого наименования вина предусмотрено технологическими инструкциями. Допускаются отклонения от установленных норм по содержанию спирта в пределах от минус 0,5 до 0,3%, по сахару — 3 г/100 дм³ (кроме сухих вин), по массовой концентрации титруемых кислот — 1 г/дм³. ГОСТ предусматривает пределы содержания летучих кислот, сернистой кислоты, тяжелых металлов и других элементов, на что необходимо всегда обращать внимание при определении качества вин.

4.20. Медовые вина

Вино из меда — традиционный напиток древних славян в средние века.

Получают медовые вина полным или неполным сбраживанием медового сула с добавлением или без добавления ректификованного спирта, меда, сахара, продуктов пчеловодства и других компонентов.

Медовые вина в зависимости от способа производства, содержания спирта и сахара подразделяют на группы: натуральные, крепкие и десертные. Натуральные вина в свою очередь делятся на сухие, полу-

сухие, полусладкие и сладкие. Медовые вина могут быть ароматизированными. Сухие, полусухие, полусладкие и сладкие медовые вина могут быть газированными. Медовые вина должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 8.

Таблица 8

Классификация медовых вин по содержанию сахара и спирта

Группа вина	Объёмная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация сахаров (в пересчете на инвертный), г/дм ³
Сухие	9,0–13,0	не более 5,0
Полусухие	9,0–13,0	15,0–25,0
Полусладкие	9,0–13,0	30,0–50,0
Сладкие	9,0–16,0	55,0–80,0
Крепкие	17,0–20,0	30,0–90,0
Десертные	15,0–17,0	100,0–160,0

Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на лимонную для всех групп медовых вин находится в пределах 3,0–6,0 г/дм³, летучих кислот — не более 1,5 г/дм³, общей сернистой кислоты — не более 100–150 мг/дм³, в том числе свободной — не более 10–15 мг/дм³, железа — от 3 до 20 мг/дм³.

Сбраживают медовые вина культурными спиртоустойчивыми расами дрожжей при температуре 20–24°C в соответствии с технологией, характерной для каждой группы вина. После снятия вин с дрожжевого осадка их обрабатывают теплом (пастеризуют) в течение 30 минут, при необходимости сульфитируют и обрабатывают другими методами. Обработанные виноматериалы купажируют с сахаром, с экстрактами или дистиллятами растений (при получении ароматизированных медовых вин), в купаж вносят также лимонную кислоту для корректировки титруемой кислотности. Купаж выдерживают при низких положительных температурах (5–12°C) до полумесяца, фильтруют и разливают.

Вино после розлива в бутылки пастеризуют при 55°C в течение 1 ч.

В газированных медовых винах давление диоксида углерода не менее 200 кПа при температуре 20°C.

4.21. Экспертиза качества вин

Согласно стандарту из физико-химических показателей в вине определяют: содержание алкоголя, титруемую кислотность, количество летучих кислот и содержание сахаров и др. показатели.

По первым трём показателям определяют к какой группе, подгруппе и категории относится данный образец.

Содержание летучих кислот характеризует здоровье вина; по содержанию сернистой кислоты (свободной и связанной), количеству свинца и цианистых соединений, меди и олова судят о соблюдении требований гигиены при производстве вин. Микробиологическими анализами определяют состояние микрофлоры, природу мути и осадка.

При оценке вин исключительную роль играет дегустация, так как только с её помощью можно определить вкус и букет вина. При дегустации вина определяют прозрачность, цвет, вкус, букет и типичность вина. В игристых винах вместо типичности — мусс (размер и скорость выделения пузырьков двуокси углерода). Дегустацию проводят в светлом, равномерно освещённом, хорошо проветренном, чистом помещении при температуре 15–16°C. Лучшим временем для проведения дегустации является 10 ч утра.

Количество вин на дегустации не должно превышать 15–20, а в ответственных случаях — 12 наименований (образцов).

При органолептическом анализе вин используют специальные дегустационные бокалы. На рисунке изображены форма и размер бокала, рекомендованные Международной организацией винограда и вина. Бокалы должны быть изготовлены из бесцветного стекла без каких-либо цветных или выгравированных украшений (рис. 16).

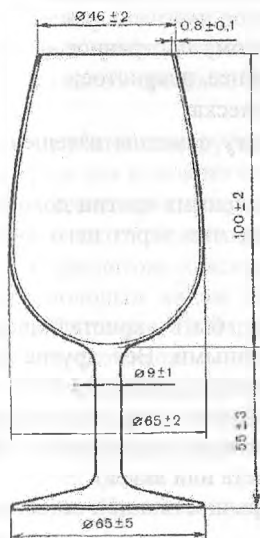


Рис. 16
Стандартный дегустационный бокал
(размеры даны в мм)

Дегустационные бокалы рекомендуется наполнять вином осторожно без вспенивания в количестве 50 см³. Следует соблюдать определенный порядок подачи вин на дегустацию. Сухие вина подают перед сладкими; малоэкстрактивные — перед более экстрактивными; красные — после белых; молодые вина — перед выдержанными и старыми. В пределах одной подгруппы сначала дегустируют белые, затем розовые и красные вина.

Большинство вин дегустируют при температуре близкой к комнатной. Оптимальной для апробирования вин считают температуру: для белых натуральных — 12–14°C, красных натуральных — 16–18°C, специальных крепких сухих — 16–18°C, десертных и ликёрных — 14–16°C, игристых сухих — 8–12°C, игристых красных — 16–18°C, игристых белых и розовых — 8–12°C, ароматизированных — 18–20°C.

Органолептический анализ начинают с определения прозрачности. Дегустационный бокал, слегка наклонённый, помещают между источником света и глазом, но не на одной линии. Прозрачность густоокрашенных вин (кагоров, красных кахетинских вин, рубиновых портвейнов) определяют в темном помещении на свет зажженной свечи.

Для характеристики степени прозрачности применяют словесную шкалу. Согласно этой шкале, прозрачность вина убывает в следующем порядке:

- кристаллическое (зеркально, с блеском) прозрачное — вино совершенно прозрачное, сверкающее, блестящее, искристое;
- прозрачное — вино прозрачное, без блеска;
- пыльное — вино прозрачное, на свету заметны взвешенные пылевидные частицы;
- опалесцирующее — содержание взвешенных частиц довольно высокое, вино прозрачное в такой степени, что через него видны лишь очертания предметов;
- мутное — вино непрозрачное.

Готовые бутылочные вина должны быть кристаллически прозрачными, бочкового разлива — прозрачными. Все другие степени прозрачности указывают на незаконченность технологического цикла или на отклонения в нормальном развитии вина. Исключения составляют коллекционные вина, представляемые на дегустацию без декантации (чтобы избежать потери ими букета или вкуса).

Цвет определяют одновременно с прозрачностью при естественном освещении на белом фоне.

По цвету вина разделяют на белые, розовые и красные. Среди белых вин различают светлоокрашенные и темные. К первой группе относятся преимущественно малоокисленные вина, приготовленные из неокрашенных сортов технически зрелого винограда.

Цвет светлых вин может быть:

- серебристо-белым, почти бесцветным, что характерно для вин из сусла-самотека, а также для вин, обработанных активным углем;
- светло-зеленым, зеленоватым, свойственным некоторым винам (Рислинг, Мцване, Сильванер);
- зеленоватым;
- светло-соломенным, желтоватым, что характерно для многих сортовых вин (Семильон, Медовый белый и др.) и указывает в некоторых случаях на контакт сусла с мезгой.

К темным винам относятся приготовленные из зрелого и незрелого винограда, выдерживаемые длительное время в бочках или другой пористой таре, умеренно окисленного типа вина: кахетинские, токайские, сотернские и др. Обширная группа крепких и десертных вин также принадлежит к темным винам.

Темные вина имеют желтую, желто-коричневую и коричневую окраску разной интенсивности.

Окраска розовых вин может быть бледно-розовой, розовой, бледно-красной, светло-красной. Очень трудно провести четкую границу между темными розовыми и светлыми красными тонами вин.

Цвет красных вин может быть:

- светло-красным, красным (характерен для вин легкого сложения);
- рубиновым, рубиново-красным (такие красивые оттенки характерны для высококачественных вин);
- темно-красным, темно-рубиновым, гранатовым (это типичные цвета высокоэкстрактивных южных красных вин);
- фиолетово-красным, сине-красным (такие густые цвета присущи молодым винам из интенсивно окрашенных сортов Аликант Буше, Тентюрье, Бастардо, Саперави и др.). При выдержке они, как правило, светлеют.

Присутствие луковичного, кирпичного или коричневого оттенка в красных винах говорит об окислительных изменениях красящих веществ в процессе созревания и старения вина.

Цвет белых вин при выдержке становится более интенсивным, глубоким. Красные вина, наоборот, при выдержке теряют яркость цвета.

Далее при проведении органолептической оценки качества вин бокал с вином согревают ладонью правой руки, пропуская ножку бокала между средним и указательным пальцем, а ладонью левой руки прикрывают бокал. При этом бокал слегка вращают, приводя вино в круговое движение, что способствует выделению ароматических веществ, бокал слегка наклоняют для концентрации ароматических веществ в верхней его части. Первое впечатление от запаха самое сильное, так как обонятельные восприятия быстро притупляются.

Различают следующие основные типы аромата вина:

- винный — простой аромат натуральных вин из нейтральных сортов винограда;

- аромат виноградной ягоды — характерен для свежих натуральных вин, приготовленных по технологии малоокисленных вин. Как правило, в этих винах хорошо выражены сортовые особенности винограда;

- цветочный — тонкий аромат полевых цветов, присущ качественным натуральным винам из сортов Леанка, Рислинг, Сибирьковый и др. Многие десертные вина (Мускат белый и розовый, Траминер) в букете характеризуются ароматом розы;

- плодовой аромат — свойственен некоторым натуральным и специальным винам. Аромат вишни, чернослива или черной смородины характерен для красных десертных вин из сортов Каберне, Бастардо, Рубиновый Магарача. Цитронный аромат выделяется в букете полусладких и сладких мускатных вин из средних и северных винодельческих районов. Общий плодовой аромат — признак хорошего качества портвейнов. Земляничный аромат в десертных винах говорит об использовании гибридов прямых производителей (Ноа, Изабелла);

- мускатный — определяющий признак аромата группы натуральных и десертных вин из мускатных сортов винограда;

- медовый — ценный аромат полудесертных и десертных вин. Характерен для вин токайского типа. В старых десертных мускатах в букете также часто развиваются медовые тона различных цветочных оттенков;

- смолистый аромат — характерен для специальных вин, приготовленных с использованием уваренного на открытом огне сусла (малага, марсала). В белых натуральных винах является признаком сильной окисленности;

- мадерный — специфичный букет богатых дубильными и азотистыми веществами специальных вин, подвергшихся термической

обработке при доступе кислорода. Обусловлен преимущественно летучими карбонильными соединениями;

- хересный — своеобразный букет натуральных и специальных вин, появляющийся в результате жизнедеятельности пленкообразующих дрожжей. Сопровождается сильным увеличением содержания в вине альдегидов и ацеталей;

- окисленный — негармоничный, выветренный, неприятно резкий аромат, приобретаемый натуральными винами при излишнем доступе кислорода воздуха и других окислителей.

По интенсивности различают яркий, сильный, умеренный и слабый аромат. Интенсивность аромата зависит от сорта и типа вина. Сильный аромат присущ винам из сортов Мускат, Траминер, Леанка, Каберне и др., а также винам типа мадера, марсала, херес. Относительно слабый аромат имеют столовые вина из нейтральных сортов винограда (Бакатор, Тербаш, Алиготе и др.), полусладкие и десертные вина легкого типа.

Для количественной оценки интенсивности аромата можно пользоваться методом разбавления. Вина с сильным ароматом сохраняют хорошо выраженный винный характер аромата при 100–150-кратном разведении, а со слабым теряют его уже при 50-кратном разбавлении.

Особые оттенки в аромате часто указывают на происхождение вина или на вид винограда (пряные и лекарственные тона в винах из *Vitis amurensis*, «лисий» тон вин из *Vitis Labrusca*), из которого приготовлены вина. В аромате отдельных сортов и типов вин присутствуют специфические оттенки, например, сафьяновой кожи (Каберне), молочных сливок (Саперави), калёного ореха (мадера, херес), палёного пера, ржаной корочки (токай, Пино гри), корицы (кагор), кофе, шоколада (Аликант).

В аромате вин могут быть и посторонние не свойственные вину запахи. Наиболее часто встречающиеся посторонние запахи следующие: сероводорода, плесени, запах лекарств (в результате обработки винограда фунгицидом), дрожжевой, грибной, кислый, запах сухофруктов и др.

Аромат вина должен соответствовать данному типу. Аромат натуральных вин без выдержки может быть простым, но должен быть свежим, чистым, без дефектов. Марочные натуральные вина должны иметь хорошо выраженные сортовые тона. Наличие специфических оттенков, свойственных вину из сорта винограда данной местности, повышают оценку типичности аромата.

После определения аромата (букета) вина приступают к определению его вкуса.

По вкусу судят о достоинствах и недостатках вина. Для определения вкуса берут небольшой глоток вина и, втягивая над ним воздух, вызывают интенсивное испарение ароматических веществ из пробы, ополаскивают вином всю полость рта, затем проглатывают. Время нахождения вина во рту не должно превышать 5—8 с.

При дегустации большого количества образцов вина пробу не проглатывают (выплюывают), чтобы в возбуждении находился вкусовой центр, а не пищеварительный центр мозга. Возникающее ощущение послевкусы является важным показателем органолептических свойств вина.

Различают следующие основные типы вкуса вина: винный, виноградный, плодовой, медовый, смолистый, мадерный, хересный и др.

По интенсивности различают сильный, умеренный и слабый вкус. Сильным вкусом обладают крепкие и десертные вина окисленного типа (мадера, херес, марсала, малага), слабым — натуральные вина из нейтральных сортов винограда.

При характеристике качества сложения вкуса вина оценивают: спиртозность (слабые или малоспиртуозные и крепкие или высокоспиртуозные), кислотность (низкокислотные и высококислотные), сладость, терпкость и экстрактивность.

Полнота или экстрактивность вкуса включают суммарный эффект от сладости, кислотности и терпкости вина. Вино по полноте вкуса может быть пустое, жидкое, лёгкое, полное, маслянистое, густое и т. п.

В зависимости от того, в какой степени спиртозность, кислотность, сладость, терпкость и полнота гармонируют, сложение вкуса может быть: изысканным, гармоничным, простым, негармоничным, грубым, разлаженным.

Вино по вкусу должно соответствовать данному типу. Невыдержанные натуральные вина имеют чистый винный вкус без дефектов. В марочных натуральных винах помимо чистоты и слаженного вкуса должны быть выражены признаки сорта и района приготовления.

Крепкие вина без выдержки имеют чистый винный, вино-плодовый вкус; вкус марочных крепких вин гармоничный, полный, обладает признаками типа и места приготовления.

Мадера имеет своеобразный, слегка карамельный, приятно-горький вкус, достаточно свежий, без излишней сладости (ореховые или орехово-шоколадные тона повышают качество мадеры).

Херес — сладковато-горький и возбуждающе острый.

Марсала — отличается от мадеры более сладким и смолистым вкусом.

Портвейн — умеренно сладкий вкус с характерными плодовыми и плодово-коньячными тонами, допускается лёгкий мадерный оттенок.

Десертные и ликёрные вина имеют мягкие, нежные тона во вкусе: токай — полный, гармоничный, изюмно-медовый вкус со специфическим оттенком свежей хлебной корочки, малага — полный, сладкий с характерным горьковатым привкусом уваренного и карамелизованного вкуса; кагор — бархатистый вкус с плодово-шоколадным оттенком.

Органолептическую оценку вин проводят по 10-балльной шкале.

Оценочная шкала:

А. Прозрачность (0,5 балла):

- кристально чистое, с блеском — 0,5;
- чистое, без блеска — 0,3;
- опалесцирующее — 0,2;
- мутное — 0,1.

Б. Цвет (0,5 балла):

- полное соответствие типу и возрасту — 0,5;
- небольшое отклонение от цвета, соответствующего типу и возрасту — 0,4;
- значительное отклонение от нормального — 0,3;
- несоответствие цвету, свойственному типу и возрасту дегустируемого вина — 0,2;
- грязные, неопределенные тона — 0,1.

В. Буquet (3 балла):

- очень тонкий, хорошо развитый, соответствующий типу и возрасту — 3,0;
- соответствующий типу и возрасту, но грубоватый — 2,5;
- слабо развитый, но соответствующий типу — 2,25;
- не совсем чистый — 2,0;
- не соответствующий типу — 1,5;
- с посторонними запахами — 0,5.

Г. Вкус (5 баллов):

- гармоничный, тонкий, соответствующий типу и возрасту — 5,0;
- гармоничный, соответствующий типу — 4,0;
- гармоничный, слабо соответствующий типу — 3,0;
- негармоничный, но без посторонних привкусов — 2,5;
- ординарный, с легким посторонним привкусом — 2,0;
- с посторонним привкусом — 1,0.

Д. Типичность (1 балл):

- полное соответствие — 1,0;
- небольшое отклонение от типа — 0,75;
- нетипичное — 0,5;
- совершенно нетипичное, бесхарактерное — 0,25.

Типичность 1 балл устанавливают для вин при их соответствии типу, а для шампанских вин — длительно и красиво играющих и дающих стойкую, малодисперсную пену; 0,8 — при небольшом отклонении и простом сложении (но без недостатков) вина, а для шампанского при достаточно длительной игре, но крупнозернистой и нестойкой пене; 0,5 — нетипичное вино; 0,3 — бесхарактерное.

Вместо типичности у игристых вин оценивают мусс, который характеризуется нижеперечисленными терминами (понятиями):

- величина выделяющихся пузырьков углекислого газа — мелкие, средние, крупные;
- количество, «игра» пузырьков — сильная, с формированием брызг вина на поверхности; интенсивная, слабая, очень слабая, вино «мертвое», почти не играющее;
- продолжительность выделения углекислого газа — продолжительное, среднее, быстро проходящее, заканчивающееся почти сразу после налива вина в бокал;
- структура пены — мелкая, средняя, крупно-ячеистая;
- скорость обновления пены — «живая», нормальная, «мертвая»;
- покрытие поверхности вина в бокале — сплошное, кольцевое, островное, отсутствует.

Вино хорошего качества должно иметь соответствующий цвет, вкус и аромат, быть хорошо профильтрованным, не иметь посторонних примесей, осадка и помутнений, кроме молодых вин, у которых допускается мутноватость.

Сумма баллов отдельных показателей составляет общую оценку вина в баллах (см. табл. 9).

Таблица 9

Органолептическая оценка качества вин по 10-балльной шкале

Группа вин	Категория качества				
	отличное	хорошее	удовлетворительное	низкое	неудовлетворительное
Марочные	10–9,2	9,1–8,9	8,8–8,5	8,4–8,0	ниже 8,0
Без выдержки, выдержанные	10–8,6	8,5–7,8	7,7–7,4	7,3–7,0	ниже 7,0

Группа вин	Категория качества				
	отличное	хорошее	удовлетворительное	низкое	неудовлетворительное
Игристые выдержанные	10–9,0	8,9–8,6	8,5–8,2	8,1–7,8	ниже 7,8
Игристые без выдержки	10–8,8	8,7–8,3	8,2–8,0	7,9–7,5	ниже 7,5

В целом вина оцениваются следующим образом:

- 10 баллами — вина марочные исключительно высокого качества;
- 9 баллами — вина выдержанные высокого качества;
- 8 баллами — вина выдержанные хорошего качества и молодые вина высокого качества;
- 7 баллами — вина выдержанные низкого качества и вина молодые хорошего качества;
- 6 баллами — вина выдержанные с недостатками и вина молодые удовлетворительного качества.

Контрольные вопросы

1. Каков химический состав виноградных вин?
2. Опишите технологическую схему производства тихих вин.
3. Опишите микроорганизмы, участвующие в производстве вин.
4. Назовите этапы первичного виноделия.
5. Укажите стадии вторичного виноделия.
6. Перечислите стадии развития вина.
7. Назовите этапы созревания вина.
8. Расскажите о процессах, происходящих при формировании вина.
9. Какие технологические операции проводят для осветления вин?
10. Назовите отличительные особенности производства игристых вин.
11. Какое сырьё используется для производства плодовых вин?
12. Назовите технологические операции производства плодовых вин.
13. Укажите особенности технологии производства сидра.
14. Чем отличаются медовые вина?

15. Назовите основные виды обработки полуфабрикатов и готовой продукции, используемые в виноделии для повышения стойкости при хранении.

16. Назовите отличительные особенности шампанских от игристых вин.

17. Какие способы производства шампанских вин Вам известны?

18. Что представляет из себя тираж в технологии шампанских вин?

19. Что за операция ремюаж в технологии шампанских вин?

20. Цель операции дегоржаж в технологии шампанских вин.

21. По каким органолептическим показателям оценивается качество вин?

22. Как классифицируют вина в России?

23. Что лежит в основе классификации виноградных вин в зарубежных странах?

24. Какие физико-химические показатели регламентируются в винах?

5. СЛАБОАЛКОГОЛЬНЫЕ НАПИТКИ БРОЖЕНИЯ

30 декабря 2009 г. распоряжением Правительства Российской Федерации № 2128-р была одобрена Концепция государственной политики по снижению масштабов злоупотребления алкогольной продукцией и профилактике алкоголизма среди населения Российской Федерации на период до 2020 г.

Данная концепция предусматривает меры по реализации государственной политики по снижению масштабов злоупотребления алкогольной продукцией и профилактике алкоголизма среди населения Российской Федерации на период до 2020 г., которая направлена на снижение объемов потребления населением алкогольной продукции, пива и напитков, изготавливаемых на его основе, улучшение демографической ситуации в стране, увеличение продолжительности жизни населения, сокращение смертности, формирование стимулов к здоровому образу жизни.

Таким образом, предпринимаются меры по снижению потребления крепкой алкогольной продукции, а доля потребления слабоалкогольной продукции будет увеличиваться.

К слабоалкогольным напиткам брожения относятся: сидр, пуаре, пиво, медовуха.

5.1. Производство сидра

Сидр (*фр.* Cidre) — винодельческий продукт с объемной долей этилового спирта не менее 1,5% и не более 6,0% об., изготовленный из сброженного яблочного суслу или сброженного восстановленного яблочного сока (виноматериалов) без насыщения или искусственным насыщением двуокисью углерода или насыщением двуокисью углерода в результате брожения и давлением двуокиси углерода в бутылках не менее 100 кПа при 20°C. Сидр относится к натуральным напиткам.

Тонизирующая способность сидра утолять жажду, делает его популярным среди женщин и детей особенно в жаркий период времени. Одной из причин высокой востребованности слабоалкогольных напитков (натуральных плодово-ягодных вин из винограда и ягод и сидров (из яблок)) является исторически сложившаяся культура их потребления в западноевропейских странах, таких как Англия, Франция, Испания и Германия.

За последние 30 лет производство сидра в мире увеличилось почти вдвое и составляет около 100 млн дал/год. Особенно потребление

возросло в странах Северной, Центральной и Восточной Европы, в Северной Америке, Южной Африке, Азии и Австралии.

По данным Ассоциации производителей сидра и фруктовых вин Европейского Союза, главными странами-производителями сидра в мире в середине 2000-х гг. были: Англия (50 млн дал/год), Франция (14), Южная Африка (10), Германия (8) и Испания (9 млн дал/год). В Ирландии, Финляндии, Бельгии, Швеции, США, России, Китае, Австралии, Новой Зеландии сидр производят в меньших количествах. В других странах мира его почти не производят.

5.2. Сырьё для производства сидра

Для приготовления сидров используется основное и вспомогательное сырьё. В России в соответствии с требованиями ГОСТ 31820-2012 «Сидры. Общие технические условия», основным сырьём являются яблоки. Яблоки, используемые для производства сидра, должны отвечать требованиям ГОСТ 27572 на свежие яблоки для промышленной переработки и дикорастущие.

Допускается использовать не более 15% груш для производства яблочного сидра. Груши, используемые для производства сидра, должны отвечать требованиям ГОСТ 21714 и ГОСТ 21713 на свежие груши ранних и поздних сроков созревания и дикорастущие.

Кроме свежих яблок и груш могут использоваться соки яблочный и грушевый.

Основным и широко распространенным во всем мире сырьём для производства сидра являются специальные технические «сидровые» сорта яблок, которые культивируют непосредственно с этой целью.

В странах классического производства сидра (Англия, Франция, Испания и Германия) столетиями выводили специальные сидровые сорта яблок. Использование именно таких сортов является одним из главных факторов формирования качества традиционных сидров.

Сидровые сорта яблок значительно отличаются по своим качественным показателям от столовых и десертных сортов, которые используют для употребления в свежем виде.

Основные отличия сидровых сортов яблок:

1. Органолептические показатели (плотная и сочная мякоть).
2. Высокая лёжкость (сохраняются длительное время без размягчения).
3. Биохимический состав (высокая массовая концентрация фенольных веществ, обладающих дубильными свойствами (танин), вы-

сокая концентрация сахаров, невысокое содержание органических кислот).

Требования к качеству сидровых сортов яблок приведены в таблице 10.

Таблица 10

Требования к сидровым сортам яблок

Тип яблок	Содержание в яблоках		
	танин, %	сахар, г/100 см ³	органические кислоты, г/дм ³
Сладкие	< 0,2	12–14	< 4,5
Горько-сладкие	> 0,2	15	< 4,5
Горько-кислые	> 0,2	10	> 4,5
Кислые	> 0,2	> 10	> 4,5

Лучшими для производства сидра в России являются зимние сорта яблок такие как Антоновка, Донешту, Ренет Бумажный, Грушовка, Боровинка, Уманское зимнее. Яблоки должны быть сочными, сладкими, спелыми.

Для приготовления сидра можно использовать несколько сортов яблок одновременно, такой купаж придает сидру более сбалансированный вкус и устойчивый аромат.

5.3. Технология производства сидра

В технологии производства сидра и вина есть много общего. В технологической схеме производства сидра предусмотрены следующие основные операции: сбор, доставка и визуальный осмотр яблок, отделение повреждённых плодов, мойка и измельчение яблок, настаивание (при необходимости) и прессование мезги, сульфитация и осветление сока, его брожение, отстаивание, осветление и хранение полученных сидровых материалов, их обработка для достижения стабильности и розлив в бутылки (при необходимости с насыщением CO₂).

Отдельно необходимо остановиться на такой технологической операции как измельчение яблок, так как степень измельчения сырья оказывает значительное воздействие на сокоотдачу. Она будет выше, если яблоки измельчены равномерно до рыхлой массы, состоящей из частиц определённого размера. Такое дробление обеспечивает дренаж при последующем сокоотделении и лучшее осветление сока. Для яблок, обладающих плотной структурой, оптимальный размер частиц составляет 2–5 мм. Их в плодовой мезге должно быть около 70%. Измельчение сока осуществляется прессованием яблочной мезги. Его

проводят непосредственно после измельчения сырья. Выходящий из под пресса сок содержит взвешенные частицы (муть), которые ухудшают вкус сидра. Поэтому свежавыжатый сок осветляют одним из трёх способов: отстаиванием, сепарированием (центрифугированием) или фильтрацией. Отстаивание проводят при температуре 1–6°C в течение 12–24 ч.

На современных промышленных предприятиях для ускорения процесса сокоотделения и увеличения количества сока используются пектолитические ферментные препараты.

Затем яблочный сок поступает на брожение. Способы подготовки сока перед брожением разнообразны: яблочный сок может использоваться как без обработки, так и после подавления в нем естественной микрофлоры и замещения ее дрожжами подходящих штаммов микроорганизмов. Чаще всего к яблочному соку, как и при приготовлении виноградных вин, добавляют сернистый газ, чтобы подавить развитие *Kloeckera apiculata* — микроорганизмов, неблагоприятно влияющих на вкус готового сидра.

Дальнейшее брожение может происходить как при участии диких дрожжей, так и при добавлении дрожжевой культуры закваски. Дикие дрожжи растут медленно, так как они могут ингибироваться другими представителями эпифитной микрофлоры используемого сырья, например, молочнокислыми бактериями, поэтому при промышленном производстве сидра к обработанному сернистым газом соку часто добавляют те или иные чистые культуры дрожжей.

Для сбраживания яблочного сусла рекомендуется использовать дрожжи винных чистых культур. В европейских странах в основном применяют дрожжи вида *Saccharomyces cidri*. Различные штаммы дрожжей образуют специфические ароматические вещества. Поэтому при производстве сидра, как и в пивоварении, можно использовать разные штаммы дрожжей для придания сидру специфического вкуса. Чтобы получить сидр определенного сорта, добавляемые дрожжи должны преобладать над дикими, быстрее размножаться и определять конечные свойства продукта.

Оптимальная температура брожения варьируется от 12 до 25°C. Каждый день необходимо измерять температуру бродящего сусла и воздуха в помещении; температура сусла не должна подниматься выше 25°C. Брожение для получения виноматериалов как шипучего, так и игристого сидров длится около 10 дней. Сидровый материал должен выбродить насухо, до остаточного содержания сахара не более 0,3 г на 100 мл.

По завершении брожения сидр отделяют от дрожжей и осветляют. Для осветления сидровый виноматериал оклеивают одним из способов. При этом используется желатин, а при невысоком содержании в соке дубильных веществ — желатин вместе с танином. После оклейки материал отстаивают, сливают с осадка, фильтруют и направляют на хранение.

Вторичное брожение применяется при выработке игристого сидра. В осветлённый материал добавляют сахар, с таким расчётом, чтобы получить сахаристость сидрового материала, равную 3%. Приготовленную таким образом смесь фильтруют, пастеризуют и охлаждают до 20°C. Для вторичного брожения в смесь вводят чистую культуру винных дрожжей (6–8%). При этом используются холодоустойчивые дрожжи, быстро сбраживающие сахар при 10–12°C и обеспечивающие образование хорошего букета и вкуса сидра. Вторичное брожение проходит значительно медленнее (в течение примерно 14 сут).

Далее игристый полусухой или сладкий сидр выдерживают при 3°C не менее 10 ч и передают на стабилизацию и розлив.

5.4. Классификация сидров

Сидры по способу производства могут быть негазированными, газированными, жемчужными, игристыми, игристыми жемчужными.

Сидр негазированный — это напиток, не насыщенный двуокисью углерода. Сидр газированный представляет из себя напиток, искусственно насыщенный углекислым газом с давлением двуокиси углерода в бутылке не менее 250 кПа при 20°C.

Сидр газированный жемчужный — это газированный сидр с давлением двуокиси углерода в бутылке не менее 100 и не более 200 кПа при 20°C.

Сидр игристый — это напиток, насыщенный углекислым газом, полученным в результате спиртового брожения яблочного сусла или вторичного спиртового брожения сброженного яблочного сусла, и давлением двуокиси углерода в бутылке не менее 250 кПа при 20°C.

Сидр игристый жемчужный — это сидр игристый с давлением двуокиси углерода в бутылке не менее 100 и не более 200 кПа при 20°C.

Сидры в зависимости от массовой концентрации сахаров могут быть сухими, полусухими, полусладкими и сладкими.

5.5. Показатели качества сидров

В России, в соответствии с ГОСТ 31820-2012 «Сидры. Общие технические условия», в готовых сидрах нормируются органолептические, физико-химические показатели и показатели безопасности. Органолептические и физико-химические показатели сидров конкретных наименований устанавливают в технологической инструкции.

Из органолептических показателей в сидрах определяются: внешний вид, прозрачность, насыщенность углекислым газом, вкус и аромат.

По показателю прозрачности сидры должны быть прозрачными, без осадка и посторонних включений.

Сидры, насыщенные двуокисью углерода, при наливке в бокал должны образовывать стойкую пену с выделением пузырьков углекислого газа.

Такие показатели как цвет, аромат и вкус сидра зависят от сорта яблок, из которых изготовлен сидр, от технологии производства и устанавливаются в технологической инструкции на каждый конкретный вид продукции.

По физико-химическим показателям сидры должны соответствовать следующим требованиям:

1. Объемная доля этилового спирта в сидрах с учетом допустимых отклонений должна быть не менее 1,5% и не более 6,0%. Допустимые отклонения от объемной доли этилового спирта для сидра конкретного наименования составляют $\pm 0,5\%$.

2. Массовая концентрация сахаров в сидрах с учетом допустимых отклонений должна составлять, г/дм³: сухих — не более 4,0, полусухих — более 4,0 и менее 30,0, полусладких — не менее 30,0 и менее 50,0 — не менее 50,0 и не более 80,0. Допустимые отклонения от норм по массовой концентрации сахаров для сидра конкретного наименования (за исключением сухого сидра) составляют $\pm 5,0$ г/дм³.

3. Массовая концентрация титруемых кислот в сидрах с учетом допустимых отклонений должна составлять в пересчете на яблочную кислоту не менее 4,0 г/дм³. Допустимые отклонения от массовой концентрации титруемых кислот для сидра конкретного наименования составляют $\pm 1,0$ г/дм³.

4. Массовая концентрация остаточного экстракта в сидре должна быть не менее 10,0 г/дм³. Массовую долю остаточного экстракта рассчитывают как разность между массовой концентрацией произведен-

ного экстракта и массовой концентрацией титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту.

5. Массовая концентрация летучих кислот в сидрах в пересчете на уксусную кислоту должна быть не более 1,20 г/дм³.

6. Давление двуокиси углерода в бутылке с газированным игристым сидром должно быть не менее 250 кПа при 20°C.

7. Массовая концентрация общего диоксида серы в сидрах не должна превышать норм, установленных нормативными правовыми актами, действующими на территории государства, принявшего стандарт.

8. Содержание токсичных элементов и радионуклидов в сидрах не должно превышать норм, установленных нормативными правовыми актами, действующими на территории государства, принявшего стандарт. Данный показатель так же относится к показателям качества готовой продукции.

5.6. Виды сидров

В европейских странах не существует единых требований ни к показателям качества готовых сидров, ни к способам их производства.

Сидровые материалы во Франции вырабатывают по двум технологическим схемам. Основная классическая схема предложена французским ученым Варколье. По этой схеме яблочная мезга настаивается в бетонных камерах с доступом воздуха в течение 6–12 ч или без доступа воздуха 12–24 ч. Отжимают сок, смачивают отжатую мезгу водой (не более 26% от исходной массы), настаивают в течение 6–12 ч и снова прессуют. Свежеотжатый сок и сок II прессования объединяют, охлаждают до 4–6°C и сульфитируют из расчета 50–100 мг/л. Сульфитированный сок подвергают самоосветлению. При этом некоторые нерастворимые части плодов и примесей осаждаются на дно емкости, а другие собираются в виде коричневой шапки на поверхности. Очищенный сок осторожно сливают, добавляют разводку чистой культуры винных дрожжей и сбраживают при температуре 5–10°C.

Кроме описанной, в настоящее время получила широкое распространение другая схема: свежеснятые яблоки соответствующих сортов подвергают дроблению и отделению сока I (700–800 л) и II (150–200 л) прессования. Полученный сок осветляют центрифугированием без доступа, воздуха. Пектиновые вещества подвергают ферментативному гидролизу. Перед брожением сок пастеризуют, вводят азотнофосфорное питание и дрожжевую разводку. Сброженный сок,

сидровый материал, оклеивают желатином и фильтруют, перед розливом пастеризуют при 103°C в течение 20 с.

В современных условиях, в связи с интенсификацией производства напитка, во многих странах мира его производят с использованием современного оборудования (дробилки, прессы, резервуары из нержавеющей стали) и вспомогательных материалов, применяемых в виноделии: ферментные препараты, чистые культуры дрожжей, вещества для осветления и стабилизации и др.

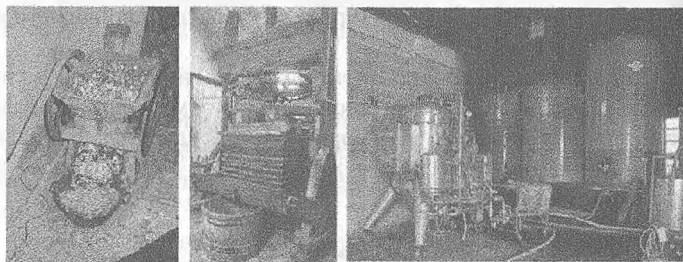


Рис. 17

Старинное (слева) и современное (справа) оборудование для изготовления сидра

Во многих странах, производящих яблочный сидр, существуют свои тонкости и особенности производства. Это связано с потребительскими приоритетами населения и проявляется в наличии различных органолептических свойств (аромат, букет и вкус) и физико-химических показателей качества готового напитка.

Так, английский и ирландский «cider» — освежающий яблочный или грушевый сидр средней крепости с сильным сидровым вкусом и ароматом и средней газированностью. Существуют различные варианты ароматизированных сидров. Крепость яблочного и грушевого сидра изредка может достигать 8,4%, типичная крепость лежит в диапазоне от 4,5% до 5%. Обычно сидр производится путем брожения досуха сока горько-сладких сидровых сортов яблок, после чего его подслащивают.

Бельгийский «cider» похож на игристое или фруктовое вино, бледный, светло-золотистого цвета с приятным вкусом яблок и нотками груши, полусладкий, сильногазированный. На рынке преобладают ароматизированные варианты сидра. Среднее содержание спирта от 4,5% до 5%. Производится путем брожения досуха сока, полученного в результате купажирования разных сортов яблочного,

а также с добавлением грушевого сока. В производстве допускается добавление сахара для подслащивания сидра.

Скандинавский «*cider*» — сидр с выраженным фруктовым характером, от сухого до очень сладкого, бледный, среднегазированный. На рынке представлен широкий ассортимент ароматизированных скандинавских сидров. Среднее содержание спирта от 4,0 до 4,5% (максимум 8,5%). Яблочный или грушевый сок сбраживается досуха и после брожения подслащивается, так же допускается производство из концентрированных соков.

Французский «*cidre*» насыщенный и фруктовый, крепкий, с сильно выраженным горько-сладким яблочным вкусом и ароматом. Сидр скорее сладкий и терпкий, чем кислый, среднегазированный или игристый. Возможны ароматизированные сидры. Среднее содержание спирта от 2 до 4%. Производится преимущественно из свежевыжатого сока горько-сладких сортов яблок.

Испанский «*sidra*» более сладкий и малотерпкий, существует в 2 вариантах: «*sidra*» сидр похож на игристое вино, очень фруктовый, от полусухого до сладкого, бледного светло-золотого цвета, высокогазированный; «*sidra natural*» негазированный сидр с некоторыми кислыми нотками и сухим послевкусием. Ароматизация не допускается. Среднее содержание спирта 4–6%. Производится из сока местных сладких сортов яблок и некоторых импортируемых кисло-сладких яблок.

Немецкий, австрийский и швейцарский «*apfelwein*» или «*appelwoi*» также малотерпкий, но более кислый. Данный сидр похож на сухое белое вино, бледного светло-золотого цвета, очень сухой, от острого до средней остроты, среднефруктовый, слабогазированный. «*Speierling cider*» — сидр с ягодами рябины пользуется большой популярностью в Германии. Также существуют другие ароматизированные варианты сидра. Среднее содержание спирта 5%. Производится *pfelwein*, в основном, брожением досуха сока острых и средне острых яблок.

В Австралии и странах Северной Америки напиток, аналогичный европейскому, имеет название «крепкий сидр» («*hard cider*»), а под простым «сидром» (в Австралии «*cyder*», в Северной Америке «*cider*») подразумевается неосветленный непастеризованный яблочный сок.

5.7. Пуаре

Пуаре (перри, перадо, грушевый сидр) — это фруктовое вино (сидр) из груш или грушевого концентрата.

Вино из груш упоминается еще в работах римского историка Плиния Старшего. Из Рима груша и вино из ее плодов попали во Францию (Галлию), а уже оттуда технологии и специфические сорта распространились на территорию Германии, Скандинавии и Великобритании, а позже были завезены в Канаду, США, Австралию и Новую Зеландию.

Во Франции из-за особенностей местного климата и почв груши, используемые для пуаре, могли расти только на очень ограниченных территориях, в основном, в отдельных районах Нормандии, Анжу, Пикардии и Бретани. Поэтому производство напитка на родине было ограничено, и он оставался в тени более успешных собратьев — яблочного сидра и виноградного вина.

Зато в Англии перри (английское название пуаре) приобрел большую популярность, чему способствовали благоприятные условия для роста необходимых сортов груш, неблагоприятные условия для выращивания винограда и яблок для сидра, а также гражданские войны и конфликты с Францией, осложнявшие импорт виноградного вина и яблочного сидра из Франции в Англию.

К XX в. пуаре практически исчез, так как его производство всегда было трудоёмким и экономически не очень выгодным. Большинство промышленных компаний со временем перешли на изготовление грушевого сидра из концентрата с последующим добавлением сахара и искусственным газированием. Настоящий перри остался только на семейных фермах, да и тем пришлось нелегко, поскольку грушевые сады серьезно пострадали от бактериального ожога — заболевания, завезенного в Европу в 1950–60-х гг. из Северной Америки.

Однако в последнее время наблюдается возрождение традиционного перри, а вместе с ним грушевых садов и особых сортов груш. Некоторым регионам во Франции и Великобритании даже удалось получить права на защищенное наименование местных пуаре и перри.

Как при производстве виноградного вина и яблочного сидра, так и при производстве пуаре особая роль отводится сырью. Для традиционного пуаре нужны особые сорта груш, которые значительно отличаются от столовых. Считается, что перри-груши представляют собой промежуточное звено между дичками и культурными

сортами. По размеру они мельче столовых сортов, содержат больше органических кислот и дубильных веществ (танина), чем десертные сорта груш. Для пуаре используются груши сортов Ла Де Клош, План де Блан, Руж Винэ, Муркрофт, Хаффкэп, Блэки Ред, Бургундия, Потато Пир и некоторых других. Иногда добавляют и столовые груши, что негативно сказывается на качестве напитка.

Собранные груши отбраковывают, отбирая большие и повреждённые плоды, моют и измельчают (вместе с семечками и кожурой). Раздробленные плоды оставляют на 24 ч для удаления дубильных веществ. Затем сок отжимается с помощью пресса. Потом сок переливают в бочки, где он подвергается первичной ферментации без добавления дрожжей. Первичная ферментация происходит за счёт индигенной микрофлоры сырья и продолжается несколько недель, в течение которых в емкости продолжают доливать сок.

По окончании первичной ферментации пуаре отправляется в деревянные бочки, в которых выдерживается 5–6 мес., после чего подвергается вторичной ферментации уже с добавлением чистых культур дрожжей.

Перед вторичной ферментацией, чтобы остановить процесс естественного брожения, в сусло добавляют диоксид серы или пастеризуют его. Вторичная ферментация длится до 6 недель. По окончании вторичной ферментации пуаре стабилизируют, охлаждая до 4°C и выдерживая при этой температуре 24 ч. При этом дрожжи выпадают в осадок.

Традиционный пуаре после стабилизации разливается по бутылкам. Перед розливом в готовый пуаре могут добавлять сахар и карбонизировать.

В современных условиях пуаре нередко производят из грушевого концентрата или путем добавления грушевого концентрата к яблочному сидру.

Традиционный пуаре обычно содержит 2,5–5,0% об. этилового спирта. Пуаре, приготовленный из концентрата, может иметь до 10% об. спирта.

Виды пуаре:

- *Пуаре* — французский напиток; изготовленный в регионе Домфронте, имеет защищенное наименование;
- *Перри* — английский напиток; изготовленный в Вустершире, Глостершире и Херефордшире, имеет защищенное наименование;
- *Перадо* — испанский напиток;

• *Грушевый сидр* — канадский, американский, немецкий, австрийский, шведский напиток; специалисты рекомендуют называть «грушевым сидром» напиток, который производится из груш или с добавлением концентрата;

• *Ледяной грушевый сидр* — сидр, приготовленный из подмороженных груш (канадский).

Марки пуаре. Производство пуаре крайне ограничено, в основном его создают на домашних винодельческих предприятиях, но вот несколько известных марок: *Bushel & Peck* (Великобритания), *Drouin* (Франция), *Guesdon* (Франция), *Gwatkin Farmhouse* (Великобритания), *Hecks* (Великобритания), *Huet* (Франция), *Samuel Smith* (США).

5.8. Медовуха

Медовуха — слабоалкогольный напиток, изготавливаемый из воды, мёда и дрожжей с различными вкусовыми добавками.

Напиток, образовываемый благодаря брожению мёда, известен с древних времён. Уже древние индоевропейцы считали мёд сакральным продуктом. Археологические находки учёных, начиная с 7–6 тыс. до н.э., указывают на изображения циклов производства мёда. Древние индоевропейцы считали, что в небесном мире имеются медовые реки, а медовый охмеляющий напиток они ассоциировали с медовыми дождями, которые проливаются на землю из небесной реки. Пчёлы воспринимались как насекомые, добывающие мёд прямо из небесной реки. Благодаря таким представлениям, медовый напиток связывается с идеей бессмертия и потусторонним миром.

На заходе древних времён медовый напиток остаётся наиболее распространённым у греков, германцев, финнов и славян и др.

У германцев медовый напиток ассоциировался как божий дар. У скандинавов именит как дар Одина. Этот напиток, под названием «мёд поэзии», приносит поэтический дар, который принимался за магическую власть, дающую умение красиво обращаться со словом. В тоже время у германцев употребление мёда было церемонией перехода в иной мир (так, даже убитого могли называть «опьянённым»). У славян медовый напиток был ритуалом, который они делили с богами.

В соответствии с исследованиями, мёд постоянно сопутствовал славянским религиозным пиршествам и приношениям.

У финнов медовый напиток ассоциировался со сказочной живой водой, которая может вернуть к жизни мёртвого.

В современном виде напиток возник в XVIII в. Чаще всего содержание спирта в медовухе составляет от 5 до 16% об., но может быть и больше. Содержание сахара 8–10%, но может быть меньше. Имеются данные, что напиток, основным ингредиентом которого является мёд, стали делать 7–6 тыс. лет до н.э. Предоставленные археологические исследования свидетельствуют, что уже в те времена изготавливали некое подобие русской медовухи. На стенах гробниц можно столкнуться с изображениями циклов приготовления медового напитка.

В дохристианской Руси мёд готовился очень долго, перебразивая в дубовых бочках на протяжении 15 лет. Такой способ назывался медостат. В просмоленных дубовых бочках забразивала смесь из мёда, воды и сока ягод. В процессе брожения смесь переливали из бочки в бочку, которые смолили и закапывали в землю на долгий срок с целью наилучшей выдержки. Полученный таким методом мёд называли «ставленным».

Для повышения крепости напитка во время брожения добавляли хмель. Такой мёд называли «хмельным». При добавлении пряностей название сменялось на «поддельный», что значило «украшенный, улучшенный».

После XI в. возник новый способ, который явно ускорил получение готового мёда. Стали применять метод варения, то есть мёд варили после его сбраживания в течении месяца в бочках, далее его стерилизовали кипячением. Такой метод заметно проигрывал по качеству и вкусу напитка пятнадцатилетнему, но удовлетворял растущие потребности.

Этот способ использовался в России в течение всех средних веков. С XV в. почти полностью утратился метод приготовления медостатом. Можно и даже необходимо различать оба понятия: напиток «медовуха» и «мёд». Медовуха появилась уже в XIX в., на пике интереса к древним рецептам Руси, исконно русскому. Приготавливаться она стала по упрощённому рецепту, готовый напиток стерилизовался кипячением, брожение ускорялось максимально. Главное различие медовухи от древнего мёда в том, что она готовилась из ягод, фруктовой или квасной бражки, в которую добавлялось немного мёда. Эта технология является основной технологией современных российских марок медовухи. Совсем другое дело мёд, который готовился иной раз десятки лет и обладал нежным, мягким вкусом и совершенным ароматом. Мёд употребляли только по особым случаям, это был не повседневный напиток.

По ингредиентному составу медовухи делятся на:

- натуральные, изготавливаемые только на основе мёда, без добавления сахара;
- хмельные, изготавливаемые с добавкой хмеля;
- пряные, при изготовлении которых используется пряно-ароматическое сырьё;
- фруктово-ягодные, изготавливаемые с добавлением фруктов или ягод.

5.9. Сырьё для производства медовухи

Основными сырьевыми ингредиентами, которые традиционно используются при производстве медовухи, являются: вода, мёд пчелиный и дрожжи. Для получения медовухи с различными оттенками вкуса может использоваться дополнительное сырьё, такое как хмель, различное пряно-вкусовое сырьё, ягоды.

Солевой состав и свойства воды играют большую роль в протекании процессов брожения и в формировании качества готового пищевого продукта.

Вода, используемая для приготовления медовухи, должна соответствовать требованиям нормативных документов, предъявляемым к питьевой воде.

Для изготовления медовухи очень важно использовать винные дрожжи. Основное требование, предъявляемое к дрожжам, — это полнота сбраживания, которая влияет на накопление этилового спирта, на формирование полноты вкуса и аромата готового продукта из-за накопления летучих соединений, таких как высшие спирты, эфиры, альдегиды.

Одним из важных сырьевых компонентов медовухи, вносящим существенный вклад в формирование органолептических и физико-химических показателей готового напитка, является мёд.

5.10. Характеристика мёда

Мёд — это натуральный продукт с богатым содержанием ферментов, витаминов, микроэлементов и других веществ, полезных для человека. Производители натурального мёда пчелы — высокоразвитые насекомые, имеющие дифференцированные функции и совершенную форму организации жизнедеятельности. Медоносная пчела относится к семейству пчелиные — *Apidae*, роду настоящих пчел — *Apis*, к виду пчела медоносная — *Apis mellifera* и имеет ряд подвидов.

Для получения мёда пчелы собирают и переделывают нектар с цветков растений, реже падь и медвяную росу с хвои деревьев и листьев.

Нектар — сладковатая жидкость с особенным приятным тонким ароматом, образуется благодаря клеткам нектарника, основания лепесточков чашечки и основания венчика цветка. В нектаре имеется: вода (50–90%), фруктоза, глюкоза, сахароза, аминокислоты, белки, витамины, каротин, минеральные вещества, эфирные масла. Падь — сладкая густая жидкость, находящаяся на поверхности хвои древесных растений и листьев, является образованиями насекомых (тля, червецы, травянистые вши, листоблошки и др.), которые питаются растительными соками. Медвяная роса — соки растений, выделяющиеся на поверхности хвои или листьев.

Медвяная роса и падь имеют особое сходство по составу с нектаром. Они содержат больше минеральных веществ, чем нектар. Эти материалы пчелы собирают при недостатке нектара.

Пчелиный мёд является продуктом переработки медоносными пчелами пади или нектара, представляющий собой ароматическую, сладкую, закристаллизованную массу или сиропообразную жидкость.

Мёд классифицируют по следующим основным признакам:

- 1) по ботаническому происхождению;
- 2) по способу получения;
- 3) по консистенции (густоте);
- 4) по вкусу, цвету, запаху и прозрачности.

1. По ботаническому происхождению натуральный пчелиный мёд подразделяют на цветочный (полифлорный и монофлорный), смешанный и падевый.

Цветочный мёд получается вследствие сбора и переработки пчелами нектара цветков. Он может быть монофлорным — из нектара одного (или преимущественно одного) растения и полифлорным (сборным) — из нектара нескольких растений.

Монофлорный мёд определяют по виду основного растения: гречишный, липовый, подсолнечниковый, хлопчатниковый, кориандровый, эспарцетовый и др. В нашей стране получают следующие виды монофлорных цветочных мёдов:

Липовый мёд имеет светлый янтарный или светло-желтый цвет. Имеет выраженный аромат цветков липы, в состав которого входят фарнезол и другие терпеноидные соединения. В жидком виде липовый мёд прозрачный, имеет зеленоватый оттенок.

Подсолнечниковый мёд — светло-золотистого цвета, усиливающегося при попадании солнечных лучей. Обладает тонким ароматом подсолнечника, в составы которого обнаружены: альфа-пинен,

альфа-терпинеол, фарнезол и др. терпеноидные соединения. В течение месяца после его откачки из сотов мёд начинает кристаллизоваться.

Акациевый мёд: преимущественно белого цвета с зеленоватым оттенком, нежный и тонкий аромат. Как и цветки растения, мёд содержит летучие масла, акацин, робинин. Имеет способность долгое время не кристаллизоваться (от 1 до 2–3 лет) при комнатной температуре.

Гречишный мёд: преимущественно темно-желтого и красноватого цвета. Закристаллизовывается в массу от мелкозернистой темно-коричневого или светло-коричневого цвета. Обладает резким вкусом и оригинальным ароматом, с помощью которого его можно легко отличить от других видов мёда.

Хлопчатниковый мёд подразделяют по цвету: белый экстра или прозрачный. Имеет своеобразный и тонкий аромат, нежный вкус. Кристаллизуется в крупнозернистую массу от 2 и более мес.

Эспарцетовый мёд: в основном белого цвета, иногда с зеленоватым оттенком, нежный и тонкий аромат, обладает умеренно сладким, приятным вкусом. Кристаллизуется в салообразную или мелкозернистую массу в течение 1–2 мес.

Кориандровый мёд: имеет темный цвет, характерный специфический вкус. В нем содержатся терпеноидные соединения, которые влияют и формируют ему специфический аромат. Кристаллизуется в течение 1–2 мес. в салообразную или крупнозернистую массу.

Также могут быть получены другие виды монофлорного мёда (малиновый, клеверный, кипрейный, вересковый, донниковый и др.). В небольших количествах получают такие виды монофлорного мёда как рапсовый, горчичный, фарцелиевый, каштановый, луковый, мятный и др. Но всё же большого распространения они не получают.

Полифлорный мёд обозначают как цветочный сборный и обычно его называют по месту сбора: степной, горный, луговой. Так как в разные периоды года на одном и том же лугу, поле цветут различные растения, то и мёд имеет разные свойства. Цвет его может быть от белого с различными оттенками, вкус и аромат — от нежного, приятного до резкого с разными привкусами (горечи, терпкости). Кристаллизуется в массу от мелкозернистой до крупнозернистой.

Падевый мёд — с хвойных деревьев (пихты, сосны, ели). Имеет цвет от светло до темно-янтарного, тягучий, вязкий, иногда неприятный кисловатый или горький привкус и оригинальный аромат. Падевый мёд с лиственных деревьев (ясеня, дуба и др.) отличается темным цветом, тягучий, вязкий, с оригинальным ароматом. Некоторые виды

мёда определяют как ядовитые. Источниками нектара для него служат вереск чашецветный, рододендрон, бирючина, азания, чемерица, багульник болотный и некоторые другие растения. Этот мёд не должен заготавливаться и поступать в продажу.

Смешанный мёд обозначают как сборный падевый или цветочный в зависимости от преобладающего источника, с которого он получен.

2. По способу получения мёд может быть сотовым, центробежным и прессованным.

Центробежный мёд — закристаллизованный или жидкий, извлекают из распечатанных сотов на медогонках различных конструкций. Это наиболее эффективный и распространенный способ извлечения мёда.

Прессованный мёд получают из сотов прессованием в том случае, когда его нельзя извлечь под действием центробежных сил (вересковый). В мёде, полученном таким способом, обнаруживается повышенное содержание воска и воскоподобных веществ.

Сотовый мёд реализуется в запечатанных сотах в виде секций, отдельных кусков или рамок. В таком виде биологическая ценность продукта значительно возрастает в результате сохранения витаминов, содержащихся в воске (в основном витамин А), и других компонентов.

3. По консистенции центробежный мёд может быть закристаллизовавшимся («севшим») или жидким.

Жидкий мёд — нормальное состояние свежего мёда после откачки из сотов. Жидкий мёд обладает разной степенью вязкости (густоты). Вязкость мёда зависит от количества содержания в нём воды и от температуры окружающего воздуха. Жидкий мёд может получиться также нагреванием закристаллизовавшегося мёда, при этом могут теряться некоторые полезные свойства мёда. Слишком жидкий мёд может свидетельствовать о малой выдержке его в сотах, его называют «незрелым».

Закристаллизовавшийся («севший») мёд — образуется естественным путём из жидкого мёда при перепадах температуры окружающей среды. Севший мёд не теряет своих свойств в результате кристаллизации. В севшем мёде в зависимости от величины кристаллов различают мелкозернистую, салообразную и крупнозернистую садку. В крупнозернистом мёде сростки кристаллов сахара бывают более 0,5 мм в диаметре, в мелкозернистом — менее 0,5 мм, но ещё различимы невооружённым глазом. Иногда засахарившийся мёд имеет настолько мелкие кристаллы, что масса мёда кажется однородной, салообразной.

4. Виды мёда по цвету, прозрачности, запаху и вкусу.

Цвет пчелиного мёда зависит от растений, из нектара которых он получен. Цвет может быть от белого с янтарным оттенком до темно-коричневого. Наиболее распространенные типы окраски: белая, светло-желтая, янтарная, темно-желтая, светло-коричневая. Могут быть оттенки оранжевые, сероватые и др. Самые светлые оттенки мёда получаются из соцветий подсолнечника, акации, липы, а наиболее тёмные — из молочая, гречихи. Загрязненный мёд имеет не свои собственные ему оттенки — розовый, красный, синий.

Вкус мёда сладкий. Мёд может иметь небольшие привкусы: слегка горьковатый (вересковый мёд), слегка острый (мёд гречишный), карамелизованный (падевый мёд). Наличие кисловатого привкуса у мёда свидетельствует о протекании процесса брожения и о порче мёда.

Аромат мёда может быть разнообразным и зависит от растений, из нектара которых он собран. Монофлорный мёд имеет нежный аромат цветов липы, акации, гречихи, а полифлорный — цветочные запахи разных оттенков. Следует отметить сильно, средне или слабо выраженный аромат.

Полезные свойства мёда определены его химическим составом. Он различается у разных сортов мёда и зависит от вида растения, с которого собран нектар, а также от климатических и почвенных условий.

По данным разных авторов, в составе мёда может быть 70–300 веществ. К ним относятся сахара (75,9%), вода (18–20%), декстрины (2–5%), азотистые вещества (0,5%), липиды (0,2%), кислоты (0,1%), минеральные вещества (0,2%). Состав различных сортов мёда отличается друг от друга.

Основной составной частью всех сортов мёда являются углеводы: фруктоза (фруктовый сахар) и глюкоза (виноградный сахар). Количество этих веществ зависит от сорта мёда. В процессе превращения нектара в мёд под влиянием некоторых ферментов происходит расщепление сложного углевода сахарозы в более простые углеводы фруктозы и глюкозы. В связи с тем, что именно сахара участвуют в брожении, их качественный и количественный состав влияет на показатели качества медовухи. Приведём состав сахаров некоторых наиболее распространённых в нашей стране ботанических видов мёда: он представлен в таблице 11.

Таблица 11

Состав сахаров некоторых ботанических видов мёда

Вид мёда	Фруктоза, %	Глюкоза, %	α -глюкоза/ β -глюкоза	Фруктоза/глюкоза	Сахароза, %	Мальтоза, %	Степень сладости
Липовый	32,8–41,5	51,0–55,0	Около 1,0	< 0,80	–	5,0–7,0	≤ 113
Акациевый	39,0–44,0	47,0–58,0	< 1,0	< 0,95	0,5–0,9	2,5–5,7	109–113
Подсолнечниковый	37,5–44,1	52,0–57,0	> 0,98	0,72–1,11	0,3–0,8	0,8–2,3	114–116
Донниковый	40,0–50,0	45,0–55,0	≥ 0,97	0,73–1,11	0,6–0,7	3,5–4,3	> 112

5.11. Дрожжи

Одним из важных факторов, который влияет на качество медухи, является правильное использование дрожжей. Основным требованием, предъявляемым к дрожжам является полнота сбраживания, которая зависит от температуры и количества дрожжей, которые вносятся.

На рост и развитие дрожжей и ход спиртового брожения влияют многие факторы:

1. *Источники питания.* В качестве источника углерода используют глюкозу, фруктозу, сахарозу, мальтозу. Концентрация сахара 10–15% наиболее благоприятна для большинства дрожжей. В качестве источника азота используются аммонийные соли органических кислот и аминокислоты.

2. *Анаэробные условия.* Процесс спиртового брожения нормально протекает в анаэробных условиях, а в аэробных условиях дрожжи активно размножаются. Это используется при разведении чистой и накопительной культур дрожжей в производственных условиях.

3. *Температура.* По отношению к температуре сахаромицеты делятся на *низовые* и *верховые дрожжи*. Дрожжи верхового брожения вызывают бурное и быстрое брожение при температуре 20–28°C. При этом они всплывают на поверхность под действием выделяющегося диоксида углерода. Низовые дрожжи осуществляют более спокойное брожение, которое ведут при 5–10°C. Для производства меду-

вухи и медовых вин обычно используют дрожжи верхового брожения.

4. *Концентрация этилового спирта.* Этиловый спирт, накапливающийся в среде, оказывает неблагоприятное действие на дрожжи. Угнетающее действие спирт оказывает уже при концентрации в среде 2–5% об., а при 12–15% об. брожение прекращается.

5. *Активная кислотность среды (рН).* Спиртовое брожение протекает в кислой среде (рН 4–4,5).

Мёд — главное сырьё в производстве медовухи, его основными компонентами являются моносахариды: глюкоза и фруктоза, поэтому для протекания процесса брожения при изготовлении медовых вин лучше всего подходят дрожжи видов *Saccharomyces vini* и *Saccharomyces oviformis*.

В России в соответствии с требованиями ГОСТ Р 57594-2017 «Медовухи. Общие технические условия», для сбраживания медового сусла разрешается использовать дрожжи хлебопекарные прессованные по ГОСТ Р 54731; дрожжи хлебопекарные сушеные по ГОСТ Р 54845; дрожжи пивоваренные и дрожжи винные.

5.12. Технология производства медовухи

Производство состоит из следующих технологических операций:

1. Подготовка питьевой воды для технологических целей.
2. Подготовка дрожжей.
3. Приготовление сахарного сиропа и охмеленного медового сусла.
4. Сбраживание медового сусла и охлаждение напитка.
5. Розлив готового напитка.

Для производства медовухи, как и других напитков брожения, необходима вода, отвечающая требованиям ГОСТ на воду питьевую (соответствующая нормам по ГОСТ 2874-82).

Подготовка дрожжей сводится к приготовлению дрожжевой разводки.

Сахарный сироп для производства напитка готовят горячим способом. Процесс приготовления сахарного сиропа включает растворение сахара-песка в воде, пастеризацию раствора в течение 30 мин, фильтрование и охлаждение сиропа.

Затем в заторно-сусловарочном аппарате готовят концентрированную основу для сусла. Для этого в заторно-сусловарочный аппарат, предварительно заполненный на 1/3 номинальной вместимости водой при температуре не ниже 35°C, при постоянном перемешива-

нии вносят расчетное количество сырья: мёда, сахара-песка (или сахарного сиропа) и т. д., — в соответствии с разработанной на предприятии рецептурой. Полученную концентрированную основу суслу нагревают до кипения и кипятят в течение 40 мин. Нагревание и кипячение основы суслу проводят при постоянном перемешивании.

Затем сусло охлаждают до температуры брожения. Охлажденное сусло перекачивают в бродильный аппарат, куда одновременно вносится расчетное количество дрожжевой разводки. Брожение проводят в соответствии с требованиями технологической инструкции на конкретный сорт напитка. Средняя продолжительность процесса брожения составляет 14–15 сут.

В процессе брожения температура напитка должна быть равной 4–5°C. По окончании процесса брожения снимают с осадка и направляют в сборник готового напитка. При выпуске медовухи в нефильтрованном и неосветленном виде её после окончания брожения можно подавать на розлив.

Допускается производить розлив напитка непосредственно из бродильного аппарата.

При необходимости готовый напиток фильтруют на сепараторах или специальных фильтрах. Для производства осветленной медовухи можно использовать различные осветляющие материалы.

Для повышения стойкости готового напитка при хранении необходимо проводить пастеризацию или холодную стерилизацию. В некоторых случаях готовый напиток дополнительно карбонизируют для насыщения медовухи двуокисью углерода.

Розлив медовухи производят либо из сборника готового напитка, либо из бродильного аппарата непосредственно после завершения брожения. Розлив напитка в кеги проводят с использованием специальных разливающих устройств, предназначенных для ручного розлива пива в кеги или на полуавтоматических или автоматических разливающих установках.

5.13. Классификация медовух

Медовухи, в зависимости от способа обработки, подразделяют на:

— нефильтрованные (неосветленные и осветленные);

— фильтрованные (непастеризованные, пастеризованные, холодной стерилизации (обеспложенные)).

Нефильтрованная неосветленная медовуха: медовуха, не подвергнутая сепарированию, фильтрованию, осветлению с применением осветляющих материалов.

Нефильтрованная осветленная медовуха: медовуха, осветленная с применением осветляющих материалов.

Фильтрованная медовуха: медовуха, осветленная фильтрованием и/или сепарированием.

Пастеризованная медовуха: медовуха, подвергнутая тепловой обработке с целью повышения микробиологической стойкости.

Медовуха холодной стерилизации (обеспложенная): медовуха, подвергнутая фильтрованию через обеспложивающий фильтр с целью повышения микробиологической стойкости.

Контрольные вопросы

1. Назовите особенности сырья, используемого при производстве сидра.
2. Укажите микроорганизмы, участвующие в производстве сидра.
3. Назовите основные технологические операции в производстве сидра.
4. Расскажите о классификации сидра.
5. По каким показателям оценивается качество сидра?
6. Что является основным сырьём при производстве пуаре?
7. Опишите основные этапы производства пуаре.
8. Назовите основные отличия слабоалкогольных напитков брожения: сидра, пуаре и медовухи.
9. Дайте характеристику медовухи.
10. Каков химический состав мёда?
11. Назовите основные технологические операции при изготовлении медовухи.
12. Расскажите о классификации медовухи.

6. КВАС

6.1. Химический состав кваса

Квас — старинный русский напиток брожения, занимающий промежуточное положение между слабоалкогольными и безалкогольными напитками.

Квасоварение — древний способ получения пьянящих напитков на основе брожения сока или зерна. На Руси использовалось не цельное зерно, а отходы хлебного хозяйства (мука слишком крупного помола, отруби, засохшие кусочки теста). В этом процессе изначально не было варки, а просто заваривание солода кипятком. В напиток добавлялись разные растения (зверобой, тмин и, конечно, хмель). Традиционно квас хранили в открытых емкостях и емкости эти не мыли, и заливали туда новые порции. Технология эта была очень чувствительна к нарушениям сроков, при раннем прерывании брожения получался «неисполненный квас», которым можно было легко отравиться. Поэтому в конце XVIII в. квасоварение перешло на технологию именно варки сула. Для получения кваса из сваренного сула необходимо большее количество сырья, более крепкая закваска, долготелая культура дрожжей. До 1991 г. производство кваса составляло треть от всего производства безалкогольных напитков.

Вырабатывают хлебный, плодово-ягодный и медовый квас.

Основными химическими соединениями, содержащимися в квасе, являются вода, этиловый спирт, молочная кислота, углеводы, углекислый газ, витамины и минеральные вещества.

Молочная кислота накапливается в квасе в результате действия молочнокислых бактерий при брожении сахаров. Молочная кислота не влияет на энергетическую ценность напитка, однако оказывает существенное влияние на вкус, цвет и аромат, и в какой-то мере на обмен веществ в организме — стабилизирует деятельность желудочно-кишечного аппарата человека, угнетая и обезвреживая болезнетворные микроорганизмы и регулируя кислотность желудка.

Углеводы в квасе представлены сахарозой и мальтозой. Сахароза в результате брожения превращается в инвертированный сахар. Мальтоза или солодовый сахар образуется в квасе при гидролизе крахмала, содержащегося в проросшем зерне. Углеводы имеют исключительно большое значение для деятельности мышц, нервной системы, сердца, печени и других органов. Они играют роль в процессах обмена веществ, так как необходимы для нормального усвоения организмом жиров.

Углекислый газ накапливается в квасе в результате спиртового брожения дрожжей. Диоксид углерода усиливает секрецию и улучшает усвоение пищи.

Минеральные вещества относятся к незаменимым, хотя они и не являются источником энергии. Они играют важную роль в различных обменных процессах организма: выполняют пластическую функцию, участвуя в построении костной ткани, регуляции водно-солевого и кислотно-щелочного равновесия, входят в состав ферментных систем. Многие ферментативные процессы в организме невозможны без участия тех или иных минеральных веществ. Минеральные вещества в квасе представлены макроэлементами (Na, Ca, Mg, P, S, Cl) и микроэлементами (Fe, Zn, F). Кальций составляет вместе с фосфором основу костной ткани, активизирует деятельность ряда важных ферментов, участвует в поддержании ионного равновесия в организме, влияет на процессы, происходящие в нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системах. Магний участвует в формировании костей, регуляции работы нервной ткани, в обмене углеводов и энергетическом обмене. Натрий участвует в создании необходимой буферности крови, регуляции кровяного давления, водного обмена, активации пищеварительных ферментов, регуляции нервной и мышечной ткани. Хлор участвует в образовании желудочного сока, формировании плазмы, активизирует ряд ферментов. Сера входит в состав белков в виде серосодержащих аминокислот (метионина и цистина), а также в состав некоторых гормонов и витаминов. Железо участвует в образовании гемоглобина и некоторых ферментов. Цинк входит в состав гормона инсулина, участвующего в углеводном обмене.

Витамины служат биологическими регуляторами химических реакций обмена веществ, протекающих в организме человека, участвуют в образовании ферментов и тканей, поддерживают защитные свойства организма в борьбе с инфекциями. В квасе содержатся витамины группы B — B₁, B₂ и витамин PP.

Витамин B₁ участвует в регулировании углеводного обмена. Недостаток вызывает нарушение в работе нервной системы, полиневрит. Необходим при ряде сердечно-сосудистых заболеваний. Витамин B₂ (рибофлавин) участвует в качестве кофермента в ферментных системах, катализирующих транспорт электронов в окислительно-восстановительных реакциях, которые протекают в живом организме. При недостатке рибофлавина возникают заболевания кожи, воспаление слизистой оболочки ротовой полости, появляются трещины в уголках рта, развиваются заболевания кроветворной системы и желудочно-кишечного тракта. Витамин PP является кофер-

ментом большой группы ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях, которые протекают в клетках. Никотинамидные коферменты играют важную роль в тканевом дыхании.

Квас питателен (20–30 ккал — 184–125 кДж на 100 г).

6.2. Классификация кваса

В соответствии с требованиями ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия», квасом называется безалкогольный напиток с объемной долей этилового спирта не более 1,2%, изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения суслу.

При этом отмечается, что квасное сусло может быть приготовлено из растительного сырья или продуктов его переработки, сахара, фруктозы, декстрозы, мальтозы, сиропа глюкозы и других натуральных сахаросодержащих веществ с последующим добавлением или без добавления пищевых добавок.

Квасы, в зависимости от способа обработки, подразделяют на:

- нефильтрованные — неосветленные и осветленные;
- фильтрованные — непастеризованные, пастеризованные, холодной стерилизации (обеспложенные).

Квас нефильтрованный неосветленный: квас, не подвергнутый сепарированию, фильтрованию, осветлению с применением осветляющих материалов.

Квас нефильтрованный осветленный: квас, осветленный с применением осветляющих материалов.

Квас фильтрованный: квас, осветленный посредством фильтрования и/или сепарирования.

Квас пастеризованный: квас, подвергнутый тепловой обработке с целью повышения биологической стойкости.

Квас холодной стерилизации (обеспложенный): квас, подвергнутый обеспложивающему фильтрованию с целью повышения биологической стойкости. По органолептическим показателям квасы должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 12.

По физико-химическим показателям квасы должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 13.

Органолептические показатели качества кваса

Наименование показателя	Характеристика квасов		
	нефильтрованных		фильтрованных
	неосветленных	осветленных	
Внешний вид	Непрозрачная пенящаяся жидкость. Допускается осадок, обусловленный особенностями используемого сырья, без посторонних включений, не свойственных продукту	Прозрачная пенящаяся жидкость с опалесценцией, обусловленной особенностями используемого сырья, без посторонних включений, не свойственных продукту	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных продукту. Допускается опалесценция, обусловленная особенностями используемого сырья
Цвет	Обусловленный цветом используемого сырья		
Вкус и аромат	Освежающий вкус и аромат сброженного напитка, соответствующий вкусу и аромату используемого сырья		
	Допускаются дрожжевые привкус и аромат		

Таблица 13

Физико-химические показатели качества кваса

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	3,5
Кислотность, к. ед.	от 1,5 до 7,0
Объемная доля спирта, %, не более	1,2
Массовая доля двуокиси углерода, %, не менее	0,30

Примечание. Показатель «Массовая доля двуокиси углерода» нормирован для кваса, разлитого в бутылки (стеклянные и ПЭТФ) и алюминиевые банки.

6.3. Технология производства кваса

Сырьем для производства кваса и напитков из хлебного сырья являются высококачественная рожь и ячмень, мед, сахар, концентрированное квасное сусло (ККС) или концентрат обогащенного квасного сусла (КОКС), лимонная, молочная кислота, диоксид углерода, тмин, хмель, настои цитрусовых, экстракты пряных растений, патока, дрожжи, колер, вода.

Технологическая схема производства кваса представлена на рисунке 18.

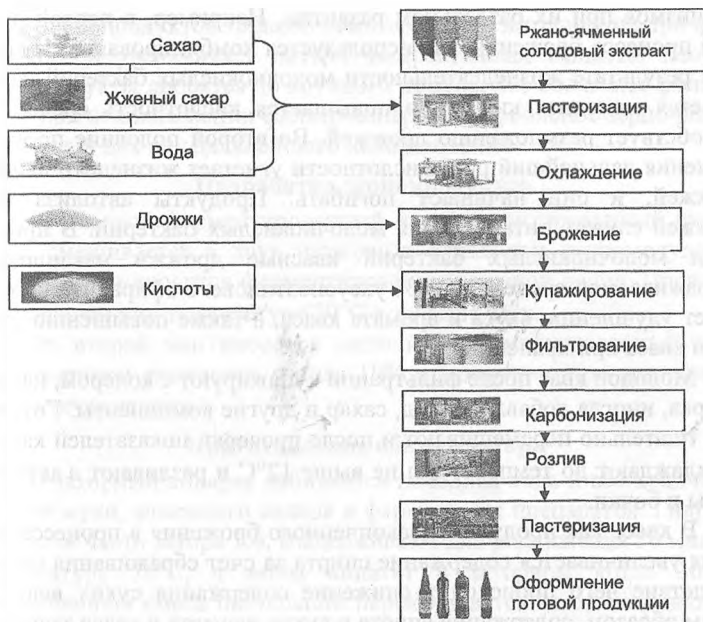


Рис. 18

Технологическая схема производства кваса

Технологическая схема производства кваса состоит из следующих стадий: приготовление сахарного сиропа и, при необходимости, колера, приготовление квасного суслу, приготовление комбинированной закваски, брожение, купаживание, розлив и пастеризация кваса.

В бродильно-купажный аппарат подают расчетное количество концентрированного квасного суслу (ККС), подработанную воду и сахарный сироп.

При сбраживании квасного суслу используют комбинированную культуру дрожжей и молочнокислых бактерий. Дрожжи вызывают спиртовое брожение, а бактерии — молочнокислое. Молочнокислые бактерии примерно половину сахара превращают в молочную кислоту, остальной сахар — в диоксид углерода, уксусную кислоту и этиловый спирт. Совместное действие микроорганизмов основано на их различном обмене веществ и разных требованиях к питательной среде, а также разной скорости размножения. В результате изменения условий среды меняется ход брожения, характерный для этих микро-

организмов при их раздельном развитии. Например, в первой половине процесса брожения, где используется комбинированная культура, в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий накапливается молочная кислота и повышается кислотность среды, что способствует размножению дрожжей. Во второй половине процесса брожения дальнейший рост кислотности угнетает жизнедеятельность дрожжей, и они начинают погибать. Продукты автолиза этих дрожжей служат питанием для молочнокислых бактерий. В присутствии молочнокислых бактерий квасные дрожжи накапливают в сбраживаемой среде до 0,04% уксусноэтилового эфира, что способствует улучшению вкуса и аромата кваса, а также повышению стойкости кваса при хранении.

Молодой квас после фильтрации купажируют с колером, настоями трав, иногда добавляют мед, сахар и другие компоненты. Готовый квас тщательно перемешивают и после проверки показателей качества охлаждают до температуры не выше 12°C и разливают в автоцистерны и бочки.

В квасе как продукте незаконченного брожения в процессе хранения увеличивается содержание спирта за счет сбраживания сахара, вследствие чего происходит снижение содержания сухих веществ. Таким образом, содержание спирта и сухих веществ в квасе зависят друг от друга. Так, в хлебном квасе, выпускаемом с предприятия с содержанием спирта 0,4; 0,5 и 0,6% мас. содержание сухих веществ соответственно составляет 5,8; 5,6 и 5,4% мас.

В зависимости от рецептуры вырабатывают квас хлебный, для крошки, для горячих цехов, напитки из хлебного сырья — «Московский», «Русский», «Литовский», «Боярский», «Марочный», «Застольный», «Ароматный», «Мятный», «Медовый квас», квас с хреном и др.

6.4. Технологическая схема по производству концентрата квасного сусла

Концентрированное квасное сусло получают на специализированных заводах из ферментированного и неферментированного ржаного солода, ячменного солода с добавлением ржаной, кукурузной, ячменной муки.

Взвешивание и дробление солода. Предварительно взятые со склада ржаная мука, ржаной солод и ячменный солод подвергаются взвешиванию на весах. Затем зернопродукты подают в дробильное отделение, где их подвергают дроблению. Зерно измельчают с целью более эффективного извлечения экстрактивных веществ. Использо-

шие зернопродуктов тонкого помола создаёт затруднения при фильтровании и увеличивает потери экстрактивных веществ. Поэтому зернопродукты дробятся до крупного помола, что облегчает фильтрование при использовании фильтр-аппаратов. Дробленое зерно подают в варочный цех для дальнейшего использования.

Подработка зернопродуктов

Дробленный ферментированный и неферментированный ржаной солод смешивается в двух разводных чанах при гидромодуле 1:4. В первый чан вносится ферментированный ржаной солод. Проводится затирание при температуре 20°C в течение часа.

Во второй чан вносится ржаной неферментированный солод с добавлением ячменного солода 10% и затирается при температуре 20°C в течение часа.

Приготовление общего затора

В заторный аппарат набирается холодная вода и все количество ржаной муки, ячменного солода и ферментных препаратов. Гидромодуль этой части затора 1:6. Выдерживают для разжижения 30 мин при температуре 70°C, а затем кипятят в заторном котле 30 мин. В полученную смесь постепенно перекачивается затор из разводных чанов.

Общий затор выдерживается при следующих температурных паузах:

20°C — 60 мин;

63°C — 60 мин;

72°C — 20 мин;

78°C — 10 мин;

В последующем затор подается в фильтр-аппарат на фильтрование.

Фильтрация сусла

Перед закачиванием затора фильтрационный аппарат, с тщательно уложенными ситами, ополаскивают горячей водой. Затем закрывают все краны и проверяют герметичность закрытия люка для дробины. С целью вытеснения воздуха из фильтрационных труб и подситового пространства аппарата их заполняют горячей водой температурой 78–80°C снизу так, чтобы вода на 1–1,5 см покрыла сита.

При непрерывной работе мешалки заторно-сусловарочного аппарата затор быстро перекачивают в фильтрационный аппарат.

Для более равномерного распределения массы в аппарате на короткое время включают рыхлитель. После двух-трех оборотов рыхли-

тель выключают и оставляют заторную массу для расслоения на 20–25 мин для осветления сусла над дробинкой.

После расслоения открывают кран фильтрации, мутное сусло возвращают в фильтрационный аппарат, направляя сусло на стенку фильтрационного аппарата по касательной. Вытекающее из фильтрационного аппарата прозрачное сусло направляют в заторно-сусловарочный аппарат.

Кипячение и осветление сусла

Отфильтрованное красное сусло, собранное в заторном аппарате, подвергается дополнительному кипячению. Это производится с целью стерилизации сусла и коагуляции веществ. Кипячение осуществляется в течение 1 ч.

После кипячения сусло перекачивается в гидроциклонный аппарат, в котором скогулировавшиеся при кипячении белковые вещества отделяются под действием центробежных сил. Продолжительность осветления — 1 ч.

Упаривание сусла

Осветленное сусло перекачивается в первый сборник для сусла, в котором предусмотрены расходомер, контролирующий расход поступающего сусла, и ловушка, задерживающая взвеси. Оттуда сусло постепенно поступает в первый корпус трехступенчатой выпарной установки, в которой при температуре 104°C концентрация сухих веществ увеличивается с 10 до 20%. Во втором корпусе сусло упаривается до 45% СВ при температуре 90°C, в третьем — до 70% СВ при температуре 60°C.

Процесс длится в течение 1,5 ч, после чего полученный концентрат перекачивается на термообработку.

Термообработка

Для термообработки ККС выдерживают в реакторе с обогревом при температуре 110°C в течение 30 мин. Для более быстрого нагревания реактор оснащен паровой рубашкой. По окончании обработки, для прекращения реакции меланоидинообразования, концентрат с помощью теплообменника охлаждается до 60°C. Охлажденный концентрат направляется в сборник для хранения. Сборники должны быть рассчитаны на 10 суточный запас ККС.

Контрольные вопросы

1. Назовите химический состав кваса.
2. Какова роль кваса в питании человека?

3. Что является основным сырьём при производстве кваса?
4. Укажите микроорганизмы, участвующие в производстве кваса.
5. Назовите основные технологические операции в производстве кваса.
6. Опишите органолептические показатели качества кваса.
7. Назовите физико-химические показатели кваса.
8. Опишите технологическую схему производства концентрата кислого сула.

7. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА

7.1. Микроорганизмы, используемые при получении этанола

Производство этилового спирта при помощи дрожжей основано на давно устоявшейся технологии. В спиртовом производстве используют пригодные для этих целей штаммы рода *Saccharomyces*. Основную массу вырабатываемого в настоящее время спирта получают при помощи дрожжей рода *S. cerevisiae*, иногда *S. uvarum* (*carlsbergensis*), *S. diastaticus*. Самое главное здесь — подобрать дрожжи, подходящие для переработки определенного субстрата. Дрожжи *S. cerevisiae* могут расти на глюкозе, фруктозе, мальтозе и мальтотриозе, то есть на простых сахарах. *S. diastaticus* может также использовать декстрины, а виды дрожжей *Kluyveromyces fragilis* и *K. lactis* — лактозу. Крупные спиртовые заводы всегда поддерживают свою собственную культуру дрожжей в специальных средах. Выбор штамма дрожжей при производстве спирта определяется его продуктивностью в особых условиях броющего сула. Брожение должно идти активно с образованием спирта в количестве, близком к теоретическому пределу.

Одним из лимитирующих факторов в ферментационном производстве этанола является неспособность микроорганизмов переносить высокие концентрации спирта и вызываемая этим остановка процесса брожения по достижении относительно высокой концентрации спирта. Штаммы дрожжей, используемые в спиртовой промышленности, должны сохранять жизнеспособность вплоть до концентрации этанола 12–15% об. Кроме того, если в качестве сырья используется зерно, дрожжи должны обладать способностью гидролизовать полисахариды до глюкозы. Это необходимо для полного превращения крахмала в этиловый спирт и углекислый газ.

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, брожения не происходит. Добавление гидролизующих крахмал-ферментов ускоряет этот процесс. Для этого обычно применяют амилазу из культуральной жидкости штаммов *Bacillus subtilis* и амилоглюкозидазу, выделяемую из культур грибов штаммов *Aspergillus niger* и близких форм. Ферменты используются и при подготовке сула, и при спиртовом брожении.

7.2. Технологическая схема производства спирта из зерна и картофеля

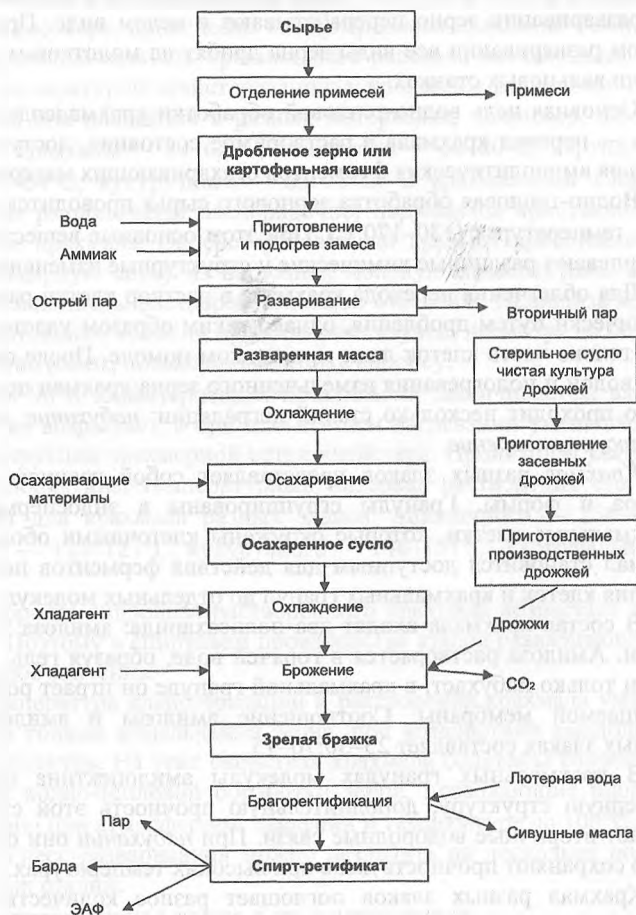


Рис. 19

Технологическая схема производства спирта из зерна и картофеля

Прием зерна и картофеля ведут по массе без примесей и по крахмалистости. Картофель перед подачей в производство освобождают от примесей и моют. Окончательная мойка картофеля производится в картофелемойках различной конструкции. Все зерно, поступающее в производство, освобождают от сорных примесей, земли,

пыли, от металлических примесей. После очистки зерна, идущего на варку, не должно содержаться металлических примесей, сорных минеральных примесей более 1%. При периодическом и полунепрерывном разваривании зерно перерабатывают в целом виде. При непрерывном разваривании все виды зерна дробят на молотковых дробилках или вальцовых станках.

Основная цель водно-тепловой обработки крахмалсодержащего сырья — перевод крахмала в растворимое состояние, доступное для действия амилалитических ферментов осахаривающих материалов.

Водно-тепловая обработка зернового сырья проводится при высоких температурах (130–170°C). При этом основные вещества зерна претерпевают различные химические и структурные изменения.

Для облегчения перехода крахмала в раствор клетки разрушают механически путем дробления, однако таким образом удастся разрушить только часть клеток даже при тонком помоле. После смешивания с водой и подогревания измельченного зерна крахмал последовательно проходит несколько стадий деградации: *набухание, клейстеризацию, растворение.*

Крахмал разных злаков представляет собой гранулы разного размера и формы. Гранулы сгруппированы в эндосперме зерна в крахмальные клетки, которые окружены клеточными оболочками. Крахмал становится доступным для действия ферментов после разрушения клеток и крахмальных гранул до отдельных молекул.

В состав крахмала входят два полисахарида: амилоза и амилопектин. Амилоза растворяется в горячей воде, образуя гель. Амилопектин только набухает, в крахмальной грануле он играет роль полупроницаемой мембраны. Соотношение амилозы и амилопектина в разных злаках составляет 25–30:70–75.

В крахмальных гранулах молекулы амилопектина образуют трехмерную структуру, дополнительную прочность этой структуре придают вторичные водородные связи. При *набухании* они ослабевают, но сохраняют прочность даже при высоких температурах.

Крахмал разных злаков поглощает разное количество воды. Степень поглощения воды зависит от температуры. При температуре до 60°C зерна крахмала поглощают до 300% воды, а при температуре близкой к клейстеризации — до 2500%. В результате этого ослабевают связи между клетками, структура зерна становится более мягкой, растворяются другие межклеточные вещества: пентозаны, гумми-вещества, минеральные соли. Набухание ускоряется при повышении температуры, нарушении целостности зерна.

В определенном температурном интервале, значение которого зависит от природы крахмала, размера крахмальных гранул и других факторов, нарушается целостность гранул. При этом резко возрастает вязкость раствора, происходит *клейстеризация* крахмала. Температуры, при которой вязкость крахмального раствора максимальна, называется температурой клейстеризации; у крахмалов различного происхождения она находится в разных интервалах, например, для пшеничного крахмала — 54–62°C, ячменного — 60–80°C, картофельного — 59–64°C, кукурузного — 65–75°C. В крахмальном клейстере молекулы расположены беспорядочно, нарушается кристаллическая структура крахмала. Оклеястеризованный крахмал представляет собой трехмерную сетку из набухших молекул амилопектина, ячейки которой заполнены раствором амилозы. Механизм гидролиза крахмала до настоящего времени недостаточно изучен, несмотря на большое количество работ, посвященных этому вопросу.

При 90°C клейстеризация практически заканчивается, вязкость больше не возрастает, а при дальнейшем нагревании уменьшается за счет деструкции трехмерной сетки клейстера. Происходит *растворение* амилопектина, температурный интервал растворения его также различен для крахмала разных злаков: пшеничного — 136–141°C, ржаного — 121–127°C, кукурузного — 146–151°C, картофельного — 132°C.

Скорость гидролиза растворенного крахмала возрастает многократно. Поэтому в спиртовом производстве стадия разваривания имеет большое значение.

Температура клейстеризации и растворения крахмала уменьшается при тонком измельчении зерна, при воздействии амилолитических ферментов. На этих свойствах крахмала основаны современные способы водно-тепловой обработки зерна, позволяющие проводить эту стадию при атмосферном давлении и температуре до 100°C.

Процесс разваривания можно разделить на несколько последовательных стадий:

- приготовление замеса и его подваривание;
- нагрев замеса до температуры разваривания;
- выдержка замеса;
- отделение пара (паросепарация).

Зерно дробят на молотковых или вальцовых дробилках. Измельченное зерно смешивают с водой при температуре не более 50°C (ниже температуры клейстеризации) в соотношении 1:2,5–3,5 в зависимости от содержания крахмала, чтобы впоследствии получить оса-

харенное сусло с содержанием сухих веществ 16–18%. Замес готовят в смесителях с мешалкой.

Рекомендуется для экономии тепла нагревать замес в смесителе или контактной головке вторичным паром до температуры не более 55–65°C, чтобы не допустить полной клейстеризации для сохранения его транспортабельности. Кроме того, не допускается накопление сахаров за счет воздействия на крахмал собственных амилолитических ферментов зерна. Такая обработка замеса называется подвариванием.

На стадии подваривания эффективно использовать бактериальную α -амилазу, которую вносят в смеситель при температуре 75–80°C.

Картофель измельчают на молотковых или дисковых дробилках и через промежуточный сборник направляют на контактную головку для нагрева до температуры разваривания. Можно подогревать замес вторичным паром, но не выше 45–50°C, так как при более высокой температуре начинается клейстеризация крахмала, и замес теряет подвижность.

Подогрев замеса до температуры разваривания проводится в контактных головках острым паром до температуры 138–170°C в зависимости от способа разваривания.

Способы разваривания в зависимости от организации процесса различают:

- периодические,
- непрерывные.

Периодические способы проводятся в установках, состоящих из нескольких аппаратов, в каждом из которых протекает одна из стадий разваривания. *Непрерывные* способы разваривания более эффективны, они характеризуются тем, что подготовленный замес непрерывно проходит ряд аппаратов установки при определенных режимах и выводится в готовом виде.

Основной целью осахаривания разваренной массы является получение осахаренного сусли оптимального состава для сбраживания и культивирования дрожжей.

Основной процесс на стадии осахаривания — гидролиз крахмала амилолитическими ферментами солода или микробных ферментных препаратов.

Независимо от способа процесс осахаривания можно разбить на стадии:

1. Охлаждение разваренной массы до температуры осахаривания.
2. Смешивание с осахаривающим материалом.

3. Осахаривание разваренной массы.

4. Охлаждение до температуры брожения.

Осахаривание может проводиться в одну или две ступени.

Основной целью процесса брожения является максимальное сбраживание сахаров и накопление спирта.

При сбраживании осахаренного сусла одновременно идут два основных процесса:

— сбраживание сахаров с образованием спирта, диоксида углерода, побочных и вторичных продуктов брожения; процесс брожения сопровождается выделением тепла;

— доосахаривание декстринов ферментами, внесенными на стадии осахаривания.

Первая стадия — *возбращивание*, в течение этого периода практически нет убыли сахаров. Эта стадия соответствует лаг-фазе размножения дрожжей, которая характеризуется тем, что происходит адаптация дрожжей к среде, синтез необходимых ферментов для их жизнедеятельности.

Вторая стадия — *главное брожение*, в процессе которого наблюдается максимальная скорость сбраживания сахаров, так как сусло содержит достаточно питательных и ростовых веществ.

Третья стадия — *дображивание*. Скорость сбраживания сахаров уменьшается за счет 2 основных лимитирующих факторов:

1. Недостаток сахаров и других веществ, необходимых дрожжам. Дрожжи сбраживают сахара, образующиеся при доосахаривании декстринов за счет гидролитической активности глюкоамилазы.

2. Накопление спирта в значительных концентрациях, который тормозит процесс брожения.

В зависимости от организации проведения всех этих стадий используются 3 основных способа брожения:

- периодический;
- циклический;
- непрерывно-поточный.

В зрелой бражке кроме видимой концентрации сухих веществ контролируется крепость: 8–9%, нарастание кислотности: не более 0,15–0,20°; содержание несброженных сахаров: 0,25% — при отличной работе, 0,35 — при хорошей, 0,45 — при удовлетворительной.

Бражка может быть представлена как смесь легколетучего компонента (спирта с летучими примесями) и труднолетучего компонента (вода и труднолетучие примеси).

Выделение спирта из бражки и его освобождение от примесей осуществляются путем перегонки и ректификации.

Под *перегонкой* понимается разделение смеси из двух компонентов (или фракций), обладающих различной летучестью или температурой кипения, на отдельные компоненты (или фракции) путем частичного испарения и последующей конденсации пара.

В процессе *ректификации* происходит разделение многокомпонентной смеси (бражки) на компоненты или группы компонентов (фракции), различающиеся летучестью (упругостью паров), путем многократного массо- и теплообмена между противоточно движущимися паровым и жидкостным потоками.

Теоретический выход, вычисленный по уравнению спиртового брожения, составляет 71,98 дал из 1 т условного крахмала.

Практический выход колеблется от 81,5 до 93% от теоретического и нормируется для различных видов сырья.

7.3. Технологическая схема производства спирта из мелассы

Меласса является побочным продуктом в производстве сахара. В зависимости от вида сырья, перерабатываемого на сахарных заводах, меласса бывает нескольких видов:

- свеклосахарная меласса — при переработке сахарной свеклы;
- рафинадная меласса — при производстве сахара-рафинада из сахара-песка.

В России для производства спирта используется преимущественно свеклосахарная меласса.

Для производства спирта меласса — наилучшее сырье. Ценность ее заключается в том, что наряду с высоким содержанием сахара в ней находятся все вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности дрожжей. При переработке мелассы упрощается технологическая схема, так как исключается операция разваривания сырья и осахаривания крахмала ферментами.

Мелассу принимают по массе в специальном отделении завода, в котором ее перекачивают в специальные аппараты — рассиропники.

При переработке на спирт мелассы подготовка ее сводится к гомогенизации, подкислению, асептированию, добавлению питательных веществ для дрожжей и разбавлению водой. Мелассу, сильно инфицированную микроорганизмами, подвергают тепловой стерилизации. В зависимости от переработки мелассы — одно- или двухпо-

точной — готовят мелассное сусло одной или двух концентраций сухих веществ.

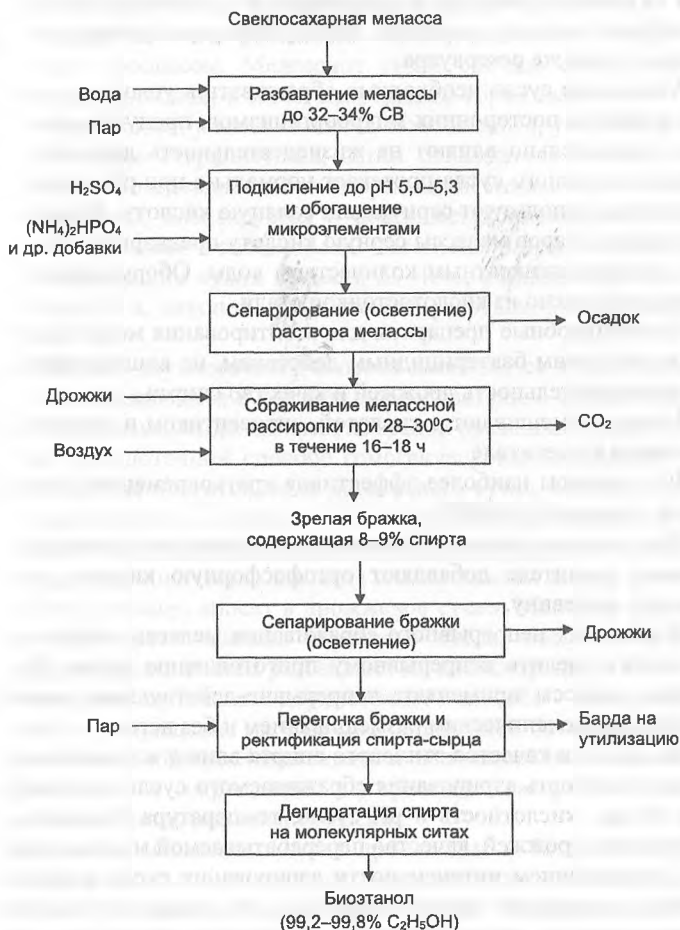


Рис. 20

Технологическая схема производства спирта из мелассы

Гомогенизация (усреднение). Меласса, поступающая от различных сахарных заводов, неоднородна по своему составу и качеству и поэтому неодинаково сбраживается дрожжами. Перед сбраживанием ее рекомендуется усреднять по составу и качеству. Согласно типовой

схеме, мелассу из хранилищ при помощи насоса направляют в резервуар для гомогенизации. Усреднение производится смешиванием мелассы из разных хранилищ и циркуляции ее с помощью насоса, который забирает мелассу из нижней части резервуара и подает ее в верхнюю часть того же резервуара.

Меласное сусло необходимо сбраживать в условиях, исключающих развитие посторонних микроорганизмов, продукты обмена которых отрицательно влияют на жизнедеятельность дрожжей. Сбраживание меласного сусла протекает нормально при pH около 5. Для подкисления используют серную или соляную кислоту. Во избежание разрушения сахаров мелассы серную кислоту предварительно разбавляют четырех-пятикратным количеством воды. Оборудование должно быть выполнено из кислотостойкой стали.

Антимикробные препараты для асептирования мелассы должны обладать высоким бактерицидным действием, не влияя отрицательно на жизнедеятельность дрожжей и качество спирта.

Мелассу смешивают с кислотой, антисептиком и питательными веществами в смесителе.

Для мелассы наиболее эффективна кратковременная стерилизация при температуре 140°C.

Для лучшего питания дрожжей при брожении к мелассе в специальном смесителе добавляют ортофосфорную кислоту, сульфат аммония и мочевины.

В условиях непрерывного сбраживания мелассы особое внимание следует уделить непрерывному приготовлению сусла. Для разбавления мелассы применяют непрерывно-действующие смесители двух типов: с механическим размешиванием и без него.

На выход и качество этилового спирта влияет множество факторов: интенсивность аэрирования сбраживаемого сусла, концентрация в нем сахара, кислотность и pH сусла, температура брожения, раса применяемых дрожжей, качество перерабатываемой мелассы и др.

С повышением интенсивности аэрирования сусла в дрожжегенераторах содержание спирта снижается, что связано с увеличением расхода сахара на синтез биомассы дрожжей и образование других продуктов брожения.

При повышении концентрации сахара в зрелой бражке увеличивается количество альдегидов и эфиров. При этом угнетаются ферменты, регулирующие превращения альдегидов в другие продукты.

Меласное сусло сбраживается различными расами дрожжей, чаще — одновременно двумя.

На спиртовых заводах, перерабатывающих мелассу, применяют одно- или двухпоточные схемы сбраживания сусла.

При однопоточном способе сбраживания готовят сусло одной концентрации 22–24%, вследствие чего упрощается технология и управление процессом. Меласное сусло сначала используют для культивации дрожжей, а затем непрерывно сбраживают ими. По однопоточному способу меласса сначала гомогенизируется. Дефектная меласса сначала стерилизуется, затем охлаждается в специальном теплообменнике и смешивается с нормальной мелассой. Затем меласса подкисляется, асептируется и обогащается питательными веществами для дрожжей в специальном смесителе. Затем она разбавляется до концентрации сухих веществ 35–40%, очищается от взвешенных примесей и, наконец, окончательно разбавляется до концентрации 22%.

Сущность двухпоточного способа заключается в том, что основное сусло сбраживается в четырёх последовательно соединённых аппаратах дрожжами, выделенными из зрелой бражки на сепараторах.

При двухпоточном способе гомогенизированная меласса, предназначенная для приготовления дрожжевого сусла, взвешивается как и при однопоточном, подкисляется, асептируется, обогащается питательными веществами, разбавляется до концентрации сухих веществ 12%. При этом количество кислоты и питательных солей, рассчитанное на всю мелассу, вносят в дрожжевое сусло. Мелассу, предназначенную для приготовления основного сусла, после взвешивания только асептируют и затем разбавляют до концентрации в 32%.

Основная особенность двухпоточного способа — сепарирование дрожжей и возвращение их в начало броидильной батареи для многократного использования. Многократное использование возвращаемых дрожжей ведет к сокращению и устранению лаг-фазы и приводит к повышению интенсивности брожения.

Брожение меласного сусла происходит в батарее последовательно соединённых ферментеров периодическим или непрерывным способами. Ферментеры представляют собой цилиндрические аппараты вместимостью 50–100 м³ с перемешивающими устройствами, змеевиками и барботерами для подвода воздуха. Выход спирта с 1 м³ ферментера составляет 2–8 дал/сут. Из 1 т мелассы получают 66,5 дал спирта.

Качество ректификованного спирта при переработке мелассы по обоим способам-идентично. При двухпоточном способе сахар сбраживается полнее, образуется меньше вторичных продуктов, дрожжи

находятся в более активном физиологическом состоянии, выход спирта больше.

Контрольные вопросы:

1. Опишите особенности микроорганизмов, используемых при производстве этилового спирта.
2. Опишите технологическую схему производства спирта из зерна.
3. Какие зерновые культуры используются при производстве биоэтанола?
4. Назовите известные Вам способы разваривания крахмалосодержащего сырья.
5. Какие биохимические процессы происходят при брожении крахмалосодержащего сырья?
6. Назовите известные Вам способы сбраживания сусла при производстве спирта.
7. Что происходит при перегонке бражки?
8. Основная цель ректификации.
9. Что представляет из себя меласса?
10. Зачем проводят гомогенизацию мелассы?
11. Какие вспомогательные добавки вводят в мелассное сусло для лучшего питания дрожжей?
12. Назовите основные технологические стадии производства спирта из мелассы.

8. НАПИТКИ БРОЖЕНИЯ РАЗНЫХ СТРАН

8.1. Бельгийское пиво

В некоторых странах изготавливаются напитки брожения по технологии схожей с пивом, но имеющей свои отличительные черты. Так, абсолютно особым сортом является брюссельское пиво ламбик (*lambic*). Изготавливают его из солода с добавкой 40% пшеницы, концентрация начального сусла 10–13%, пиво сильно охмеленное, с содержанием спирта 4–6% об.

Ламбик является одним из старейших видов пива. Основное его отличие от других сортов — отсутствие культивированных дрожжей и его приготовлении, то есть это пиво самопроизвольного брожения с использованием эпифитной микрофлоры сырья. Произвольное брожение вызывают дикие дрожжи, молочно-кислые бактерии и дрожжи типа *Brettanomyces*. Изготовление такого пива возможно только в прохладное время года, так как в жаркую погоду микрофлора ведёт себя слишком непредсказуемо: молочно-кислые бактерии преобладают над дрожжами, протекает молочно-кислое, а не спиртовое брожение. Перед выпуском вкус пива исправляют путем смешивания старых партий с молодыми.

8.2. Фруктовое пиво

К фруктовому пиву относятся напитки брожения, изготовленные по технологии пива, но с добавлением плодов, фруктов, ягод, соков или сиропов. Основу такого напитка составляет обычное пиво, а вот фруктовые нотки могут придаваться ему как на различных технологических этапах изготовления, так и после — когда в уже готовое пиво добавляются соки либо сиропы.

Общим для всех видов фруктового пива является необычный для пива вкус, характерный для определённых фруктов или ягод. По интенсивности фруктовый привкус может варьироваться от едва заметного до ярко выраженного, преобладающего над вкусом самого пива. В любом случае, фруктовый вкус не должен быть искусственным или подавляющим, чтобы это напоминало газированный напиток с фруктовым соком. Хмелевая горечь, солодовый вкус, содержание спирта и побочные продукты брожения, такие как сложные эфиры или диацетил, должны соответствовать базовому пиву и быть гармоничными и сбалансированными с присутствующим в напитке характерным фруктовым привкусом. Для такого пива традиционные компоненты (особенно хмель) могут быть намеренно смягчены для того,

чтобы позволить фруктовому характеру проявиться в итоговой картине вкуса.

В правильно приготовленном фруктовом пиве добавленные фрукты и ягоды обычно придают вкус, но не сладость. Это объясняется тем, что при добавлении их в сусло или другие ингредиенты в процессе приготовления пива сахар, присутствующий во фруктах, обычно целиком сбраживается и способствует выработке более легких вкусов, чем это могло бы ожидаться от заявленного базового типа пива. В любом случае, общий вкусовой баланс является ключевым моментом для хорошего фруктового пива — фрукты должны дополнять оригинальный вкус и запах, а не подавлять их.

В Бельгии фруктовое пиво называется крик (*kriek*). «*Kriek*» в переводе с фламандского — это «кислая вишня». Крик является разновидностью фруктового ламбика. Традиция готовить такое пиво зародилась в Бельгии, и с тех пор крик является своеобразной визитной карточкой этой страны. Основой этого пива и залогом его удивительного вкуса является вишня. В некоторые сорта пива, помимо вишни или вместо неё, добавляют малину или виноград. На производство ста литров крика уходит около двадцати килограммов спелой вишни. Рецепт фруктового пива предполагает использование специально выращенных для этих целей ягод, которые доставляют из Брюсселя слегка перезревшими. После этого вишня очищается от косточек и выдерживается в пиве. При этом под влиянием фруктового сахара начинается вторичная ферментация напитка. Получившееся в результате фруктовое пиво имеет ярко-красный оттенок и ярко выраженный аромат и вкус ягод, на основе которых оно было сделано.

8.3. Немецкий лимонадный радлер

Радлер — это слабоалкогольный коктейль из пива и лимонада, в соотношении 50/50 или 60/40, который является традиционным и самым популярным немецким фруктовым пивным коктейлем. По распространённой легенде, радлер был придуман в 1922 г. владельцем пивной «*Kugler Alm*» Францем Ксавьером Кюглером в местечке Оберхахинг (*Oberhaching*), под Мюнхеном. Чтобы все желающие, среди которых было много велосипедистов, могли утолить жажду, Франц Кюглер стал разбавлять остатки пива лимонадом. Сочетание пивной горечи и фруктового аромата понравилось посетителям, коктейль быстро стал популярным. Название напитка «Радлер» связывают с баварским словом *radler*, что значит «ездить на велосипеде». В различных европейских странах, особенно немецкоговорящих, и

в регионах Германии существуют вариации радлера (белое пиво или светлое, с лимонным лимонадом, апельсиновым лимонадом, минеральной водой, «спрайтом»).

8.4. Современные коктейльные бирмиксы

В последние годы ведущие компании по производству пива начинают активно продвигать сорта с ягодными или фруктовыми добавками. Их принято называть «бирмикс» (от англ. *beer* — пиво, *mix* — смесь). Основу таких напитков составляет лёгкое пиво с низким содержанием этилового спирта в сочетании со сладким фруктовым сиропом.

В нашей стране такие напитки тоже производят.

В качестве сырья для производства пивных напитков используют:

- солод пивоваренный ячменный по ГОСТ 29294;
- солод ржаной по ГОСТ Р 52061;
- солод пивоваренный пшеничный;
- несоложенные зернопродукты;
- ячмень пивоваренный по ГОСТ 5060;
- пшеницу по ГОСТ Р 52554;
- крупу пшеничную дробленую по ГОСТ 18271;
- крупу рисовую по ГОСТ 6292;
- крупу кукурузную по ГОСТ 6002;
- концентраты пивного сусла, солодовые, ячменно-солодовые экстракты и другие продукты переработки солода и зернопродуктов;
- воду питьевую;
- хмель прессованный по ГОСТ 21947;
- хмелепродукты;
- патоку крахмальную по ГОСТ Р 52060;
- сахар-песок по ГОСТ 21;
- сахар белый по ГОСТ Р 53396;
- сахар-сырец по ГОСТ Р 52305;
- сахар жидкий по ГОСТ Р 53035;
- мед натуральный по ГОСТ 19792;
- мёды монофлорные по ГОСТ Р 52451;
- продукты пчеловодства:
- прополис по ГОСТ 28886;
- пыльцу цветочную по ГОСТ 28887;
- молочко маточное пчелиное по ГОСТ 28888;
- плодово-ягодное, пряно-ароматическое и другое растительное сырье и продукты его переработки;

— пиво по ГОСТ Р 51174 или по нормативному документу изготовителя;

— вкусовые и ароматические добавки;

— дрожжи пивные.

При производстве пивных напитков допускается использовать аналогичное сырье, пищевые добавки и вспомогательные средства, обеспечивающие их качество и безопасность, регламентированные.

8.5. Саке

Саке — это традиционный японский алкогольный напиток. Его часто называют и «рисовой водкой», и «японским вином», хотя это не совсем правильно. Правильнее будет сказать, что саке занимает промежуточное положение между пивом и вином. По виду используемого сырья, а это злаковая культура — рис, и по технологии изготовления он больше напоминает пиво. А по показателям качества готового напитка, который содержит 14,5–20,0% об. спирта и имеет во вкусе нотки хереса, яблок, винограда, бананов, специй, пряностей, этот напиток больше похож на вино. По цвету и прозрачности саке обычно бесцветный и прозрачный, но допускается изменение цвета в сторону янтарных, желтых, зеленых и лимонных оттенков.

История саке безусловно связана с историей Японии. Японцы производят его вот уже *2000 лет*. Начало его производства связано с началом выращивания риса — главной сельскохозяйственной культуры. Первым прототипом саке было «кутиками но саке», что дословно переводится так: «кути» — рот, «ками» — жевать. Этот напиток, а точнее почти кашу, пережевывали и сплевывали в большой чан, где он бродил. И только после этого его ели палочками.

Есть несколько легенд о происхождении саке. По одной из них, саке сварили для задобрения богов в качестве жертвенного подарка, чтобы они дали им хороший урожай. Другая же легенда провозглашает создателем саке журавля, который обронил рис в щель тростника, где он перебродил, и получилось саке.

Достаточно долгое время саке изготавливали только члены императорской семьи и близкие им синтоистские монахи. Начиная с *VIII столетия*, в технологии изготовления начинают появляться плесневые грибы («кодзи»), которые заменяют энзимы слюны. При дворце императора было даже создано министерство, которое контролировало производство саке для императора и его семьи.

В эпоху Эдо (XVII–XIX столетия) была осознана важность качества и чистоты воды в изготовлении sake: производство начали открывать возле лучших источников воды.

В начале XX столетия sake признали достоянием Японии. А в 1904 г. был создан институт по исследованию его производства. В это же время японцами была освоена эмаль и эмалирование емкостей. Это сразу решило проблему бактериального заражения sake.

Во времена Второй Мировой производство этого напитка серьезно пострадало. Но по её окончании начало стремительно развиваться благодаря вертикальным шлифовальным машинам для риса и еще одной составляющей — воде, рису и труду.

В основном изготовление sake требует к расходным ингредиентам специальные сорта риса, которые имеют достаточно крупную, в том числе и тяжелую форму с повышенным содержанием крахмала. Также существуют и конкретные определенные требования к используемой воде при производстве sake, т. е. в ней непременно должны содержаться соответствующие природные минералы, такие как: фосфор, калий, кальций и магний. Такая обогащенная полезными минералами вода присутствует лишь в нескольких японских источниках.

Технология производства sake. Для приготовления sake требуется крупнозернистый рис с высоким содержанием крахмала. Сначала рис шлифуют, чтобы удалить оболочку зерна и зародыш, которые при брожении приносят в sake неприятный аромат и привкус. При прочих равных условиях чем выше степень шлифовки риса, тем лучше качество sake, допустимый диапазон шлифовки — 30–70%. Это значит, что для дорогих сортов sake обтачивают до 70% зерна, используя в производстве только 30% сердцевин зерен. На рисунке 21 представлено фото натуральных и отшлифованных рисовых зёрен, отчетливо видно сколько остается от первоначального рисового зерна после шлифовки. На рисунке 21 представлен рис натуральный и отшлифованные рисовые зёрна.

Отшлифованный рис промывают, замачивают на 2–24 ч (чем выше степень шлифовки, тем меньше времени требуется), затем обрабатывают паром. Рис должен размякнуть, но не перевариться, иначе брожение будет слишком быстрым и sake не успеет вобрать в себя все нотки вкуса.

Кроме риса в производстве sake используют воду, кодзи и сьюбо. **Кодзи** — это зёрна риса, поражённые плесневым грибом кодзикин (*Aspergillus oryzae*). Словом **сьюбо** называют дрожжевую закваску, которая в свою очередь готовится из риса, воды, кодзи и дрожжей.

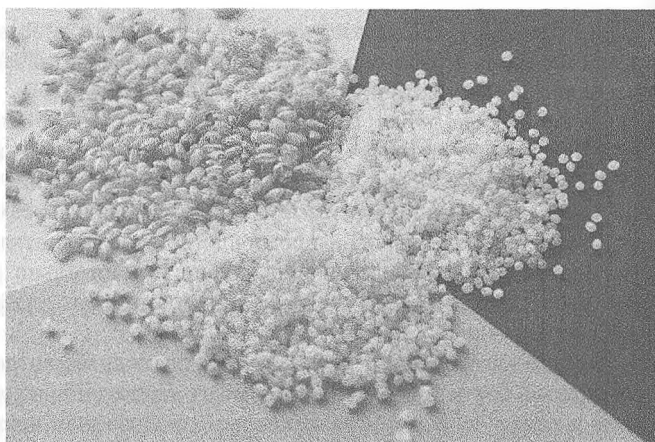


Рис. 21

Рисовые зёрна до и после шлифовки

Отшлифованное рисовое зерно содержит большое количество полисахарида крахмала, который не сбраживается дрожжами. Для протекания процесса спиртового брожения необходимо произвести распад крахмальных зёрен до ди- и моносахаридов. Первичный этап распада крахмала на амилозу и амилопектин, а далее на декстрины происходит под действием амилолитических ферментов, вырабатываемых грибом *Aspergillus oryzae*. Два процесса ферментации (крахмал риса + *Aspergillus oryzae* сахар, сахар + закваска сьюбо спирт) происходят одновременно. Таким образом, при брожении и кодзи, и сьюбо участвуют в уникальной технологии двойной параллельной ферментации. Это единственный случай для напитков брожения. Чаще всего, как, например, в пивоварении, крахмал используемого сырья расщепляют до сахаров, а затем сбраживают до этилового спирта.

В стародавние времена, когда ещё не знали гриба *Aspergillus oryzae*, в качестве источника амилолитических ферментов при производстве sake использовали ферменты слюны. Для этого рис пережёвывали и выплёвывали, о чём свидетельствуют многочисленные источники. Но этот далеко не гигиеничный способ производства уже давно в прошлом. В настоящее время ферменты слюны заменены специально выращиваемым для таких целей грибом *Aspergillus oryzae*, который и служит источником ферментов.

Рисовое сусло бродит при температуре 15–20°C (дорогие сорта при 10°C) 18–40 дней. Чем дольше период брожения, тем выше качество готового напитка. Отбродившее сусло сначала процеживают,

получается элитное саке. Затем сусло прессуют, чтобы извлечь из него остатки жидкости, так получают обычные сорта.

Согласно японскому законодательству, саке может называться только напиток, который не содержит осадка, поэтому все виды подвергают фильтрации и осветлению. Иногда для этой цели используется древесный активированный уголь, который обладает хорошими адсорбирующими свойствами. Кроме того, для увеличения срока хранения готового напитка, большинство сортов саке пастеризуют, чтобы убить остатки дрожжей, которые могут вызвать повторное брожение в бутылке. Затем саке помещают на 6–12 мес. в специальные емкости для выдержки. В конечном итоге крепость саке достигает 18–20% об., но перед розливом в бутылки саке обычно разбавляют до 14–16% об., так как японцам не нравится крепкий алкоголь.

Классификация

Все многообразие видов японского саке можно разделить на две категории: «футцу-сю» и «токутэй-мейсё-сю».

- «футцу-сю» (ординарное саке). Готовится из риса, потерявшего при шлифовании всего лишь около 10% своей первоначальной массы. В такое вино при производстве обычно добавляют довольно большое количество (около 30% от общего веса подвергаемой ферментации гущи) так называемого «бродильного» крепкого алкоголя, сахара (глюкозы и т. п.);

- «токутэй-мейсё-сю» (саке с установленным наименованием). Объединяет восемь разновидностей высококачественных саке, производство которых регулируется японским законодательством:

- «хондзёдзо-сю». Готовят из риса, сохранившего после шлифования не более 70% своей изначальной массы, с добавлением «бродильного» крепкого алкоголя не более 10% веса ферментируемой гущи;

- «дзюмай-сю». Саке из риса, также сохранившего не более 70% своей изначальной массы, но без добавления «бродильного» крепкого алкоголя;

- «токубецу хондзёдзо-сю». Готовится так же, как и «хондзёдзо-сю», но только с более высокой степенью очистки риса — должно остаться около 60% от изначальной массы;

- «гиндзё-сю». Саке медленной ферментации при контролируемых (пониженных) температурах. Напиток класса «премиум», готовится из риса, сохранившего не более 60% первоначальной массы. Добавление «бродильного» крепкого алкоголя — не более 10%;

- «токубецу дзюммай-сю». Готовится аналогично «дзюммай-сю», но шлифовка риса — до 60%;

- «дзюммай гиндзё-сю». Готовится так же, как и «гиндзё-сю», но без добавления «бродильного» крепкого алкоголя. Саке класса «премиум»;

- «дайгиндзё-сю». Напиток класса «супер-премиум». «Великое гиндзё-сю» готовится так же, как и обычное, но степень шлифовки риса очень высокая: после этой процедуры должно остаться не более 50% от его изначальной массы.

- «дзюммай дайгиндзё-сю». Напиток класса «супер-премиум», отличающийся от «дайгиндзё-сю» лишь отсутствием каких-либо добавок «бродильного» крепкого алкоголя.

Кроме приведенной выше классификации, саке подразделяют на различные типы и по другим признакам. Так, в зависимости от того, подвергалось оно фильтрации или нет, саке может быть «сэй-сю» (очищенное) и «нигоридзакэ» (неочищенное). Рисовое вино, не проходившее пастеризацию, «живое», называется «намазакэ». Еще бывает «нама-тёзо-сю» (выдержанное «живым») — вино, не подвергавшееся пастеризации перед выдержкой, и «нама-зумэ-закэ» (бутилированное «живым»). «Син-сю» — это «молодое» саке, поступающее в продажу в течение года с момента его изготовления, тогда как «ко-сю» — «старое» саке, то есть выдержанное больше года. Кроме того, саке может быть «гэн-сю» (натуральной крепости, неразбавленное — 18–20% об.) и «тэй-арукору-сю» (пониженной крепости — 8–10% об.), а так же «тарудзакэ» («бочковое» саке) — выдержанное в деревянных бочках.

8.6. Пульке

Пульке (от исп. «*Pulque*») — это мексиканский национальный спиртной напиток, получаемый путем брожения сока агавы (*Agave salmiana*, *Agave atrovirens* и другие виды). Еще этот напиток порой называют «Октиль». Это тягучий и слегка пенистый напиток молочного цвета. Его крепость составляет 4–6% об.

Происхождение пульке окутано множеством легенд и мифов. Как гласит одна из легенд, индейцы племени «тольтеков» открыли для себя пульке не сами, а с помощью мистического божественного провидения. Молния, ударив в агаву, расколола её на две половины, и из сердцевины полился нектар. Мексиканские индейцы даже не догадывались о том, что в этом растении скрывается «дар богов».

Долгое время пультке был едва ли ни единственным мексиканским алкогольным напитком, до тех пор, пока испанские конкистадоры не привезли в Новый Свет европейские технологии возгонки спирта, после чего появились такие напитки, как мескаль и текила.

Пультке производят из сока некоторых видов агавы. Сок добывается из отверстия, которое вырезается в сердцевине пульткеносной агавы, или магея (*Agave atrovirens* или *Agave mexicana*), растения родом из Мексики, которое насчитывает несколько разновидностей: белый магей, магей из Чалько, магей длиннолистный, магей податливый, магей цветной, магей хамини и других. Растение культивируется в Федеральном округе Мехико, штатах Мехико, Пуэбла, Мичоакан, Тласкала и некоторых частях Идальго — на юге, на Равнинах Апана (*Llanos de Apan*) и в Долине Мескиталь (*Valle de Mesquital*).

Процесс получения сока достаточно долгий и трудоемкий. Для его получения вырезают молодую почку из середины розетки агавы. В получившуюся ямку собирается сладкий сок *Aguamiel*, который должен идти на образование стебля, цветов и плодов. Оттуда с помощью специальной длинной и полой тыковки отсасывают сахаристый сок. «Доят» агаву трижды в сутки. Период «лактации» продолжается три-четыре месяца, а иногда и 6 мес.; за это время растение дает от 4 до 7 л ежедневно. Одна агава за весь период сбора может дать до тысячи литров сока.

На рисунке представлен сбор сока агавы племенами индейцев. Для сбора использовали плоды тыквы.

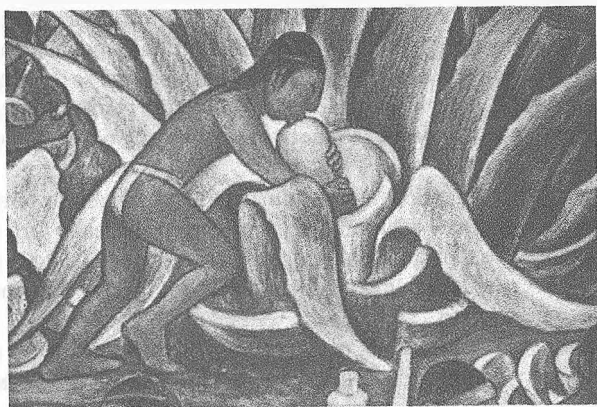


Рис. 22
Сбор сока пальмы индейцами

Процесс ферментации начинается еще внутри растения. Собравший сок на 7–14 дней отправляют на ферментацию в огромные бочки. Раньше для этих целей использовались дубовые бочки, а в современных условиях подходят и пластиковые. По окончании процесса брожения напиток готов и его можно употреблять в пищу. Но срок хранения пультке небольшой, так как реализуется он в нефилтрованном и непастеризованном виде. Из-за непродолжительного времени хранения пультке можно попробовать только в Мексике. Напиток быстро портится, скисает, поэтому его не экспортируют.

Имея в виду питательную ценность, о пультке говорят: «Он не мясо, просто потому что стесняется» (*sólo le falta un grado para ser carne*). В напитке содержатся углеводы, витамин С, витамины группы В, D, E, почти все незаменимые аминокислоты, а также натрий, фосфор, железо и магний.

8.7. Чича

Чича (исп. *Chicha*, *ˈtʃi.tʃa*) — традиционный напиток, распространенный на Южноамериканском континенте в Эквадоре, Перу, Чили. Чича считается напитком, который пили еще со времен древних инков и употребляли во время различных ритуалов и на праздники.

Сырьём для его производства является кукуруза. В некоторых регионах в нее добавляют юкку, бананы и ананасы. Технология его производства не претерпела изменений и в настоящее время традиционна. Женщины жуют кукурузу и сплевывают мякоть во фляги с теплой водой, где она бродит. Под влиянием амилолитических ферментов человеческой слюны кукурузный крахмал превращается в дисахарид — мальтозу, которая затем сбраживается с образованием этилового спирта. Получающуюся молочно-желтую жидкость подают в тыквах пилче (*pilche*). Попробовать чичу можно в чичериях (*chicherias*).

В настоящее время способ приготовления традиционной чичи подвергается гонениям официальных властей. Связано это с гигиеной, потому что содержащаяся в пережеванном сырье слюна является переносчиком и может стать источником тяжелых заболеваний, например, туберкулеза.

Поэтому традиционную чичу сегодня готовят только в отдалённых горных деревнях Коста-рики, Эквадора, Боливии и Колумбии.

Контрольные вопросы

1. Какова особенность изготовления бельгийского пива ламбик?
2. Что относится к фруктовому пиву?

3. Назовите отличительные особенности радлера.
4. Что относится к бирмиксам?
5. Какое сырьё используется при производстве бирмиксов?
6. Что представляет из себя напиток sake?
7. Какие виды микроорганизмов используются при производстве sake?
8. В чём особенность подготовки рисовых зёрен для sake?
9. Опишите технологию изготовления sake.
10. Что представляет из себя пульке?
11. Назовите основное сырьё при изготовлении пульке.
12. Где можно попробовать пульке?
13. Назовите особенности напитка чича.
14. Где традиционно изготавливают чичу?

9. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КОНСЕРВИРОВАНИЕ ОВОЩЕЙ

Свежие и переработанные различными способами овощи играют важную роль в питании человека. Приятный вкус и пищевые достоинства овощей обусловлены различным сочетанием в них сахаров, органических кислот и ароматических веществ. Особая ценность овощей заключается в том, что они являются источником физиологически активных веществ: витаминов, каротина, фолиевой кислоты, клетчатки, пектиновых веществ, ферментов. Благодаря этому они возбуждают аппетит и повышают секреторную деятельность пищеварительных желез. По данным Института питания РАМН, норма потребления свежих плодов и овощей должна составлять 400–500 г в сутки.

Издавна на Руси принято было квасить овощи, такие как капусту, свеклу, морковь и др., обеспечивая тем самым сохранность продуктов на всю долгую и холодную зиму, а также привнося в них дополнительные функциональные ингредиенты, такие как молочнокислые бактерии и продукты их жизнедеятельности, оказывающие большое влияние на формирование кишечной микрофлоры и тем самым влияющих на общее состояние здоровья человека.

В различных странах перерабатывают традиционное растительное сырье, используя такой метод биотехнологий, как брожение.

Для изготовления соленых и квашеных овощей применяют следующие виды сырья:

- огурцы свежие по ГОСТ 1726-85;
- томаты свежие по ГОСТ 1725;
- капусту белокочанную свежую среднеспелых, среднепоздних и позднеспелых сортов по ГОСТ 1724;
- морковь столовую свежую по ГОСТ 1721;
- яблоки свежие поздних сроков созревания по ГОСТ 27572;
- бруснику свежую по ГОСТ 20450;
- клюкву свежую по ГОСТ 19215;
- свеклу столовую свежую по ГОСТ 1722;
- перец сладкий по ГОСТ 13908;
- грибы маринованные;
- чеснок свежий по ГОСТ 7977;
- тмин по ГОСТ 29056;
- пастернак свежий; сельдерей свежий;
- лавровый лист по ГОСТ 17594;
- плоды перца стручкового по ГОСТ 14260;

- петрушку;
- кислоту молочную пищевую по ГОСТ 490;
- корни хрена;
- соль поваренную пищевую по ГОСТ Р 51574;
- перец черный и белый по ГОСТ 29050;
- перец душистый по ГОСТ 29045;
- корицу по ГОСТ 29049;
- горчицу (порошок);
- зелень пряных растений: листья хрена, эстрагон, укроп, сельдерей, чабер, базилик, кориандр, иссоп, майоран, портулак;
- листья черной смородины, вишни, дуба, черемшу;
- закваску из чистых культур молочнокислых бактерий;
- воду питьевую, отвечающую санитарным нормам и правилам, не содержащую в 100 см³ спор мезофильных клостридий.

Допускается использование пряностей и пряно-ароматических трав других наименований, разрешенных к применению в пищевой промышленности.

Сырье, полуфабрикаты, используемые в производстве соленых и квашеных овощей, должны быть безопасными для потребителей.

9.1. Квашеная капуста

Капуста белокочанная относится к наиболее распространенным овощным культурам по занимаемым площадям в овощеводстве нашей страны. Особенно важно, что она может произрастать и давать высокие урожаи и в северных широтах.

Имея высокие хозяйственно-технические и технологические показатели качества, белокочанная капуста может использоваться в свежем виде в течение довольно долгого времени после сбора урожая. Однако при длительном хранении овощи, в том числе и капуста белокочанная, увядают, расходуют энергетические вещества на дыхание и другие процессы, теряя при этом свою питательную ценность и товарное качество.

Одним из безусловных достоинств этой овощной культуры является тот факт, что капуста пригодна для различных способов переработки, таких как сушка, замораживание, маринование, квашение.

Известно, что пищевая и биологическая ценность овощей значительно снижается при их термической обработке. Поэтому отварная, тушёная и жареная капуста отличаются по своему химическому составу.

При других способах переработки, таких как замораживание или сублимационная сушка в овощах в большей степени сохраняются витамины и другие физиологически активные компоненты. Данные

способы заготовки капусты относительно дорогие и для белокочанной капусты не нашли широкого распространения.

В настоящее время в отечественной и зарубежной пищевой и перерабатывающей промышленности очень широко используются различные технологии по переработке растительного сырья, направленные на улучшение качества и вкуса готовой продукции.

Одним из способов консервирования овощей является квашение. По своей сути — это биохимический метод, основанный на молочно-кислом брожении. Переработка растительного сырья методом сквашивания молочно-кислыми бактериями позволяет не только получить принципиально новый пищевой продукт, имеющий более длительные сроки хранения чем сырьё, из которого он изготовлен, но и обогатить этот продукт функциональными ингредиентами.

На практике чаще используют термин «квашение» применительно к капусте, «соление» — к огурцам и томатам, «мочение» — к яблокам и ягодам.

Независимо от применяемых терминов принципиальной разницы между квашением, засолом и мочением нет. В их основе лежат аналогичные физико-химические процессы (осмос и диффузия) и биохимическое изменение исходного свежего сырья, позволяющие значительно удлинить сроки хранения плодов и овощей.

Клеточная стенка растений представляет собой полупроницаемую мембрану. Для извлечения клеточного сока из сырья необходима соль, которая повышает осмотическое давление во внешней среде, окружающей растительные клетки. В результате экзоосмоса (движения растворителя из осмотической ячейки в окружающую среду) клеточный сок устремляется в сторону большей концентрации веществ и вытекает из тканей. Процесс экзоосмоса представлен на рисунке 23.

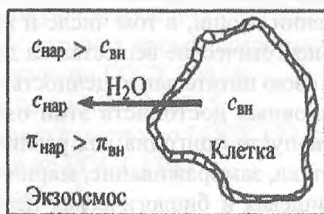


Рис. 23

Механизм экзоосмоса

Процесс изготовления квашеной капусты начинается с подготовки сырья, которое сначала инспектируют, отбирая повреждённые

экземпляры, затем моют и шинкуют. В нашинкованную капусту добавляют соль. Поваренная соль извлекает содержащуюся в сырье влагу и вызывает плазмолиз клеток капусты. Экстрактивные вещества, находящиеся в клетках капусты, переходят при этом в рассол. Это явление (плазмолиз) наблюдается в начале процесса квашения и вызывает уменьшение массы и объема сырья. Когда начинают уравниваться концентрации веществ внутри и вне клеток, в результате диффузии объем и масса овощей частично восстанавливаются.

Но основой квашения являются биохимические процессы. Преобладающий микробиологический процесс — молочнокислое брожение. Вся технология квашения направлена на то, чтобы всячески способствовать этому процессу.

В настоящее время процесс ферментации при квашении капусты достаточно хорошо изучен.

Молочнокислые бактерии находятся на поверхности овощей и составляют их естественную (эпифитную) микрофлору. Особенно хорошо обсеменены молочнокислыми бактериями, преимущественно рода *Lactobacillus*, внутренние листья кочана капусты. Основными возбудителями молочнокислого брожения при квашении капусты являются *L. brevis* и *L. pentoaceticus* (по старой классификации — *Bacillus brassicae fermentatae*). Наряду с молочнокислыми бактериями в сбраживании капусты принимают участие ряд других бактерий и дрожжей.

В анаэробных условиях протекает процесс молочно-кислого брожения. При этом под действием молочнокислых бактерий углеводы капусты преобразуются в молочную кислоту, которая придает специфический вкус готовому продукту. Молочная кислота в концентрации 0,5% тормозит развитие многих микроорганизмов. По достижении ее концентрации 1–2% действие молочных бактерий прекращается. Одновременно с молочнокислым протекает спиртовое брожение. Концентрация этилового спирта достигает в квашеной капусте и соленых огурцах 0,5–0,7%.

Для того чтобы обеспечить анаэробные условия, капусту утамовывают в эмалированные ёмкости или другие виды тары, разрешённые Минздравом России, и держат под гнётом, чтобы не допустить попадания воздуха в бродящую массу.

По преимущественному развитию той или иной группы микроорганизмов и протекающим реакциям весь процесс ферментации делат на четыре стадии.

На первой стадии развивается одновременно вся микрофлора капусты. В основном это палочковидные микроорганизмы семейства

Pseudomonas, *Enterobacter cloacae*, *Flavobacterium rhenanum* (*Erwinia herbicola*), *Micrococcus* и другие газо- и кислотообразующие бактерии. Большинство из них активно потребляют кислород и тем самым создают благоприятные условия для последующего развития анаэробных молочнокислых бактерий. В этой стадии накапливается небольшое количество молочной кислоты, но уже образуются муравьиная, уксусная и янтарная кислоты, выделяется большое количество углекислого газа и водорода, вызывая сильное пенообразование.

На второй стадии ферментации аэробная микрофлора постепенно уступает место анаэробным микроорганизмам. Начинают развиваться гетероферментативные молочнокислые бактерии *Leuconostoc mesenteroides*, концентрация молочной кислоты достигает 1%. Накапливаются также уксусная кислота, этиловый спирт, маннит, различные эфиры. Все эти вещества участвуют в формировании вкуса и запаха продукта.

Длительность первых двух стадий — от 3 до 6 сут.

Третья стадия считается основной консервирующей. В этот период идет максимальное накопление молочной кислоты с участием гомоферментативных молочнокислых бактерий *L. plantarum*. При этом образуется только одна молочная кислота, нет посторонних продуктов обмена и газов. Концентрация молочной кислоты достигает 1,5%. Длительность третьей стадии при низких температурах — около 3 недель.

На четвертой стадии вновь активизируются возбудители гетероферментативного молочнокислого брожения, главным образом *L. brevis*. Эти микроорганизмы способны сбразивать не только сахара, но и пентозы, а также являются хорошими ароматообразователями, которые окончательно формируют вкус и аромат квашеной капусты.

Полученный в результате ферментации готовый продукт отличается от свежей капусты по биохимическому составу. При этом изменяется количество углеводов: моно- и дисахаридов, так как они разлагаются под действием ферментов молочнокислых бактерий.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 53972-2010, «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия» в Российской Федерации выпускают следующие виды квашеной капусты:

- шинкованная;
- рубленая;
- кочанная с шинкованной;
- кочанная с рубленой;
- цельнокочанная.

В зависимости от используемых ингредиентов квашеную капусту вырабатывают со следующими добавками: морковь, яблоки,

брусника, клюква, тмин, сладкий перец, свекла, лавровый лист, пастернак, маринованные грибы.

По органолептическим показателям качества должна удовлетворять следующим требованиям:

— по внешнему виду капуста должна быть равномерно нашинкована полосками не шире 5 мм или нарезана в виде частиц различной формы не более 12 мм в наибольшем измерении, без крупных частиц кочерыги и кусков листьев, или в виде цельных кочанов или их половинок. Кочаны или половинки должны быть упругими, сохранившими форму, но с рассеченной кочерыгой. При изготовлении квашеной капусты с добавлением различных ингредиентов необходимо следить за тем, чтобы все плодовоовощные компоненты и пряности были равномерно распределены в квашеной капусте. Морковь, свекла, пастернак, перец и другие компоненты могут быть нашинкованы или нарезаны соломкой шириной 3–5 мм или кружочками толщиной не более 3 мм и диаметром 40 мм. Яблоки разрешается использовать целыми плодами, половинками или 1/4 части плода;

— по консистенции капуста должна быть сочная, плотная, хрустящая;

— квашеная капуста должна иметь характерный для соленых или квашеных овощей солоновато-кисловатый вкус с ароматом и привкусом добавленных пряностей;

— цвет квашеной капусты должен быть светло-соломенный с желтоватым оттенком. В капусте с приправами и пряностями могут быть оттенки, зависящие от цвета добавленных приправ и пряностей.

Физико-химические показатели качества квашеной капусты представлены в таблице 14.

Таблица 14

Физико-химические показатели качества капусты квашеной

Наименование показателя качества	Содержание в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53972-2010
Массовая доля капусты от массы нетто, указанной на этикетке (после свободного стекания сока), %, для:	
Шинкованной	88–90
Рубленой	85–88
Кочанной	85–88
Массовая доля хлоридов, %	1,2–2,0
Массовая доля титруемых кислот (в расчете на молочную кислоту), %	0,7–1,5

Кроме того, в кочанной капусте шинкованной или рубленой должно быть цельных кочанов (или половинок) по отношению к массе измельченной капусты не более 50%. Минеральные и посторонние примеси не допускаются.

Пищевая ценность квашеной капусты представлена в таблице 15.

Таблица 15

Пищевая ценность квашеной капусты

Наименование продукта	Белки, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал
Капуста квашеная	1,8	3,0	19,2

Квашеную капусту рекомендуется хранить в помещениях, защищенных от прямого попадания солнечных лучей, при температуре от минус 1°С до плюс 4°С и относительной влажности воздуха 85–95% не более 8 месяцев со дня изготовления.

9.2. Солёные огурцы и томаты

Овощи соленые в зависимости от используемого сырья вырабатывают следующих наименований: огурцы соленые, томаты соленые. Кроме огурцов и томатов засаливают и другие овощи (кабачки, перец, баклажаны, морковь, чеснок, и др.), но наиболее распространены посол огурцов и томатов.

Ассортимент соленых огурцов и томатов довольно широк. В зависимости от рецептуры огурцы соленые выпускают следующих наименований: обычного посола, острые, чесноковые, со сладким перцем, пряные. Томаты соленые изготавливают: обычного посола, чесноковые, острые, пряные.

Химический состав и пищевая ценность овощей соленых значительно отличаются от исходного сырья, однако при консервировании овощей солением используют хлорид натрия, который подавляет жизнедеятельность нежелательной микрофлоры, способствует выделению клеточного сока в рассол и придает готовому продукту свойственные органолептические показатели — особую хрустящую консистенцию, кисло-солонатовый вкус, характерные аромат и окраску. Запах соленых овощей обусловлен накоплением в процессе брожения сложных эфиров, вкус — накоплением молочной кислоты.

Высокие вкусовые свойства соленых овощей способствуют их хорошей усвояемости, а также усвоению других веществ, поступающих с пищей. Если сравнивать химический состав соленых овощей со свежими, то в них, как и в свежих, сохраняется много воды, но не более 2% белков. В соленых томатах и огурцах содержание сахаров

снижается более, чем в 6 раз по сравнению со свежим сырьем, поскольку основными веществами, участвующими в брожении, являются сахара. Химический, минеральный и витаминный состав овощей соленых представлены в таблицах 16 и 17.

Таблица 16

Химический состав овощей соленых, %

Продукты	Вода	Белки	Угле- воды	Зола	Пищевые волокна (пектин и клетчатка)	Органические кислоты, в расчете на молочную кислоту
Огурцы соленые	92	0,8	1,7	3,7	0,7	0,7
Томаты соленые	90	1,7	1,8	3,1	0,8	1,2

Пектин и клетчатка хорошо сохраняются, содержатся в пределах 0,7–0,8%. Содержание углеводов в овощах соленых 1,7–1,8%. Органических кислот, в основном молочной, содержится 0,7% в огурцах соленых и 1,2% в томатах соленых.

Таблица 17

Минеральный и витаминный состав овощей соленых, мг %

Продукты	Минеральные вещества					Витамины				
	К	Са	Mg	P	Fe	β - каротин	B ₁	B ₂	PP	C
Огурцы соленые	141	23	14	24	0,6	0,03	0,02	0,02	0,01	5
Томаты соленые	290	14	20	26	0,9	0,3	0,04	0,03	0,5	10

Из-за присутствия в рецептуре поваренной соли соленые овощи имеют высокую зольность. В большом количестве присутствуют соли калия, кальция, фосфора, магния, в соленых томатах много железа. Соленые томаты содержат калия в 2 раза больше, чем огурцы соленые. В овощах соленых содержится витамин С в количестве 5–10 мг/%. Хотя содержание минеральных веществ и водорастворимых витаминов в соленых томатах и огурцах не превышает 5–10% суточной потребности, соленые овощи вносят определенный вклад в рацион питания. Энергетическая ценность овощей соленых ниже по сравнению с исходным сырьем в результате расходования части сахаров на брожение. Энергетическая ценность огурцов и томатов соленых составляет 13 ккал на 100 г продукта.

По сравнению со свежими овощи соленые выдерживают хранение в течение длительного времени без существенных потерь качества, они хорошо сохраняются благодаря повышенной кислотности среды, образующейся в результате сбраживания молочнокислыми бактериями сахаров в молочную кислоту, которая подавляет жизнедеятельность гнилостных бактерий. При достижении в продукте 0,7–0,8% молочной кислоты создаются неблагоприятные условия для развития нежелательной микрофлоры.

При солении огурцов и томатов имеет большое значение качество сырья.

В зависимости от размеров свежие огурцы должны быть рассортированы на группы:

- пикули — длиной не более 50 мм;
- корнишоны I группы — 51–70 мм;
- корнишоны II группы — 71–90 мм;
- зеленцы — 91–110 мм.

Огурцы длиной более 110 мм, а также пожелтевшие, переросшие с кожистыми семенами, увядшие, морщинистые для соления не допускаются. Огурцы салатных сортов, выращенные в открытом грунте, а также огурцы всех сортов, выращенные в теплицах и парниках, для соления не допускаются.

В огурцах-зеленцах должно содержаться не менее 4–5% водорастворимых сухих веществ (по рефрактометру), не менее 2,5% сахара, 4% пектиновых веществ в сухой массе, в том числе не менее 2,1% протопектина, не менее 12 мг на 100 г витамина С. Огурец должен быть без горечи.

Огурцы, направляемые для соления, должны иметь небольшие семенные камеры, с недоразвитыми семенами, быть без пустот, плотными, с негрубой и тонкой кожицей, правильной и типичной формы, зеленой или темно-зеленой окраски без признаков желтизны и горечи, не перезревшими, выращенными в открытом грунте.

Рекомендуют использовать следующие сорта огурцов для соления: Новичок, Ракета, Каскад, Авангард, Парад, Конкурент, Дар Алтая, Малыш, Родничок, Нежинский местный и др. В районах заготовок разрешается солить огурцы уродливой формы (кубарики, с перехватами, крючкообразные), но отвечающие требованиям действующего стандарта по всем другим показателям.

Перед засолкой свежие томаты должны быть рассортированы по размеру и степени зрелости на красные, розовые, бурые, молочные и

зеленые. Для засолки используют томаты диаметром не менее 40 мм (кроме сливовидных сортов).

Для соления томатов используют сырье разной степени зрелости — зеленые (довольно грубые), молочные, бурые, розовые, красные. Красные томаты солят и реализуют только в местах их выработки, однако при посоле красные томаты легко деформируются и лопаются. Наиболее высококачественной продукцией считаются соленые томаты, полученные из бурых и розовых плодов.

К томатам, предназначенным для соления, тоже предъявляются жесткие требования: поверхность должна быть гладкой, без трещин и выраженной ребристости. Томаты должны быть однородными по размеру и степени зрелости, без плодоножек, не сморщенными, не мятыми.

Водорастворимых сухих веществ в соке томатов не менее 5,5%, из которых 3,2% — сахаров. Сахара обеспечивают гармоничное сочетание с кислотой (кислот — 0,4%), придавая приятный кисло-сладкий вкус. Сахарокислотный индекс должен быть 6–8, рН 4,2–4,4, содержание β -каротина — 4,5 мг, витамина С — не ниже 25 мг на 100 г. Томаты должны быть мелкоплодные, округлой (диаметр 30–50 мм) или удлинённой (диаметр 25–40, высота 35–70 мм) формы, плотными, без пустот, с небольшим количеством семян, с поверхностью, не имеющей повреждений и трещин. Рекомендуют использовать следующие сорта томатов для соления: Валентина, Подарок, Ракета и др.

Для переработки не допускаются огурцы и томаты, поврежденные сельскохозяйственными вредителями, загнившие, с механическими повреждениями.

Сырье и полуфабрикаты, используемые при производстве овощей соленых по показателям безопасности должны соответствовать требованиям, установленным нормативными правовыми актами Российской Федерации и показателям Технического регламента Таможенного союза 021/2011.

9.3. Технология соления томатов и огурцов в бочках

Этот процесс включает следующие операции: подготовку сырья и пряностей, укладку томатов или огурцов и пряностей в тару, приготовление рассола, заливку сырья рассолом, ферментацию томатов или огурцов, хранение соленых томатов или огурцов.

Подготовка сырья и пряностей. Томаты и огурцы моют, сортируют по качеству, степени зрелости, калибруют по размеру. Моют основное сырье (томаты или огурцы) непосредственно перед

солением. Запрещается хранить мытые томаты или огурцы. Моют и подготавливают томаты и огурцы перед солением на поточно-механизированной линии, в комплект которой входят ванна для замочки томатов или огурцов, машина для мойки и инспекционный транспортер для переборки, машина для калибровки овощей и транспортер для перемещения томатов или огурцов в таре. При отсутствии таких линий томаты или огурцы моют в универсальной моечной машине, оборудованной душевым устройством или вручную. Расход воды: 1 т сырья на 1 м³. При значительном загрязнении томаты или огурцы перед мойкой замачивают на 30–40 мин в ваннах с чистой проточной холодной водой, а затем вторично моют в моечных машинах. Во время мойки огурцов необходимо смывать не только грязь и микроорганизмы с плодов, но и удалять остатки цветка, так как в нем часто находятся плесневые грибы и другие микроорганизмы, которые могут быть причиной порчи продукции. Для того чтобы сохранить зеленый цвет и консистенцию свежих плодов, огурцы перед посолом бланшируют в течение нескольких секунд кипящей водой или паром.

Инспекцию, сортировку по качеству и степени зрелости, калибровку по размеру томатов или огурцов проводят на инспекционном роликовом транспортере или калибрователе. При сортировке отбраковывают томаты или огурцы, пораженные болезнями и поврежденные сельскохозяйственными вредителями, с механическими повреждениями, загнившие и с отклонениями от требований действующего стандарта.

Пряности готовят одновременно. Зелень петрушки, укропа, сельдерея, эстрагона и другие пряности сортируют, удаляя желтые, вялые и поврежденные листья, затем их дважды моют с последующим ополаскиванием под душем при давлении воды 0,2–0,3 МПа. При отсутствии машин пряности промывают порциями (по 3–4 кг, высота слоя 10–15 см) на металлических ситах до полного удаления загрязнений. Вымытые пряности измельчают на машине (длина частиц не более 8 см) или режут ножом вручную.

Корни петрушки, хрена, пастернака сортируют по качеству, моют, инспектируют, очищают от кожицы на машинах, доочищают вручную, удаляя остатки кожицы, тонкую часть корнеплодов и поврежденные места. Очищенные корнеплоды моют вторично, инспектируют, ополаскивают под душем, измельчают на корнерезке в соломку или кружочки толщиной до 3 мм. Чеснок подвергают инспекции по качеству, моют, ополаскивают под душем и измельчают на овощерезке или машинах других марок.

Сушеные пряности (листья, перец стручковый горький, лист наварный, перец черный) инспектируют, удаляют веточки, посторонние примеси и тщательно моют.

Укладка томатов или огурцов и пряностей в бочки. Подготовленные овощи и пряности укладывают в заранее подготовленные бочки, используя поточные линии. Для этого на дно бочки кладут 1/3 массы пряностей по рецептуре (для огурцов: укропа 3% от массы сырья, корня хрена 0,5%, чеснока 0,3%, перца стручкового горького свежего 0,1%, эстрагона 0,5%, листьев петрушки и сельдерея 0,5%, листьев смородины черной 1%; для томатов норма пряностей в 2 раза меньше). Затем бочку наполняют до половины объема томатами одной степени зрелости или огурцами одного размера, слегка встряхивают для более плотной укладки. После уплотнения томатов или огурцов кладут вторую треть массы пряностей и бочку заполняют томатами или огурцами до верха, затем укладывают последнюю треть пряностей с таким расчетом, чтобы укупорочное дно плотно надавливало на их верхний слой.

При использовании полиэтиленовых вкладышей их верхнюю часть загибают на внешнюю сторону, расправляют, вставляют укупорочное дно и осаживают обручи. Заполненные томатами или огурцами бочки взвешивают для определения массы нетто томатов или огурцов (из массы брутто вычитают массу бочки, пряностей и полиэтиленового вкладыша), маркируют и заливают рассолом.

Чтобы избежать разрыва полиэтиленового вкладыша, перекачивать бочки в горизонтальном положении не следует, их перемещают только по утору или на поддонах при помощи электропогрузчика или грузовых тележек. В том случае, если полиэтиленовый вкладыш порвался, продукцию перекадывают в другую бочку с целым вкладышем.

После заполнения бочек верхний край вкладыша можно протягивать через шпунтовое отверстие укупорочного дна бочки.

Приготовление рассола. Раствор поваренной соли (рассол) для заливки томатов и огурцов готовят за сутки до его использования, для этого поваренную соль растворяют в чистой питьевой воде. Готовят рассол на специально оборудованных рассольных станциях. В цистерны сверху подают соль, а снизу под напором воду, которая, проходя через слой соли, насыщается и в виде концентрированного раствора хлорида натрия по трубе поступает в другие рассольные эмалированные цистерны, установленные на возвышении. Затем, путем добавления питьевой воды, концентрированный рассол доводят до нужной концентрации. При отсутствии эмалированных цистерн для приготовления рассола используют деревянные чаны

с механическими мешалками. Концентрация рассола для соления зависит от степени зрелости томатов и размеров огурцов: для пикулей и корнишонов 6%, для мелких зеленцов 7%, для зеленцов 8%; для томатов: красных, молочной спелости и зеленых 7%, розовых, бурых и мелких по размеру 6%.

Рассол в бочки заливают через шпунтовое отверстие или и полиэтиленовый вкладыш при помощи шланга с краном или зажимом до полного заполнения бочки. После заливки рассола в бочку шпунтовое отверстие слегка закрывают пробками. Бочки, заполненные томатами или огурцами с пряностями, размещают на ферментационной площадке.

Ферментация томатов и огурцов. В основе посола лежат биохимические процессы, комплекс которых принято называть ферментацией. Ведущий микробиологический процесс — молочнокислое брожение. Производство соленых овощей направлено на то, чтобы способствовать этому процессу. Происходящие при засоле томатов и огурцов процессы молочнокислого брожения можно разделить на три стадии.

Брожение возникает в перерабатываемом сырье (огурцах, томатах) обычно самопроизвольно (спонтанно) и вызывается находящимися на нем молочнокислыми бактериями и дрожжами. Молочнокислые бактерии находятся на поверхности овощей и составляют их естественную микрофлору.

Первая стадия ферментации характеризуется проникновением соли в растительную ткань. Одновременно вещества, растворенные в клеточном соке томатов и огурцов, переходят в рассол. Благодаря этому в рассоле накапливаются сахара и создаются условия, благоприятные для развития молочнокислых бактерий. Одновременно действуют дрожжи, которые обуславливают некоторое накопление спирта. Присутствие дрожжей желательна лишь на первых этапах брожения, в дальнейшем они, как и плесневые грибы, могут способствовать образованию дефектов соленой продукции. Может начать развиваться и нежелательная микрофлора — гнилостные и маслянокислые бактерии и пр. Задержать развитие гнилостных микроорганизмов можно добавлением в начале брожения небольшого количества молочной кислоты.

Чтобы стимулировать быстрое развитие молочнокислых микроорганизмов, бочки с огурцами после добавления рассола выдерживают 1–3 дня при сравнительно высокой температуре (15–20°C). За

Этот период также проверяют качество бочек, в случае надобности устранивают течь и доливают рассол.

Вторую стадию можно охарактеризовать активным молочнокислым и отчасти спиртовым брожением. В результате разложения сахаров накапливается молочная кислота. Продукция высокого качества получается в том случае, если молочнокислое брожение протекает медленно. Поэтому, как только концентрация молочной кислоты в продукте достигает 0,3–0,4%, бочки с огурцами направляют на дображивание в ледники или подвалы. Процесс брожения в зависимости от температуры длится от 1 до 2 мес.

Третья стадия наступает при полном сбраживании сахара томатов или огурцов, когда дальнейшее накопление молочной кислоты происходить не может. Готовая продукция содержит 2,5–3,5% хлорида натрия при содержании рассола 35–45%, количество молочной кислоты колеблется в пределах 0,6–1,4%.

Процесс ферментации томатов более растянут во времени потому, что в них содержится соланин — гликозид, обладающий антибиотическими свойствами и сдерживающий в первый период развитие молочнокислых бактерий.

Во время ферментации соленые огурцы и томаты теряют 4–7% своей массы. Потери тем больше, чем вместительнее тара и крупнее плоды.

Окончательная ферментация томатов и огурцов происходит в начальный период их хранения в охлаждаемых камерах при температуре 0–2°C и заканчивается через 40–60 сут, а в неохлаждаемых — через 15–30 сут со дня засолки. Степень зрелости томатов и размер огурцов обуславливают интенсивность этого процесса.

Засоленные томаты и огурцы должны быть покрыты рассолом.

По органолептическим показателям солёные огурцы и томаты должны удовлетворять требованиям, представленным в таблице 18.

Таблица 18

Органолептические показатели качества солёных огурцов и томатов

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Огурцы — целые, соответствующие данному хозяйственно-ботаническому сорту, не мятые, не сморщенные, без механических повреждений. Допускаются плоды с легкой морщинистостью и искривлениями, не уродующими форму плода, общей массой не более 5%

Наименование показателя	Характеристика
	<p>Томаты — однородные по степени зрелости, по размеру, целые, разнообразной формы, но не уродливые, без плодоножек. Допускаются красные и розовые томаты с легкой морщинистостью и незначительной прозеленью около плодоножки. В каждой упаковочной единице по массе нетто соленых красных и розовых томатов не более 10% плодов с незначительными трещинами, наличие бурых — не более 10%. Примесь молочных и зеленых томатов не допускается. В бурых томатах примесь молочных плодов не более 10%, зеленых — не допускается</p>
Вкус и запах	<p>Характерный для соленых или квашеных овощей солоновато-кисловатый вкус с ароматом и привкусом добавленных пряностей</p>
Цвет	<p>Капуста — светло-соломенный с желтоватым оттенком. В капусте с приправами и пряностями могут быть оттенки, зависящие от цвета добавленных приправ и пряностей.</p> <p>Огурцы — зеленовато-оливковый разных оттенков, без пятен и ожогов.</p> <p>Томаты — близкий к окраске свежих томатов, соответствующей степени зрелости плодов</p>
Размеры огурцов:	
длина, мм	110
диаметр, мм, не более	55
Размер томатов по наибольшему поперечному диаметру (кроме сливовидных сортов), мм, не менее	40
Для сливовидных сортов	Не ограничивается
Качество рассола	<p>Мутноватый, приятного аромата, солоновато-кисловатого вкуса, несколько более острого, чем овощи</p>

Кроме того, при экспертизе качества солёных огурцов нормируются следующие показатели:

— для корнишонов отношение длины к наибольшему поперечному диаметру должно быть не менее 2,2;

— допускаются в упаковочной единице для огурцов одной группы плоды с отклонениями по размеру смежной группы общей массой не более 5%;

— допускается содержание плодов менее установленного размера не более 5% от массы; с опробковелыми образованиями — не более 15% по массе.

Физико-химические показатели качества солёных огурцов и томатов представлены в таблице 19.

Таблица 19

Физико-химические показатели качества солёных огурцов и томатов

Наименование показателя качества	Содержание в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53972-2010
Массовая доля огурцов и томатов от массы нетто, %, не менее	50
Массовая доля пряностей от массы нетто, % (в зависимости от рецептуры), для:	
огурцов соленых	2,5–8,0
томатов соленых	2,0–5,0
Массовая доля хлоридов, %, для:	
огурцов соленых	2,5–3,5
томатов соленых	2,0–4,0
Массовая доля титруемых кислот (в расчете на молочную кислоту), %:	
огурцов соленых	0,6–1,2
томатов соленых	0,7–1,2

Минеральные и посторонние примеси не допускаются.

Пищевая ценность солёных огурцов и томатов представлена в таблице 20.

Таблица 20

Пищевая ценность солёных огурцов и томатов

Наименование продукта	Белки, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал
Огурцы соленые	0,8	1,7	10,0
Томаты соленые	1,7	1,8	14,0

Срок хранения овощей соленых со дня выработки при температуре от -1 до 4°C и относительной влажности воздуха 85–95% — не более 9 мес. Для удлинения срока хранения расфасованных соленых огурцов применяют введение в рассол сорбиновой кислоты (0,1%) и предотвращение доступа воздуха.

9.4. Инновационные методы квашения овощей

Квашеную капусту высокого качества можно получить путем применения чистых культур микроорганизмов, вызывающих молочнокислое брожение. Эти культуры вводят в виде закваски. Закваской при помощи лейки поливают каждый слой капусты, укладываемой в дощники.

Для изготовления заквасок применяют чистые культуры негазообразующих молочнокислых бактерий *B. brassicae fermentati* и дрожжей *Sacch. brassicae fermentati*, которые заводы получают в жидких средах расфасованными в бутылки.

Хорошее качество квашеной капусты обеспечивает также *Lactobacillus plantarum*, который быстро размножается, сбраживая капустный сок до содержания 0,6–0,8% молочной кислоты в первые дни брожения.

Приготовление закваски заключается в размножении чистых культур микроорганизмов. Этот процесс производится для бактерий и дрожжей раздельно. В качестве среды для получения закваски используют капустный сок и капустный отвар.

Сок отбирают из дощников на третий или четвертый день после начала квашения капусты. В более поздний период квашения сок для изготовления закваски непригоден, так как содержит мало питательных веществ (сахаров) вследствие того, что в процессе квашения они были использованы молочнокислыми микроорганизмами. Если количество отобранного сока недостаточно, то его можно разбавить кипяченой водой в соотношении 1:1, после чего добавить сахар из расчета 1% к количеству разбавленного сока. Сок отфильтровывают через ткань и кипятят для стерилизации в течение часа.

Капустный отвар получают путем разваривания свежей нашинкованной капусты в воде. Когда капуста размягчится, отвар отфильтровывают и добавляют к соку.

Для того чтобы исключить влияние посторонней микрофлоры, питательную среду, полученную из сока и отвара капусты, стерилизуют паром в течение 30–40 мин при 105–110°C.

Применяющиеся в производстве сквашенных растительных продуктов культуры микроорганизмов могут являться одним штаммом определенного вида (культуры моноштаммов), либо несколькими штаммами и/или видами (смешанные культуры). Коммерческие культуры-закваски состоят из бактерий, образующих молочную кислоту и ароматические вещества (то есть условно делятся на 2 категории — кислотообразующую и ароматообразующую).

В таблице 21 перечислены некоторые виды бактерий, используемых при производстве сквашенных растительных продуктов методом ферментации, указана их роль в этих процессах, а также получаемые продукты. Выбор и состав используемых комбинаций из этих штаммов и видов бактерий определяются желаемыми свойствами и условиями получения продуктов, например, скоростью образования молочной кислоты.

Таблица 21

Основные продукты метаболизма молочнокислых бактерий

Культура микроорганизмов	Тип бактерий	Основные продукты метаболизма
<i>Lactobacillus</i> <i>L. casei</i> <i>L. helveticus</i> <i>L. lactis</i> <i>L. bulgaricus</i>	Гомоферментативные	Образование органических кислот (в основном молочной кислоты)
<i>Leuconostoc</i> <i>L. dextranicum</i> <i>L. citrovorum</i>	Гетероферментативные	Образование органических кислот и побочных продуктов брожения (ароматобразующих) и вкусовых
<i>Streptococcus</i> <i>S. thermophilus</i> <i>S. lactis</i> <i>S. cremoris</i>	Гомоферментативные	Образование органических кислот (в основном молочной кислоты)

Streptococcus lactis — энергичный кислотообразователь, сбраживает сахара по гомоферментативному типу, т. е. накапливает в результате брожения преимущественно молочную кислоту. Оптимальная температура +30°C, не растет при 45°C, некоторые штаммы растут при 41°C. Растет при концентрации поваренной соли до 5,5%.

Streptococcus cremoris также относится к гомоферментативной кислотообразующей микрофлоре закваски, однако имеет некоторые особенности. Микроорганизмы данного вида сильно ингибируются при температуре 40°C. Недостатком является большая чувствительность к поваренной соли.

Streptococcus thermophilus — гомоферментативный молочнокислый стрептококк умеренной кислотообразующей способности (предельная активная кислотность равна 4,0–4,5 ед.). Оптимальная температура 40–45°C, некоторые штаммы растут при 50°C, но никогда не растут при 53°C, нижний предел роста 20°C. Может выдерживать нагревание при 65°C в течение 30 мин.

Lactobacillus helveticus — сбраживает лактозу по гомоферментативному типу, очень сильный кислотообразователь (предельная

кислотность в молоке — 300–350°Т — более 2% молочной кислоты). Оптимальная температура 40–42°С, не растет при 15°С, max 50–53°С.

Lactobacillus lactis — гомоферментативный микроорганизм, более слабый кислотообразователь (до 300°Т — около 1,6% молочной кислоты). Оптимальная температура 40–43°С, не растет при 15°С, максимальная 50–52°С.

Lactobacillus plantarum — гомоферментативная молочнокислая палочка, обладает очень слабой кислотообразующей способностью (предельная кислотность в молоке — 140–150°Т). Некоторые штаммы не свертывают, а только подкисляют молоко. Оптимальная температура 30–35°С, не растет при 45°С, температурные пределы роста от 15 до 40°С.

Lactobacillus fermentum — гетероферментативная молочнокислая палочка. Практически не свертывает молоко. Оптимальная температура 30–35°С, не растет при 15°С, растет при 45°С.

Контрольные вопросы

1. Какой биохимический процесс протекает при квашении капусты белокочанной?
2. Опишите отличия в биохимическом составе свежей и квашенной капусты.
3. Опишите механизм экзоосмоса.
4. Что относится эпифитной микрофлоре растительного сырья?
5. Расскажите о требованиях к качеству растительного сырья, используемого для квашения и соления.
6. Опишите технологию приготовления солёных огурцов и томатов в бочках.
7. Расскажите о показателях качества квашеной капусты.
8. Каковы условия хранения квашеной капусты?
9. Какова пищевая ценность квашеной капусты?
10. Показатели качества солёных томатов и огурцов.
11. Почему процесс ферментации томатов более длительный, чем у огурцов?
12. Назовите основные продукты метаболизма молочно-кислых бактерий.

10. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЧАЯ

10.1. Чайное растение: классификация и характеристика

Чайное растение имеет один вид. В соответствии с современной международной ботанической номенклатурой он называется *Camellia sinensis*, т. е. китайская камелия.

Чай китайский — это вечнозелёный куст (рис. 24). Он имеет мелкие, зубчатые листочки, которые на ощупь упругие и выглядят глянцевитыми. В зрелом возрасте этот куст достигает 2–3 м в высоту. Продолжительность жизни куста чая на плантации составляет около 60–70 лет.



Рис. 24

Куст чайного дерева

Чайное дерево разводят исключительно ради листьев. Это вечнозеленое растение, и частота сбора листьев зависит от того, сколько чай вегетирует в данной местности. На практике собирают все листья, но следует отметить, что самые нежные, самые молодые, мягкие и сочные листочки более предпочтительны (рис. 25).



Рис. 25

Молодые листочки чайного дерева

Еще лучше только-только распутившиеся, а иногда ещё и не распутившиеся почки на кончиках побега. Старые побеги грубые, они дают чай низкого качества.

Собранный зеленый лист имеет сложный компонентный состав. Вещества листа при переработке на фабриках претерпевают значительные изменения и превращения.

Благодаря разным способам технологической переработки из одинакового исходного сырья получают чай различных типов: черный — при наибольших окислительных превращениях, зеленый — при наименьших, красный и желтый — при окислительных превращениях средних степеней.

Нераспутившиеся почки на кончике веточки называются **типсы**. Они придают чаю особый аромат и считаются наиболее ценными. А нераспутившаяся почка с первыми 2–3 листочками и частью стебля, на котором они укреплены, называется **флешем** (рис. 26).

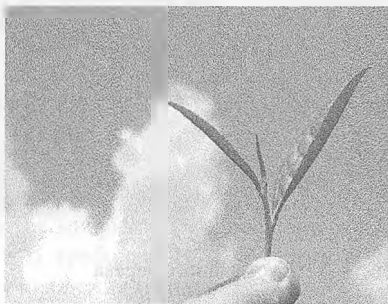


Рис. 26
Флеш чая

В настоящее время производством чая занимаются более 20 стран мира. Это Китай, Индия, Шри-Ланка (о. Цейлон), Япония, Индонезия, Иран, Пакистан, Вьетнам, Бирма, Кения, Уганда, Тайвань, Турция, Малага, Мозамбик, Перу, Аргентина, Бразилия, Беларусь, Мексика, Гватемала, Боливия, Колумбия. Лидерами мировой чайной индустрии на протяжении уже многих лет являются Индия и Китай.

В нашей стране чай появился в XVII в. Это были дары от монгольского Алтын-хана. Но это не явилось началом его использования в России — подарок быстро закончился. Повторно в России узнали вкус чая уже в XVIII в., когда русский посол в Китае Иван Перфильев вновь привез чай в Россию царю Алексею Михайловичу. В 1769 г. Россия заключила с Китаем первый договор на поставку чая.

10.2. Химический состав и пищевая ценность чая

В состав готового чая входит более 300 различных соединений, которые придают аромат и цвет напитку, а также обуславливают его тонизирующие свойства:

- дубильные (фенольные) вещества;
- кофеин 2–4%;
- витамины — В₁, В₂, Р, РР, С;
- пантотриновая кислота;
- эфирные масла;
- минеральные вещества (калий, кальций, фосфор, магний и др.).

В процессе переработки из чайного листа удаляется вода. Содержание её снижается до 3–7%, а значит, содержание сухих веществ в готовом сухом чае составляет 93–97%.

Одним из главных показателей ценности чая является содержание в воде экстрактивных веществ, вышедших в напиток при его заваривании. В готовом зеленом чае они составляют 40–50%, а в черном — 30–45%.

Важнейший компонент чая — это комплекс фенольных соединений. Наиболее богат ими байховый зеленый чай. Фенольные вещества, входящие в состав чая, представляют собой сложную смесь соединений, состоящую в основном из танина и различных катехинов, являющихся сильнейшими природными антиоксидантами. По способности растворяться в воде дубильные (фенольные) вещества подразделяются на водорастворимые и водонерастворимые. В формировании качества готового чая большое значение имеют водорастворимые дубильные вещества. Преобладающими водорастворимыми полифенолами чая являются: 1-эпигаллокатехин (рис. 27), галлокатехингаллат, 1-эпикатехингаллат, dl-галлокатехин, l-галлокатехингал, l-эпикатехин, свободная галловая кислота. Некоторые дубильные вещества находятся в связанном состоянии с протеинами и алкалоидами.

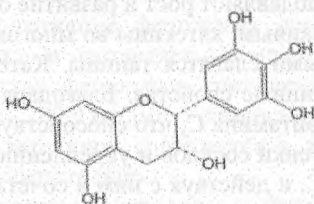


Рис. 27

Эпигаллокатехин

Танин является одной из фракций фенольного комплекса веществ. Они придают чаю набор исключительно ценных свойств. Именно танин играет особую роль в формировании вкуса. Окисляясь во время процесса ферментации, он также оказывает влияние на цвет настоя и дополняет аромат чая. В свежем чайном листе танин обладает горьким вкусом, но после производственной обработки эта горечь исчезает и танин в чае приобретает приятную терпкость, которая и придает основной вкус настою чая.

Известен танин и своими целебными свойствами для организма человека: он укрепляет стенки кровеносных сосудов. Учёными были экспериментально установлены бактерицидные и бактериостатические свойства танина. Показана его способность убивать или подавлять жизнедеятельность не только бактерий гниения, но и некоторых патогенных бактерий, в частности, дизентерийной палочки Флекснера, тифопаратифозной палочки «А», клеток гемолитического золотистого стафилококка и патогенного стрептококка. Другие свойства чайного танина делают чай превосходным профилактическим и лечебным средством от атонии (ослабления тонуса) пищеварительного тракта. Данные исследований показывают, что танина в зеленом чае в два раза больше, чем в черном, и в биологическом отношении он более активен, поскольку присутствует в неокисленной форме.

Катехины — самые ценные вещества, содержащиеся в чае. Именно они отвечают за полезные свойства готового чая, обуславливая его антиоксидантные свойства. Высокая антиоксидантная активность катехинов зеленого чая целебно воздействует на организм, защищая его от окислительного действия свободных радикалов. Катехины противодействуют токсинам, синтезируемым бактериями, и нейтрализуют опасное воздействие на клетки ионов тяжелых металлов, таких как свинец, ртуть, хром и кадмий. Лабораторные исследования Национального Института Рака США показали, что катехины защищают клетки организма от окислителей еще до того, как те нанесут им вред, а также подавляют рост и развитие опухолевых клеток.

По некоторым данным, катехины во многом превосходят полезные свойства, которыми славятся танины. Катехины имеют сильно выраженные Р-витаминные свойства. Благодаря этому свойству они усиливают действие витамина С, что способствует более выраженному его влиянию на стенки сосудов и укреплению десен. Способствуя усвоению витамина С, и действуя с ним в сочетании, чайные катехины укрепляют стенки кровеносных сосудов, уменьшая вероятность кровоизлияния, оказывают лечебное воздействие при воспалении ка-

нилляров, капилляротоксикозе, воспалении почек, колите, остром ревматизме, полиомиелите.

Процесс ферментации (окисления) существенно сокращает содержание полезных катехинов, поэтому в зеленом чае катехинов значительно больше, чем в черном. Катехины в процессе ферментации окисляются в теафлавины и теарубигины.

Фенольные соединения способны образовывать устойчивые химические соединения с белками, что приводит к «дубильному эффекту». Данный эффект имеет хорошее фармацевтическое применение — полифенолы чая действуют как вяжущие, кровоостанавливающие, ранозаживляющие и противовоспалительные средства.

Исследования показали, что благодаря фенольным соединениям чай помогает стенкам артерий сокращать жиры (липиды), а также является одним из лучших природных сжигателей жира. Это позволяет использовать чай в различных диетах для похудения.

Нами были проведены исследования по оценке общего количества фенольных соединений и отдельно танина и катехина в экстрактах чайных листьев, марки которых представлены на торговых рынках и прилавках наших городов (табл. 22).

Таблица 22

Содержание танина и катехинов в образцах чая

Образец чая	Фенольные вещества, мг/дм ³	Танин, %	Катехины, мг/г
Черные чай			
«Брук Бонд»	165,6	8,1	14,1
«Принцесса Нури»	209,9	11,4	17,4
«Беседа»	129,6	6,9	11,2
«Липтон»	195,2	9,1	15,3
Зеленые чай			
«Ахмад»	421,5	21,7	27,3
«Липтон»	244,4	17,5	26,2
«Принцесса Ява»	241,1	15,1	20,7

Наибольшее содержание фенольных соединений обнаружено в зелёном чае «Ахмад» и составляет 421 мг/дм³. Среди чёрных чаёв наибольшее количество фенольных соединений содержится в чае «Принцесса Нури» — 209,9 мг/дм³. Установлено, что наибольшее количество танина и катехинов содержится в зелёном чае «Ахмад» 21,7% и 27,3 мг/г соответственно.

Чайный лист содержит алкалоиды — физиологически активные вещества, которые в малых дозах стимулируют работу нервной системы человека. Главными из их числа являются кофеин (триме-

тилксантин), теофиллин (диметилксантин) и теобромин. В наибольшем количестве в чае содержится алкалоид-кофеин — от 2 до 5% сухой массы.



Рис. 28

Особенно богаты кофеином молодые чайные листочки и типсы (почки), входящие в состав любого хорошего чая. Первый листочек флеша содержит 4–5% кофеина, второй — 3–4%, третий — около 2,5%, а все остальные — от 0,5 до 1,5%. Кроме того, содержание кофеина во многом зависит от места произрастания конкретного сорта чая: от климата местности, от особенностей почвы (например, от содержания в ней цинка) и от высоты над уровнем моря. Чем выше расположена чайная плантация, тем холоднее воздух, а значит, тем медленнее растут чайные листья и тем больше кофеина в них содержится. Яркий солнечный свет также способствует росту чайных листьев, богатых кофеином, поэтому некоторые сорта чая специально выращиваются в тени. Еще один немаловажный фактор, влияющий на содержание кофеина, — это степень ферментации чайного листа. Чем она ниже, тем больше кофеина содержится в чае. В неферментированных и слабоферментированных чаях кофеина больше, чем в чёрном.

Кофеина гораздо больше содержится именно в чае, чем в кофе, но чайный кофеин, или теин, действует мягче.

При переработке чая значительная часть кофеина образует с танином танат кофеина (окситеаниат), обладающий приятным вкусом без горечи, свойственной обоим исходным компонентам, и воздействующий на организм человека мягче, чем чистый препарат кофеина. Танины хорошо растворимы в воде горячей и плохо — в холодной. Поэтому при охлаждении крепкой заварки они выпадают в осадок, и заварка мутнеет. Если ее снова нагреть, она опять делается прозрачной. Если заварка при охлаждении не мутнеет — значит, она слабая.

Алкалоид теобромин содержится в небольших количествах и дополняет тонизирующее действие кофеина. Дубильные вещества придают чаю терпкий, вяжущий вкус и чудесную золотистую окраску.

Окраска чайных катехинов (танинов) делается более светлой в кислой среде. Этим свойством и объясняется то, что при добавлении в чай лимона он светлеет.

Содержание общего азота в различных типах чая существенно отличается и составляет в индийском чае 4,42% сухого вещества, в китайском чае — 4,52%, в японском чае — 5,08%. Белковые вещества составляют 24,9–29,1% сухого вещества. Продукты их гидролиза — аминокислоты — играют незаменимую роль в формировании аромата чая, особенно черного. Но, с другой стороны, вступая в реакцию с дубильными веществами, они образуют нерастворимые соединения, чем снижают содержание экстрактивных веществ.

Из углеводов в чайном листе обнаружены сахароза и полисахариды — крахмал, клетчатка. Среднее содержание растворимых сахаров в готовом чае составляет 3–4,7%, а клетчатки и гемицеллюлоз — 7,9–16,8%. Продукты превращений этих углеводов участвуют в формировании и окраске чая.

Пектиновые вещества, содержание которых в молодых листьях значительно больше, чем в старых, способствуют склеиванию листа в период скручивания и обуславливают его гигроскопичность. Содержание их в листе находится в пределах 2–3% сухой массы.

Смолистые вещества влияют на формирование вкуса и аромата чая.

Содержание минеральных веществ в зелёных листьях и в готовом чае варьируется в пределах 4–7% от общего количества сухих веществ. По последним данным, в золе готового чая было обнаружено более 20 элементов: К (калий), Са (кальций), Mg (магний), Fe (железо), Si (кремний), Na (натрий), Al (алюминий), Mn (марганец), Sr (стронций), Ni (никель), Cu (медь), Zn (цинк), Ba (барий), Rb (рубидий), Ti (титан), Cr (хром), Sn (олово), Ag (серебро), V (ванадий), J (йод) и др. Известно, что при производстве чая некоторые элементы (например, марганец и железо) активизируют ферментные системы и в результате играют определённую роль в процессе ферментации.

Содержание кислот в чайном листе не превышает 1%. Представлены они в основном щавелевой, лимонной, яблочной, янтарной и другими кислотами, которые при переработке чайного листа, взаимодействуя со спиртами, дают эфиры, входящие в состав эфирного масла готового чая.

Интенсивность и тон окраски чая связаны с находящимися в нем красящими веществами.

Чайный лист содержит много разнообразных ферментов, с помощью которых происходит окисление дубильных веществ.

Энергетическая ценность черного чая — 109 ккал (456 КДж) на 100 г.

10.3. Классификация чая

Существуют различные классификации чая.

Классификация чая по типу чайного растения

По морфологическим признакам чайное растение подразделяется на следующие разновидности:

1. Китайская разновидность. Это растение *Camellia sinensis* (оно же — китайская камелия). Это может быть дерево, достигающее десятиметровой высоты, но чаще всего это привычный куст. Это, например, китайский юньнаньский чай, улун, японский (сенча), дарджилинг, формозский, вьетнамский, индонезийский, грузинский и др.

2. Ассамская разновидность (*Thea assamica*) происходит от названия штата Ассам в Индии. Это индийский (ассамский и др.), цейлонский, кенийский, угандийский и другие чаи. Листья ассамского чая более крупные и не такие плотные, как листья китайского чая, они характеризуются наличием большого количества серебристых ворсинок. Может быть высокое дерево. Цвет чайного листа может варьироваться от светло-зеленого до темно-зеленого.

3. Камбоджийская разновидность — естественный гибрид китайской и ассамской разновидностей чая, выращивается в районах Индокитая (в основном Вьетнам и Индонезия). Небольшие деревья с широкими эллипсовидными листьями.

Классификация чая по месту произрастания

Чай также принято различать по месту произрастания. Географический признак считается основным.

Китайский чай. Китай удерживает лидирующие позиции и составляет более четверти мирового объема производства чая. Китай производит зелёный и чёрный чай, кроме того, это единственная страна, производящая белые и жёлтые чаи. Весь китайский чай вырабатывается из китайской разновидности чайного куста. Все китайские чаи — листовые, резка чайного листа не применяется. Производится большое количество ароматизированных сортов чая [28].

Индийский чай. Индия — второй в мире производитель чая и один из крупных экспортеров чая в Россию [35]. Основная масса производимого чая — чёрный, вырабатываемый из ассамской разновидности чайного растения. Индийский чай характеризуется более сильным, выраженным вкусом, но худшим ароматом, по сравнению с ки-

тайскими чёрными чаями. Для достижения стабильности вкусовых показателей широко применяется купажирование чая — торговый сорт представляет собой смесь из 10–20 чаёв. Собственное потребление чая в Индии невелико, чаепроизводство в основном ориентировано на экспорт. В небольших объёмах производится зелёный чай, большей частью невысокого качества, идущий на экспорт в соседние государства. В Индии производятся три самых знаменитых в мире вида чая — Ассам, Дарджилинг и Нилгири [6].

Цейлонский чай. Производитель — Шри-Ланка, здесь производится чёрный и зелёный чай, культивируется только ассамская разновидность чайного растения. Наилучшее качество имеет чай с высокогорных плантаций южной части острова (высота 2000 метров над уровнем моря и выше). Чай с прочих плантаций средние по качеству. Широко выпускается резаный и гранулированный чай [6].

Японский чай. Единственный вид чая, выращиваемый в Японии — зелёный. Производят преимущественно в префектуре Шизука (150 км на юго-западе Токио), для японского чая наиболее ценны молодые листья [24].

Индокитайский чай. Основные производители — Вьетнам и Индонезия. Производятся как чёрные, так и зелёные чаи, из всех видов чайного растения (в разных регионах культивируются китайская, ассамская и камбоджийская разновидности). Чайные посадки в Индонезии вегетируют в тропическом климате круглый год даже при некотором недостатке осадков. Лучшими считаются сборы в июле, августе и сентябре, хотя условия произрастания на Яве и Суматре сильно различаются. Особенно качественный чай производят на Северной Суматре на высокогорной плантации. Этот чай даёт хороший яркий настой и приятный, слегка терпкий вкус. Индонезийский чай имеет хорошую репутацию на мировом рынке. Крупные часторговцы широко используют его для купажа.

Африканский чай. Наибольший объём производства наблюдается в Кении, также чай производится в Уганде, Бурунди, Камеруне, Малави, Мавритании, Мозамбике, Руанде, ЮАР, Заире, Зимбабве. Все африканские производители чая — это бывшие английские колонии. В них производство чая было организовано в XIX в. Африканские чаи — только чёрные, резаные, среднего и низкого качества, с хорошей экстрактивностью и резким вкусом. Европейский потребитель встречается с ними, главным образом, в составе купажированных чаёв, где они смешиваются с индийским или цейлонским.

Классификация чая по типу листа и его обработке

1. Листовой чай

Высокосортные листовые

Типсовый производят из типсов (чайных нераспустившихся почек). Это очень дорогой сорт и производится его немного.

Пекой, иначе его называют байховым. Изготавливается из типсов и первых молодых листочков, покрытых золотистыми ворсинками. Таких листочков может быть два или три.

Оранж изготавливают из самых молодых скрученных листьев. Название возникло из истории династии принцев Оранских, для которых поставлялись сорта, их достойные.

Оранж Пекой — это смесь сортов чая Пекой и Оранж.

Среднесортные чаи готовятся из ломаных или резаных листьев, образовавшихся при производстве цельнолистовых. Иногда листья измельчаются специально. Такой напиток быстрее заваривается, получается крепким, но аромат и вкус оставляют желать лучшего.

Низкосортные измельченные чаи по сырью являются примерно тем же, что и среднесортные, но хуже качеством.

2. **Гранулированный** чай получается при пропускании листьев через вращающиеся зубчатые валки. Листья при этом режутся, скручиваются, отходов получается меньше, чем при традиционной обработке. В качестве сырья используются первые пять листьев растения. Вкус напитка из гранул терпкий, цвет яркий, но аромат слабее, чем у напитка из листьев.

3. **Чай в пакетиках** состоит, как правило, из чайной крошки и пыли. Чай низкого качества, но очень популярен из-за удобства употребления. Но если крошка и пыль образовались в результате обработки высокосортных растений, то и пакетированный продукт может быть вполне качественным.

4. **Кирпичный или прессованный** изготавливается из всего чайного сырья, вплоть до веток, путем прессования. Чай — очень гигроскопичный продукт, и влажный климат пагубно действует на его качество. Необходимость прессования чая обусловлена, прежде всего, условиями хранения и частично удобством его транспортирования. Химические изменения, протекающие в увлажненном рассыпном чае, приводят к ухудшению его аромата и вкуса. В результате прессования значительно уменьшается гигроскопичность чая и площадь поверхности продукта, затрудняется проникновение влаги внутрь. Увеличиваются сроки и упрощаются условия хранения чая. Кроме того, значительно повышается объемная масса (плотность)

продукта, что делает его более компактным и позволяет снизить расходы на транспортирование. Производят два вида прессованного чая: зеленый кирпичный и черный плиточный.

Зеленый кирпичный чай. Содержание влаги в зеленом кирпичном чае должно быть не выше 12%, а массовая доля танинокатехиновых соединений (ТКС) — не менее 3,5%.

Технология зеленого кирпичного чая состоит из двух процессов. Первый — это получение полуфабриката (лао-ча), второй — прессование лао-ча. В производстве лао-ча используют сырье двух видов. Из одного изготавливают так называемый облицовочный материал кирпичного чая, из другого — внутренний материал. Листья, используемые для «облицовки», должны быть менее грубыми, поэтому их чаще собирают осенью. В это время рост чайного куста ослаблен, но не прекращается. Чем нежнее лист, тем лучшего качества получается облицовочный материал. Внутренние листья — это, в основном, грубые побеги с зелеными и коричневыми стеблями. В таких листьях содержатся соединения, придающие напитку горький вкус, травянистый запах, привкус олифы и древесины. В этом случае задачей технолога является подбор таких условий технологического процесса, которые бы способствовали биохимическим превращениям с образованием максимального количества вкусовых и ароматических продуктов, формирующих свойства готового кирпичного чая.

Лао-ча, поступающий с чайных фабрик первичной переработки, направляется на чаепрессовочные фабрики, где составляют купажную смесь для прессования. Лао-ча перед прессованием пропаривают. Этот процесс приводит к получению качественного плотного кирпича. Под действием пара улучшаются вкус и аромат лао-ча и усиливается цвет настоя от светло-желтого до интенсивно желтого.

Черный плиточный чай. Этот вид прессованного чая вырабатывают путем купажирования и последующего прессования высевок и крошки нефасованного черного чая. Для повышения биологической ценности черного плиточного чая при составлении его купажной смеси добавляют 20–30% зеленого чая. Черный плиточный чай по органолептическим показателям почти не отличается от черного байхового чая соответствующего качества, но надо сказать, что сырьем для прессования черного плиточного чая являются преимущественно высевки и крошка, получаемые после сортирования полуфабриката черного чая на фабриках первичной переработки. Высевки — это наиболее мелкие фракции чая, а крошка — пылеобразный материал, получающийся главным образом при сортировании резаного чая. Плиточный черный чай более стабилен при хранении, легко фасуется и хо-

рошо транспортируется. Его широко используют в различных экспедициях, туристических походах и т. д.

Черный плиточный чай обычно имеет четырехугольную форму толщиной 2 см и размерами 6×9 или 6×12 см, гладкую поверхность. Настой черного плиточного чая высокого сорта прозрачный, коричневого цвета с темно-красным оттенком. Содержание влаги в черном плиточном чае должно быть не выше 9%, содержание ТКС и кофеина не менее 8,0–9,0 и 1,8–2,2% соответственно.

5. Растворимый чай. Для его изготовления используются натуральные концентраты. Нередко это низкокачественный сухой экстракт черного и зеленого чаев. Необходимо напомнить, что чайное сырье и готовая продукция состоят из двух частей: водорастворимой или экстракта и разваренного листа, получаемого нами как отход. Растворимую часть, потребитель получает в виде чайного настоя, а нерастворимая часть является балластом. Экстракт составляет около 40–50% общей массы чайного листа, а в готовой продукции его содержание еще меньше. В зависимости от сортности готового чая его экстрактивность колеблется в довольно широких пределах (24–43%) и в среднем составляет около 30%. Это означает, что в каждой тонне чая 300 кг растворимой части, а балластных веществ 700 кг. На транспортирование не чая, а в основном балласта расходуются дефицитные тароупаковочные материалы и транспортные средства, что нерентабельно. Это обусловило необходимость разработки и организации производства сухих и жидких концентратов чая, т. е. чайных продуктов, освобожденных от балласта.

Чайные концентраты вырабатывают из свежего чайного листа, готового чая любого вида и сорта, а также отходов производства байхового чая.

Сухой концентрат чая представляет собой высушенный натуральный чайный экстракт. Он вырабатывается путем горячей экстракции соответствующего материала, фильтрации экстракта и сушки. Концентраты чая используют для получения гранулированного быстрорастворимого чая с сахаром и лимоном, в качестве пищевых красителей, пищевых добавок и антиокислителей. По внешнему виду сухой концентрат зеленого чая представляет собой порошкообразную массу светло-зеленого цвета с желтоватым оттенком. Он обладает слабым ароматом и терпким вкусом, достаточно ярким и прозрачным настоем, свойственным зеленому чаю.

Сухой концентрат черного чая представляет собой гранулированную (шарикообразную) или хлопьевидную массу коричневого

цвета разной интенсивности. Он обладает слабым ароматом и достаточно терпким вкусом, имеет прозрачный и интенсивный настой, свойственный черному чаю. Содержание влаги в сухом концентрате зеленого или черного чая должно быть не выше 4%, массовая доля ТКС — не менее 1,6–5,5%, кофеина — 0,3–0,75, сахара — 75–90%.

Жидкий концентрат чая. Это сгущенный натуральный чайный экстракт, который вырабатывают из смеси трудно реализуемых низкосортных байховых чаев путем экстракции сырья, фильтрации экстракта с обогащением ароматизаторами, эфирными маслами, сахарным сиропом или без них. Технология жидких чайных концентратов предусматривает проведение некоторых дополнительных процессов, например стерилизацию и герметическое упаковывание жидкого продукта. Они обуславливают прекращение ферментативных превращений в продукте и способствуют стабильности качества жидких чайных концентратов при их длительном хранении. Жидкий концентрат черного чая представляет собой сиропообразную жидкость темно-коричневого цвета со слабым ароматом.

Классификация чая по степени ферментации

Листовой или байховый чай является основным видом чайной продукции. Он делится на 4 типа: зеленый, желтый, красный и черный. Зеленый чай относят к неферментированным чаям, а черный — к наиболее ферментированным. Желтый и красный чаи занимают промежуточное положение между зелеными и черными: желтый стоит ближе к зеленым, а красный — к черным чаям.

Черный байховый чай изготавливают из сортового чайного листа, собранного вручную или механизированного сбора. В результате биохимических превращений, протекающих в чайном сырье на этапах его переработки, количественно и качественно изменяются почти все компоненты химического состава листа, в результате формируются характерные вкус, аромат и цвет чайного настоя. Содержание влаги в готовом черном чае не должно превышать 8,5%, а содержание танино-катехиновой смеси (ТКС) не менее 8–11% и кофеина в зависимости от сортности 1,8–2,8%.

Зеленый байховый чай по химическому составу очень близок к зеленому чайному листу. Это является следствием того, что в самом начале технологической переработки проводят тепловую обработку сырья для инактивации ферментов, и в результате ферментативно-окислительные превращения танино-катехиновой смеси не происходят, но при фиксации и сушке происходит образование новых соединений, обуславливающих вкус, аромат и цвет зеленого байхового чая.

По внешнему виду готовый зеленый чай представляет собой ровные, однородно скрученные чайники. Он обладает тонким, нежным с терпкостью вкусом. Настой прозрачный, лимонного цвета. Цвет разваренного листа однородный, с оливковым зеленоватым оттенком. Содержание влаги в готовом зеленом чае не должно превышать 8,5%, ТКС — не менее 12–17% и кофеина — 1,8–2,8%.

Желтый и красный чай занимают промежуточное положение между черным и зеленым. Желтый чай, характеризующийся высоким содержанием катехинов, витаминов и экстрактивных веществ, в физиологическом отношении более ценный, чем черный чай. Технология желтого чая предусматривает незначительное развитие ферментативных окислительных превращений ТКС в процессе завяливания чайного листа, а затем их прекращение путем инактивации ферментов (фиксация сырья). Поэтому чайники желтого чая имеют по сравнению с чайниками зеленого чая более темный цвет с зеленоватым или желтоватым оттенком. Красный чай по внешнему виду и некоторым свойствам близок к черному. Он образует янтарно-красный настой, обладает прекрасным ароматом и очень приятным терпким вкусом. Иногда этот чай используют при купажировании с черным чаем для улучшения вкусовых качеств последнего. Технология красного чая предусматривает развитие окислительных превращений ТКС до определенной глубины, после чего действие ферментов прекращают путем воздействия высокой температуры (обжарка ферментированного листа). Окисление продолжается от двух до трёх дней, достигая 30–70%. Красный чай, являясь промежуточным продуктом между черным и зеленым чаями, по глубине окисления ТКС ближе стоит к черному, что и обуславливает их сходство по внешнему виду и некоторым качественным показателям. Основные производители желтого и красного чаев являются Китай и Тайвань.

Особняком выделяют тип белого чая. Белый чай производят из типсов и молодых листьев, прошедших минимальное количество стадий обработки в процессе производства. Обычно это только завяливание и сушка. Несмотря на название, белый чай имеет более высокую степень окисления (до 12%), чем большинство зелёных чаёв. Среди белых чаёв есть чисто типсовые и приготовляемые из смеси типсов и листьев. В сухом виде сырьё имеет светло желтоватый цвет. Поскольку листья не подвергаются скручиванию, чайники достаточно крупные и лёгкие, в воде они быстро раскрываются. Настой жёлто-зеленоватый, более тёмный, чем настой зелёных чаёв (из-за более вы-

сокой степени окисления). Настой имеет цветочный аромат, сладковатый вкус и оставляет приятное, сладковатое послевкусие.

В соответствии с этой классификацией чай подразделяют на следующие категории:

1. Неферментированные чай — это чай, в котором степень окисления дубильных веществ (катехинов) не превышает 12% от суммы дубильных веществ исходного сырья. К ним относятся белый и зелёный чай, которые не прошли ферментацию или прошли её слабую степень.

2. Слабоферментированные. В этих чаях степень окисления составляет от 12 до 30% от суммы дубильных веществ исходного сырья. К ним относятся чай, которые прошли частичную ферментацию (жёлтые, улун (красные) и приготовленные тепловым методом недоферментированные чёрные чай). Все эти чай имеют разную степень ферментации: в меньшей степени окислен жёлтый чай, больше — красный.

3. Ферментированные. Степень окисления соединений в этих чаях находится в пределах 35–45% от общего содержания дубильных веществ. К ним относятся чёрные чай, прошедшие полную ферментацию.

10.4. Технология производства чёрного байхового чая

Производство чёрного чая предусматривает переработку сырья по схеме: завяливание при температуре 38–42°C в течение 4–8 ч; трехкратное скручивание в традиционных роллерах по 45 мин каждое с промежуточным сортированием листа; ферментация в специальном помещении в течение 2–5 ч; сушка при температуре 98–100°C до остаточной влажности полуфабриката 3–4%. Принципиальная схема производства черного чая представлена на рисунке 29.

Завяливание

Это первый технологический процесс. На этом этапе происходит физико-механическая и биохимическая подготовка сырья. Физиологические и биохимические процессы (обмен веществ, дыхание и др.), протекающие в живой ткани чайного побега до его сбора, продолжают и в сорванном побеге. Цель завяливания состоит в том, чтобы изменить направление и интенсивность этих процессов, химический состав и физико-механические свойства чайного сырья и подготовить его для дальнейшей переработки. Во время завяливания окисление начинает превалировать над процессами восстановления и

образуются качественно новые продукты. С окислительными процессами, происходящими при ферментации, и связано в основном образование вкусовых и ароматических продуктов, которые обуславливают качество готового чая.

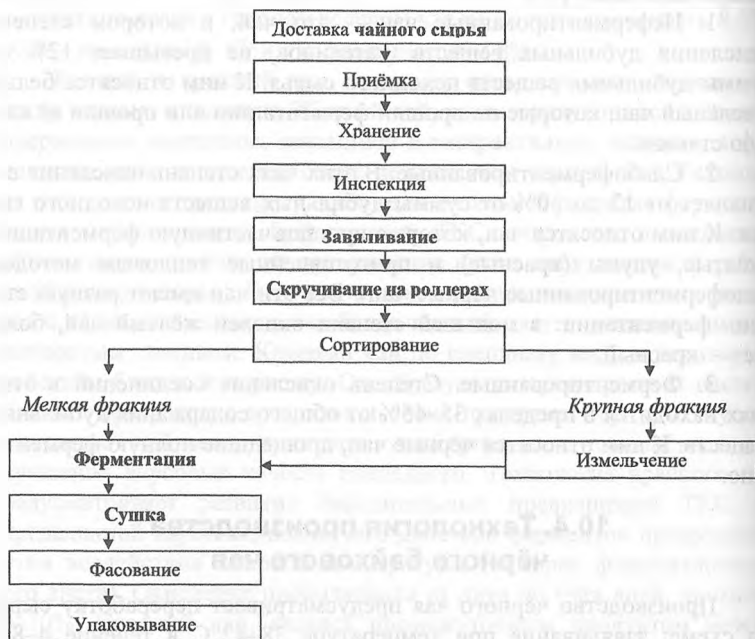


Рис. 29

Схема производства чёрного байхового чая

При завяливании достигается частичное удаление влаги. В сортовом чайном листе содержание влаги составляет 75–78%, а после завяливания лист должен содержать не более 62–64% влаги. Соблюдение норм остаточной влажности после завяливания имеет большое значение для успешного проведения процессов скручивания, ферментации и получения высококачественной продукции.

Во время завяливания наряду с испарением воды в чайном листе протекают и существенные биохимические превращения ТКС, эфирных масел, аминокислотного состава, активности ферментов и т. д. В результате физических процессов происходят изменения упругости чайного листа, понижение его тургора, уменьшение площади поверхности, массы и объема листа.

Скручивание

Вторым процессом в производстве черного чая является скручивание завяленного листа. Проведение этого этапа производства имеет несколько задач: разделение побега на составные элементы; придание чайному листу формы, характерной для высококачественного готового продукта, а также выдавливание и равномерное распределение сока по поверхности листьев. При скручивании создаются необходимые условия для бурного развития окислительных процессов. Достигается это путем раздавливания тканей чайного листа в специальных машинах — роллерах. Основная задача скручивания — обеспечение контакта клеточного сока с ферментами и успешное протекание ферментации, приводящее к биохимическим изменениям веществ чайного листа. Уже на этой стадии активизируются окислительные реакции, поэтому нередко этот процесс считают первым этапом ферментации.

Сортирование скрученного листа

Основными целями сортирования являются разделение скручиваемой массы на морфологические элементы, улучшение аэрации, охлаждение разогретого при скручивании листа, а также разбивка комьев, которые образуются в роллере.

Ферментация

Ферментация — центральный и наиболее важный процесс в технологии черного чая. Она осуществляется под действием окислительных ферментов чайного листа, главным образом полифенолоксидазы, частично пероксидазы и каталазы. К окислительным ферментам, содержащимся в листе, относится и цитохромоксидаза.

Полифенолоксидаза катализирует биохимические реакции окисления фенольных компонентов кислородом воздуха а пероксидазы — реакции окисления этих же соединений перекисью водорода. Известно, что продукты реакции с участием полифенолоксидазы формируют цвет и аромат готового напитка, а продукты второй реакции ответственны, главным образом, за вкус.

Каталаза катализирует реакцию разложения перекиси водорода на кислород и воду.

Кроме окислительных ферментов в чайном листе содержатся амилазы, инвертаза, протеазы, гликозидазы.

В результате происходят глубокие качественные и количественные изменения веществ, входящих в состав чайного листа, и образуются новые вкусовые и ароматические продукты, характерные для черного чая. Различают две фазы ферментации. Первая проходит при

скручивании, и уже в это время протекает существенная часть биохимических изменений. Вторая фаза осуществляется после окончания скручивания в специальных устройствах или ящиках при высокой относительной влажности воздуха.

Скрученный чайный лист рассыпают ровным слоем в ящики с толщиной слоя 4–5 см (для нежного) и 7–8 см (для грубого) листа. Оптимальными для проведения ферментации чая при постоянном притоке кислорода являются температура воздуха 22–26°C и влажность 96–98%. Продолжительность ферментации составляет 4–8 ч, из которых на скручивание приходится 2–3 ч.

За время ферментации скрученный лист в результате окислительных процессов приобретает медно-красный оттенок, а запах «зелени» уходит и постепенно переходит в приятный аромат ферментированного чая. Изменяются вещества, придающие горечь чайному листу, и чай приобретает приятные вкус и аромат. Продукты ферментативного окисления некоторых катехинов придают готовому чаю специфические цвет и вкус. Они являются носителями вкуса, обуславливают терпкость чайного напитка и тем самым влияют на аромат. Главные и существенные изменения претерпевают фенольные соединения, в частности окисляется и конденсируется чайный катехин. Продуктами первичного окисления катехинов являются хиноны:



Хиноны, в свою очередь, способны вызывать окисление аминокислот, спиртов, альдегидов. А это приводит к изменению свойств указанных веществ и образованию чайного аромата. Кроме того, за счет взаимодействия ТКС с другими веществами образуются комплексные соединения, имеющие большое значение для вкусовых качеств чая. Это кофеинтаннат, обладающий приятным вкусом. В процессе ферментации происходят глубокие изменения в результате ферментативных процессов и эфирных масел чайного листа, что приводит к образованию сложного комплекса эфирных масел.

Сушка

Это последний технологический процесс переработки чайного листа. Под действием высокой температуры происходит прекращение ферментации путем инактивации ферментных систем, удаление из листа излишней влаги и окончательное формирование качества готового чая. Помимо инактивации ферментов происходит фиксация в листе основных свойств, которые сформировались в предыдущих процессах. При тепловой сушке образуются новые компоненты лету-

чих соединений, обуславливающие аромат чая. Тепловая сушка ферментированного листа позволяет получить черный чай с характерными внешним видом, вкусом, цветом и ароматом. Высушенный продукт называют полуфабрикатом чая.

Сортирование полуфабриката и упаковывание чая

Полуфабрикат является неоднородной массой и представляет собой смесь различных по качеству и величине чаинок. Поэтому для получения фабричных сортов чая полуфабрикат подвергают сортированию. После этой операции готовая продукция делится на три группы, в каждую из которых входит продукция разных сортов отличающихся по внешнему виду, аромату и вкусу. Листовой и мелкий чай направляют на чаеразвесочные фабрики для фасования в пачки, высебки фасуют в пакетики для разовой заварки, а крошку направляют на чаепрессовочную фабрику для производства черного плиточного чая.

Технология производства зелёного байхового чая



Рис. 30

Схема производства зелёного байхового чая

При производстве зеленого чая ставится задача исключить развитие окислительных процессов на первой стадии производства, с тем чтобы получить чай с зеленым цветом, специфическими вкусом

и ароматом. Зеленый чай, в отличие от чёрного, готовят без заваривания и ферментации. В основе технологии производства зеленого байхового чая лежит тепловая обработка сырья для инактивации его ферментных систем. Она осуществляется путем фиксации свежего чайного листа.

Фиксация

Фиксация свежего чайного листа — первый технологический процесс производства зеленого байхового чая, от которого во многом зависит качество продукта. Кроме инактивации ферментных систем листа и прекращения связанных с их действием химических превращений происходит разрушение отрицательно действующих на качество чая веществ, которые содержатся в сырье. При этом исчезает запах свежей зелени и лист становится эластичным, что облегчает процесс скручивания. При пропаривании лист увлажняется и становится клейким.

В Японии этот процесс называется пропаривание, так как листья помещаются на поверхность с отверстиями над кипящей водой. Температура на этом этапе обработки составляет 95–100°C, продолжительность — 30 с. В Китае — этот процесс получил название «поджаривание», так как листья помещаются на горячие жаровни на 3 мин. Сейчас в крупномасштабных производствах используют пропарочные машины. Толщина слоя листьев составляет 8–10 см, выдержка идет 2–3 мин при температуре 120°C и выше.

Подсушка

После фиксации чайный лист направляют на подсушку. Основной целью подсушки чайного листа является удаление излишней влаги и доведение ее до технологической нормы 61–62%. Процесс необходим, чтобы подготовить массу листа к скручиванию. Оптимальная температура 100–110°C, время — 12–15 мин.

Выдерживание

В процессе подсушки отдельные морфологические элементы чайного побега теряют влагу с различной скоростью. Почка и первый лист теряют больше влаги, чем второй, третий, последующие листья или стебель. Для равномерного перераспределения влаги листья после подсушки выдерживают при комнатной температуре. При этом лист приобретает эластичность. Другой целью процесса выдерживания является обеспечение максимального разрушения в листе хлорофилла и исключение возможности выработки продукта с нежелательной окраской настоя и горьким неприятным вкусом.

Скручивание

Цель процесса скручивания при производстве зеленого байхового чая заключается в раздавливании тканей сырья, выделении клеточного сока на поверхность листа, расчленении побега на составные элементы и придании листу характерного завитого вида. Хотя в производстве зеленого чая ферментация не происходит, раздавливание клеток имеет важное значение, поскольку обуславливает взаимодействие составных веществ листа. Из раздавленных клеток сок выступает на поверхность листа и распределяется по всей массе сырья. При заваривании готового чая сок раздавленных клеток легко растворяется и переходит в настой. Чай, полученный при двукратном скручивании, имеет лучший настой, чем при однократном.

Сушка

В технологии зеленого байхового чая сушку производят с той же целью, что и при изготовлении черного, в тех же чаесушильных машинах и при таком же режиме до остаточной влажности 3–5%. Время сушки составляет 2–5 ч при температуре от –50 до –65°C. Высушенный полуфабрикат зеленого чая имеет оливково-зеленый цвет.

Таким образом, сравнивая технологии получения черного и зеленого байхового чая, видно, что если при производстве черного чая основной целью технологического процесса является развитие окислительных реакций (ферментация), вызывающих образование вкуса и аромата, а также красных и коричневых пигментов, которые характерны для настоя черного чая, то при производстве зеленого чая необходимо максимально исключить развитие всех окислительных процессов. В результате этого, в зеленом чае, прошедшем все этапы технологической обработки, сохраняется почти всё количество фенольных соединений, содержащихся в чайном листе.

Контрольные вопросы

1. Что является сырьем для производства чая?
2. Назовите основные виды чая в зависимости от используемого сырья.
3. Какой признак является идентифицирующим при определении вида чая?
4. Перечислите основные этапы получения зеленого чая.
5. Назовите основные страны выращивания чая.
6. По каким признакам можно отличить байховый и гранулированный чай?
7. Перечислите основные способы получения чая.

8. В чем заключается сущность процесса ферментации чая?
9. В чем заключается сущность процесса скручивания чайного листа?
10. Дайте определение термину «флеш» и «типс».
11. В чем заключается сущность процесса сушки чайного листа?
12. Перечислите основные этапы получения черного чая.
13. Что такое быстрорастворимый чай?

11. ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБА

11.1. Мука как сырье для хлебопекарного производства

Мука — это порошкообразный продукт с различным гранулометрическим составом, получаемый путем измельчения (размола) зерна различных злаковых культур, гречихи и бобовых.

Мука бывает различных видов, типов и сортов.

Вид муки определяется сырьем, а именно — из зерна какой культуры она произведена. Химический состав зерна пшеницы и других культур не является строго постоянным. Он зависит от сорта, почвенно-климатических условий, используемых удобрений, условий выращивания. Особенно большие колебания наблюдаются в содержании белка и крахмала.

Традиционно производят муку из пшеницы, ржи, ячменя, но сегодня на рынке представлен широкий ассортимент муки из нетрадиционного сырья — это овсяная, кукурузная, гречневая, амарантовая, рисовая, которая используется как добавка при производстве хлебобулочных изделий или как основа при изготовлении продуктов специального и лечебного назначения. Мука без клейковины используется в технологии производства безглютеновых продуктов, которые необходимы людям с непереносимостью глютена (целиакия).

Тип муки зависит от ее назначения: хлебопекарная, макаронная, кондитерская и т. д. Но в настоящее время в соответствии с ГОСТ Р 52189-2003 «Мука пшеничная. Общие технические условия», пшеничную муку по целевому назначению подразделяют на пшеничную хлебопекарную и муку пшеничную общего назначения.

В зависимости от белизны или массовой доли золы, массовой доли сырой клейковины, а также крупности помола пшеничную хлебопекарную муку подразделяют на сорта: экстра, высший, крупчатка, первый, второй и обойная. Сорт муки зависит от химического состава зерна, соотношения его составных частей (оболочек, эндосперма, зародыша), цвета и т. п. В зависимости от сорта, в муке изменяется ряд характеристик — это размер получаемых частиц, цвет, количественное содержание отрубей, объем клейковины и зольность. Также в зависимости от сорта муки изменяется объем ее получения из условных 100 кг зерновой культуры. Чем выше сорт, тем меньше выход готового продукта. Сортность муки не означает, что покупаемый продукт имеет более высокое или низкое качество. Этот параметр указывает

на определенные качественные признаки, которые наиболее подходят для того или иного применения в производстве и кулинарии.

Пшеничная мука

Крупчатка состоит из однородных мелких крупинок светлоскремового цвета. В ней почти нет отрубей. Она богата клейковиной (28–30%) и обладает высокими хлебопекарными свойствами. Крупчатка вырабатывается из особых сортов пшеницы и отличается более крупным размером отдельных частиц. Из 100 кг зерна вырабатывается около 10% крупчатки. Эту муку целесообразно использовать для дрожжевого теста с высоким содержанием сахара и жира для таких изделий, как куличи, сдоба и др. Для несдобного дрожжевого теста крупчатка малоприспособна, так как тесто из нее плохо поднимается, а готовые изделия имеют плохую пористость и быстро черствеют.

Мука высшего сорта — отличается от крупчатки тем, что при растирании между пальцами не чувствуется крупинок. Цвет ее белый со слегка кремовым оттенком. Мука этого сорта вырабатывается из внутренней части эндосперма зерна, поэтому содержит максимальное количество крахмала. Оболочек практически нет. Выход муки 25–30%. Мука высшего сорта содержит очень низкий процент клейковины (24–26%) и белков. Мука высшего сорта, благодаря отличным хлебопекарным свойствам, обеспечивает хороший объем при выпекании и мелкую пористость. Данный тип муки подходит для дрожжевого, песочного и слоеного теста, а кроме этого, её используют в технологии соусов и заправок на основе муки.

Высший сорт имеет еще один подвид, именуемый как мука сорта экстра, ее отличает более мелкая фракция перемолотых зерен, и она хорошо подходит в качестве загустителя для соусов.

Мука первого сорта — на ощупь мягкая, тонкого помола, белого цвета со слегка желтоватым оттенком. Выход муки из зерна составляет 72%. Мука состоит из внутренней части эндосперма с незначительной частью оболочек (3–4%).

Благодаря высокому содержанию клейковины (25–30%), приготовляемое из нее тесто отличается хорошей эластичностью. Выпекаемые изделия хорошо держат объем и форму, а также обладают приятным вкусом и ароматом.

Мука этого сорта является оптимальной для выпекания хлебобулочной и кондитерской продукции. Помимо этого, она хорошо подходит для выпечки блинов, оладий, лапши, всевозможных пирогов и булок. Выпечка из муки первого сорта довольно медленно черствеет.

Мука второго сорта бывает белого цвета с заметным желтоватым или коричневым оттенком, содержит до 8–10% отрубей. Выход муки из зерна — 85%. Она гораздо темнее первосортной. Содержание клейковины — 22–25%.

По хлебопекарным качествам эта мука наиболее подходит для выпекания «несдобных» хлебобулочных изделий и белого хлеба. Выпекаемый хлеб имеет хорошую пышность и отличается пористым мякишем. При приготовлении пряников или печенья эту муку часто смешивают с ржаной мукой. Химический состав разных сортов представлен в таблице 23.

Таблица 23

Химический состав муки некоторых сортов пшеничной муки

Сорт муки	Вода	Белки	Жиры	Моно- и дисахариды	Крахмал
высший	14,0	10,3	0,9	1,8	67,7
первый	14,0	10,6	1,3	1,7	67,1
второй	14,0	11,7	1,8	1,8	62,8

Обойная мука — вырабатывается из всех видов мягких сортов пшеницы, отрубей в ней в 2 раза больше, чем в муке 2-го сорта (содержание оболочек до 25%). Выход муки — 96%, и в ней самое высокое содержание отрубьяных частиц. Мука имеет коричневый оттенок. Содержание клейковины — 18–20%. По своим технологическим свойствам она уступает сортовой пшеничной муке, но характеризуется более высокой пищевой ценностью. В оболочках зерна содержатся белковые вещества, витамины групп В и Е, минеральные соли кальция, фосфора, железа, магния, которые и повышают пищевую ценность муки. Ядро зерна богато крахмалом и содержит значительно меньше белковых и других питательных веществ, чем его периферийные слои, поэтому мука из целого зерна или с добавлением тонкоизмельченных отрубей по своей пищевой ценности значительно превосходят высокосортную муку. Обойная мука используется в основном для выпечки столовых сортов хлеба.

Мука из твердой пшеницы «ДУРУМ». Эта мука производится из твердых сортов пшеницы.

Пшеница сорта «дурум» имеет очень твердые зерна — намного тверже, чем у так называемых твердых сортов пшеницы, и она очень богата содержанием белка (до 15%). В ней также содержится много каратиноидного пигмента, придающего желаемый золотистый цвет макаронным изделиям. Помимо производства макаронных изделий

муку «дурум» используют в специфических продуктах, таких как, например, итальянский манный хлеб.

Эту муку хорошо использовать для приготовления теста для лапши,пельменей и других изделий, где есть вероятность разваривания изделий в воде или на пару.

Из зерна твердых сортов пшеницы изготавливают макаронную крупку. Она должна содержать не менее 30% клейковины, иметь желтовато-кремовый цвет. Макаaronная крупка в процессе переработки способна к потемнению.

Содержание клейковины определяет качество муки по показателю «сила». Мука по «силе» может быть слабая, средняя и сильная. Используя муку слабой и сильной силы нельзя получить хлеб высокого качества. На предприятиях в заводских лабораториях определяют этот признак и устанавливают соотношение для смешивания с целью получения муки средней силы, позволяющее получить хлеб высокого качества. Зерно, пораженное черепашкой, морозобойное или проросшее дает слабую муку.

Цвет муки определяется наличием в ней пигментов, переходящих в муку из зерна. На цвет также влияет зольность — чем выше она, тем мука темнее. Осветление или отбеливание муки происходит при её созревании.

Созревание пшеничной муки проводят на мелькомбинатах в течение 1,5–2 мес. При этом меняется влажность муки в зависимости от параметров окружающего воздуха. Цвет ее становится светлее в результате окисления каротиноидов, но при этом увеличивается кислотность за счет гидролиза липидов с образованием жирных кислот. Следствием возрастания кислотности является глубокое изменение белков, укрепление структурно-механических свойств клейковины, уменьшение ее растяжимости и увеличение упругости. Слабая непосредственно после помола клейковина при отлежке приобретает свойства средней; средняя по силе становится сильной, а сильная — очень сильной.

Длительность созревания муки зависит от ее сорта, влажности и условий хранения. Повышение выхода муки, ее влажности и температуры хранения ускоряет процесс созревания, так как создаются более благоприятные условия для окислительно-восстановительных процессов. Для ускорения созревания используют химические улучшители, а также пневматическое перемещение муки с помощью сжатого, особенно нагретого, воздуха.

Ржаная мука

Ржаная мука в хлебопекарном отношении существенно отличается от пшеничной. В соответствии с ГОСТ 52809-2007, хлебопекарную ржаную муку в зависимости от качества делят на сорта: особую, обойную, обдирную и сеяную. С 1 января 2019 г. на муку ржаную вступает в силу новый государственный стандарт — ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия»:

Обойная имеет выход 95%, обдирная — 87% и сеяная — 65%.

Обойная мука получается путем полома всего зерна, иначе можно сказать, что она цельнозерновая.

Обдирная мука содержит меньший процент отрубей в своем составе, так как получается после удаления внешних оболочек с поверхности зерна. Она также очень полезна, так как содержит много полезных веществ, перешедших в муку из эндосперма и оболочек зерна (12–15%). Обдирная мука серовато белая или светло-кремовая из-за зерновой оболочки зеленоватого цвета.

Мука ржаная сеяная представляет собой так называемый высший сорт, изготавливаемый из эндосперма зерна. Такая мука практически лишена оболочек, она как будто просеянная, отсюда и название «сеяная».

Особая ржаная мука имеет зольность 1,15% и занимает промежуточное положение между обдирной и сеяной.

Белки ржаной муки не образуют связанной клейковины в условиях теста, они неограниченно набухают воде, пептизируются, переходя в вязкий коллоидный раствор.

Крахмал ржаной муки клейстеризуется при более низкой температуре (52–55°C), чем пшеничный (60–67°C). Кроме этого, он легче атакуется амилолитическими ферментами, превращаясь с моноидсахариды. Амилазы в зерне ржи, а значит и в ржаной муке, представлены α и β -амилазами. В ржаной муке α -амилаза всегда находится в активном состоянии, чего нельзя сказать об α -амилазе пшеничной муки. В ржаной муке содержится 2–3% слизи, представленных высокомолекулярными пентозанами. При поглощении воды они набухают, увеличивая свою массу до 80 раз.

11.2. Основные технологические процессы при производстве хлеба

Ассортимент продукции, выпускаемый хлебопекарной промышленностью, очень широк и расширяется с каждым днем. В него входят различные виды и сорта хлеба, хлебулочных, сдобных, бара-

ночных и сухарных изделий, а также национальные, лечебно-диетические и мучные кондитерские изделия, отличающиеся друг от друга по сорту, рецептуре, форме и т. д.

Хлеб — самый важный и наиболее распространенный продукт растительного происхождения. Когда начали выпекать хлеб, точно не установлено, но то, что он один из древнейших — это бесспорно.

Основным сырьем для производства хлеба являются мука, вода, сахар, соль, жир и дрожжи.

Мука. Перед подачей муки для приготовления теста производится ее подготовка к производству. Подготовка муки заключается в подсортировке, просеивании, удалении металлопримеси, а в холодное время года еще в прогревании до температуры 10–20°C. Массовая доля влаги в пшеничной и ржаной муке допускается не более 15%.

Вода. Качество используемой питьевой воды определяется СанПиН 2.1.4.1074.-01. Количество вносимой воды в тесто зависит:

— от вида муки и изделий;

— от влажности муки: чем суше мука, тем больше воды она поглощает при замесе;

— от количества сахара и жира (по рецептуре), которые как бы разжижают тесто. При внесении значительных количеств сахара и жира сокращают количество воды, добавляемой при замесе.

Для приготовления теста на 100 кг муки расходуют от 35 до 75 дм³ питьевой воды. Холодную воду, идущую на приготовление теста, доводят до температуры 30–35°C путем смешивая с горячей водой.

Соль. В рецептуру хлебобулочных изделий, за исключением диетических бессолевых сортов, входит поваренная соль в количестве от 1 до 2,5% к массе муки. Качество поваренной соли должно соответствовать ГОСТ Р 51574-2000.

Она улучшает вкус изделий, существенно влияет на физические свойства теста, укрепляя его клейковину. Однако надо помнить, что состояние дрожжей в присутствии высоких концентраций соли ухудшается, и вследствие этого снижается спиртовое брожение.

Соль поступает на хлебозавод в мешках или насыпью. Хранится она в отдельных помещениях. Раствор соли готовят в солерастворителе. Перед подачей на производство раствор соли фильтруют и перекачивают в расходные емкости. Соль дозируют по рецептуре и добирают в виде раствора при замесе теста.

Дрожжи. В настоящее время на предприятиях используют как сухие, так и прессованные дрожжи. Прессованные дрожжи выпускаются в соответствии с ГОСТ Р 54731-2011. Они представляют собой

выращенные в особых условиях дрожжевые клетки, выделенные из среды, в которой они размножились. По физико-химическим показателям дрожжи хлебопекарные прессованные должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 24.

Таблица 24

**Физико-химические показатели прессованных дрожжей
по ГОСТ 54731-2011**

Наименование показателя	Значение показателя	
	сорт «высший»	сорт «первый»
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	27	25
Подъемная сила дрожжей в день выработки, мин, не более	50	60
Кислотность дрожжей в пересчете на уксусную кислоту в день выработки, мг на 100 г дрожжей, не более	55	90
Кислотность дрожжей на 30-е сутки хранения при температуре от 0°С до 4°С в пересчете на уксусную кислоту, мг на 100 г дрожжей, не более	320	—
Кислотность дрожжей на 12-е сутки хранения при температуре от 0°С до 4°С в пересчете на уксусную кислоту, мг на 100 г дрожжей, не более	—	300
Стойкость, ч, не менее	72	60

В среднем расход прессованных дрожжей для приготовления пшеничного теста составляет 0,5% к массе муки, но это количество может варьироваться и зависит от ряда факторов:

— подъемной силы дрожжей: чем она ниже, тем больше требуется дрожжей;

— длительности процесса брожения теста и способа его приготовления: чем больше длительность брожения, тем меньше расход дрожжей;

— для безопасного способа приготовления теста требуется 1,5–3,0%, а для опарного — 0,5–1,0% дрожжей;

— количества сахара и жира, содержащихся в тесте. Эти продукты угнетают жизнедеятельность дрожжей, поэтому количество дрожжей увеличивают.

Прессованные дрожжи разводят в теплой воде с температурой 30–35°С до суспензии, а перед употреблением в производство пропускают через проволочное сито с размером ячеек не более 2,5 мм.

Сухие дрожжи получают путем высушивания на дрожжерастительных производствах прессованных дрожжей до влажности 8–10%. Сушеные дрожжи незаменимы в тех случаях, когда невозможно до-

ставить на завод прессованные дрожжи с сохранением их технологических показателей.

Сахар-песок. В хлебопечении применяют сахар-песок, качество которого определяется ГОСТ 21-94. На хлебозаводы, как правило, сахар-песок поступает в мешках. При подготовке к производству его растворяют в воде в мешалках при температуре около 40°C до концентрации раствора 48–55%. Добавляют в тесто в соответствии с рецептом на изделие. Влияние сахара на процесс брожения неоднозначно. Малые количества его (до 10% к массе муки) ускоряют брожение, в то время как высокие концентрации — угнетают. Поэтому если по рецептуре требуется внести большое количество сахарного песка, то его вносят в конце брожения. Этот процесс называется отсдобка.

Жиры. Твердые жиры или маргарин перед употреблением расплавляют до жидкого состояния в емкостях с водяной рубашкой. Жир вносится в тесто в количестве до 20–30%. Часто используют жидкие растительные масла, которые перед использованием процеживают. Растительные масла дозируют по рецепту в виде жира-водных эмульсий. Это относится и к жидким маслам и растопленному маргарину. Эмульсии готовят в отдельных емкостях путем смешивания масла с водой температурой 40–50°C в течение 30–40 мин и вносятся при замесе теста. Для приготовления отдельных сортов хлеба, например, горчичного, используют горчичное масло.

Говоря о технологии хлеба, надо сказать, что она прошла довольно сложную эволюцию. В последние несколько десятилетий резко возросло применение в хлебопечении различных пищевых добавок, позволяющих интенсифицировать отдельные технологические процессы, что, безусловно, является положительным, с точки зрения ресурсосбережения, но не всегда это положительно сказывается на качестве готового продукта, например, на его аромате. Есть добавки, увеличивающие срок хранения хлеба. В целом, вопросы применения добавок до сегодняшнего дня остаются дискуссионными из-за постоянно появляющихся новых данных о новых их свойствах и влиянии на клетки организма.

Сегодня все сорта хлебобулочных изделий производятся по разным рецептурам и по отличающимся друг от друга технологиям. Вместе с тем, при производстве хлебобулочных изделий можно выделить основные стадии и их определенную последовательность, которая наиболее характерна для большинства технологий:

- подготовка сырья к производству;
- замес опары (закваски);

- брожение опары (закваски);
- приготовление теста;
- брожение теста;
- деление теста на куски;
- предварительная расстойка;
- формование тестовых заготовок;
- окончательная расстойка;
- выпечка;
- охлаждение и хранение хлеба.

Принципиальная схема производства представлена на рисунке 31.

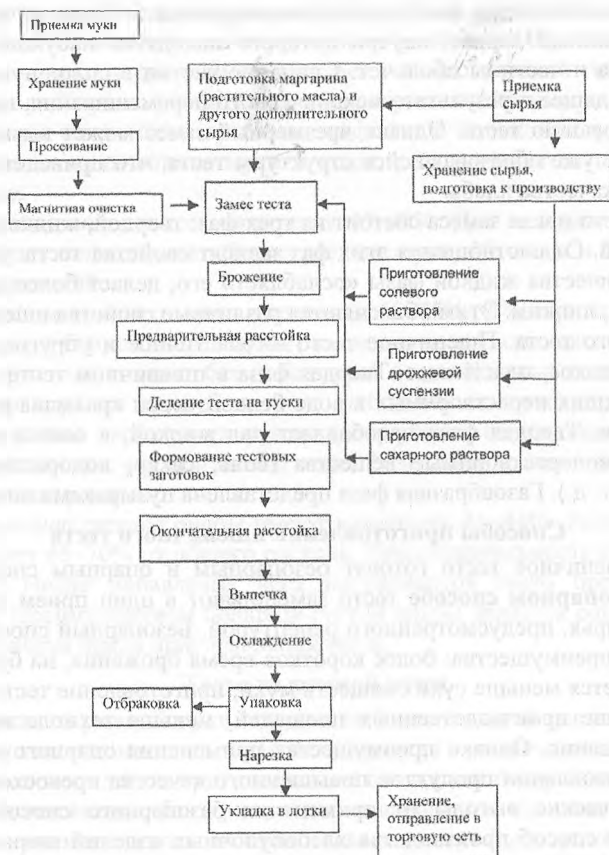


Рис. 31

Принципиальная схема производства хлебобулочных изделий

Приготовление теста

Это короткая, но весьма важная технологическая операция. Длительность замеса для пшеничного теста составляет 7–8 мин, для ржаного — 5–7 мин.

Целью замеса является получение однородной массы теста с определенными структурно-механическими свойствами.

При замесе одновременно протекают физико-механические и коллоидные процессы, которые взаимно влияют друг на друга. Коллоидные процессы, или процессы набухания, связаны с основными составными частями муки — белками и крахмалом. Белки пшеничной муки, поглощая влагу, резко увеличиваются в объеме и образуют клейковинный каркас, внутри которого находятся набухшие зерна крахмала и частицы оболочек. Слипание частиц в сплошную массу, происходящее в результате механического перемешивания, приводит к образованию теста. Однако чрезмерный замес может вызвать разрушение уже образовавшейся структуры теста, что приведет к ухудшению качества хлеба.

Тесто после замеса состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. От соотношения этих фаз зависят свойства теста: увеличение количества жидкой фазы «ослабляет» его, делает более жидким, текучим, липким. Этим объясняются различные свойства пшеничного и ржаного теста. Пшеничное тесто — эластичное и упругое, а ржаное — вязкое, пластичное. Твердая фаза в пшеничном тесте состоит из набухших нерастворимых в воде белков, зерен крахмала и частиц оболочек. Твердая фаза преобладает над жидкой, в состав которой входят водорастворимые вещества (соль, сахар, водорастворимые белки и т. д.). Газообразная фаза представлена пузырьками воздуха.

Способы приготовления пшеничного теста

Пшеничное тесто готовят безопарным и опарным способами. При **безопарном способе** тесто замешивают в один прием сразу из всего сырья, предусмотренного рецептурой. Безопарный способ имеет свои преимущества: более короткое время брожения, на брожение расходуется меньше сухих веществ муки, приготовление теста требует меньше производственных площадей, меньше технологического оборудования. Однако преимущества применения опарного способа при изготовлении продуктов повышенного качества превосходит эти экономические выгоды от применения безопарного способа. Безопарный способ производства хлебобулочных изделий широко применяется на минихлебозаводах, где указанные недостатки стараются восполнить применением различных добавок.

Приготовление пшеничного теста **опарным способом** состоит из двух этапов — приготовление опары и теста. Для опары берут часть муки и воды и все количество дрожжей (0,5–1,0% от массы теста). По консистенции опара более жидкая, чем тесто. Длительность ее брожения 3,5–4,5 ч. Затем на готовой опаре замешивают тесто, добавляя оставшуюся часть муки, воды и остальное сырье. Тесто бродит в течение 1,0–1,5 ч. В процессе брожения тесто подвергают одной или двум обминкам, перед последней проводят отсдобку.

Опарный способ приготовления теста более длительный, чем безопарный, но он получил большее распространение, так как в результате более глубокого протекания процессов созревания теста качество хлеба выше (лучше вкус, аромат и пористость). Он требует меньшего расхода дрожжей и обладает технологической гибкостью, позволяющей лучше учитывать хлебопекарные свойства муки.

Опары могут быть густыми, жидкими и большими густыми и различаются количеством муки и воды, расходуемым на их приготовление.

Густая опара имеет влажность 45–48%. Для ее приготовления используют половину от общего расхода муки, 2/3 воды и все количество дрожжей.

Жидкие опары имеют влажность 65–75%. Для приготовления такой опары берут 20–35% муки, расходуются вся вода и все дрожжи. Тесто при этом готовят без добавления воды. Жидкие опары легко транспортируются по трубопроводам с помощью насосов, процесс их приготовления легко регулируется (нагревание, охлаждение, добавление различных улучшителей), в них более интенсивно происходят процессы созревания.

Большие густые опары имеют влажность 41–44%. Расход муки составляет 65–70% от общего расхода. Продолжительность брожения 4–4,5 ч. После добавления всех ингредиентов тесто бродит 20–25 мин. Преимуществом большой густой опары является сокращение длительности цикла приготовления теста.

Тесто из ржаной муки

Тесто из ржаной муки отличается более высокой кислотностью, поэтому оно готовится на заквасках. Закваска в данном случае — это порция спелого теста, приготовленная без соли и содержащая активные молочнокислые бактерии, а также небольшое количество дрожжей. В зависимости от влажности закваски могут быть *густые*, *обыкновенные* и *жидкие*, содержащие соответственно 50, 60 и 70–80% влаги.

При приготовлении заквасок различают два цикла: *разводочный* (процесс приготовления новой закваски) и *производственный* (в этом случае спелую закваску делят на три части, две из которых расходуют на приготовление теста, а одну часть — для приготовления новой порции закваски). Разводочный цикл выполняют в начале производства или если качество применяемой закваски в производстве ухудшилось и требует замены.

При разводочном цикле закваску готовят в 3–4 стадии, постепенно увеличивая порцию закваски. Температура брожения заквасок постепенно увеличивается с 25 до 28°C. Источником микрофлоры в разводочном цикле является смесь размноженных в лабораторных условиях чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий. Общая длительность разводочного цикла составляет 12–14 ч. Для получения производственной густой закваски подают на замес 1/3 муки, предусмотренной рецептурой, воду и порцию спелой закваски, полученной в предыдущем цикле. Брожение производят при температуре 28°C в течение 3,5–4 ч. Выброженную закваску делят на три равные части, две части подают на приготовление теста, а одну часть — на возобновление производственной закваски в последующем цикле.

Для приготовления теста в закваску добавляют муку, воду, соль и другие компоненты, предусмотренные рецептурой. Брожение ведут при температуре 28–30°C. По производственному циклу завод может работать несколько месяцев.

При замесе теста из опары (закваски) и всех других ингредиентов, предусмотренных рецептурой, образуется масса, однородная по всему объему. Кроме достижения однородной структуры при замесе теста происходят сложные физические, коллоидные и биохимические процессы, совокупная взаимосвязь которых существенно влияет на свойства готового теста.

Брожение теста

Брожение теста охватывает период времени с момента его замеса до деления на куски.

Цель брожения — разрыхление теста, придания ему определенных структурно-механических свойств, необходимых для последующих операций, а также накопление веществ, обуславливающих вкус и аромат хлеба, его окраску.

Комплекс процессов, одновременно протекающих на стадии брожения и взаимно влияющих друг на друга, объединяют под общим понятием *созревание* теста. Созревание включает в себя

микробиологические (спиртовое, молочнокислое брожение), коллоидные, физические и биохимические процессы.

Спиртовое брожение вызывается дрожжами, в результате которого сахара превращаются в спирт и CO_2 :



Источником сахаров являются собственно моно-, ди-, и полисахариды зерна, перешедшие в муку, но главную массу составляет мальтоза, образовавшаяся в тесте при расщеплении крахмала.

Основной вклад в расщепление крахмала с образованием мальтозы вносит β -амилаза. Она является экзоамилазой и проявляет сродство к предпоследней α (1 \rightarrow 4) связи с конца линейного участка амилозы или амилопектина.

Скорость брожения зависит от температуры, кислотности среды, качества дрожжей и ускоряется при увеличении количества дрожжей и повышении их активности, при достаточном содержании сбраживаемых сахаров, аминокислот, фосфорнокислых солей.

Брожение ускоряется при добавлении в тесто амилолитических ферментных препаратов.

Молочнокислое брожение вызывается молочнокислыми бактериями, которые попадают в тесто из воздуха с мукой и расщепляют глюкозу до молочной кислоты.

Следует отметить, что в пшеничном тесте преобладает спиртовое брожение, а в ржаном — молочнокислое. В результате нарастания кислотности ускоряется набухание белков, замедляется разложение крахмала до декстринов и мальтозы, что крайне важно при переработке пшеничной муки из проросшего зерна и ржаной муки, так как позволяет получить тесто с оптимальными структурно-механическими свойствами. Поэтому кислотность теста является признаком его созревания, а кислотность хлеба — один из показателей его качества, включенный в стандарт.

В зависимости от свойств муки возможно ограниченное и неограниченное набухание белков. При ограниченном набухании белки только увеличиваются в размерах, а при неограниченном — меняется форма белковой молекулы. У муки с сильной клейковиной почти до конца брожения происходит ограниченное набухание, при этом свойства теста улучшаются. У муки со слабой клейковиной наблюдается неограниченное набухание и тесто разжижается, поэтому продолжительность брожения теста из такой муки должна быть сокращена.

В результате физических процессов повышается температура теста на 1–2°C и происходит увеличение его объема за счет насыщения диоксидом углерода.

Суть биохимических процессов, протекающих в тесте, состоит в том, что под действием ферментов муки, дрожжей и микроорганизмов происходит расщепление биополимерных компонентов муки, прежде всего белков и крахмала. Кроме того, продукты разложения белков на стадии выпечки принимают участие в образовании цвета, вкуса и аромата хлеба. При расщеплении крахмала ферментами идет образование мальтозы, которая расходуется на брожение теста и участвует в процессе выпечки, определяя вкус и аромат хлеба.

Интенсивность протекания всех рассмотренных процессов зависит от температуры (оптимальная температура брожения теста 26–32°C).

Повышенную температуру можно рекомендовать для приготовления теста из сильной муки, тесто из слабой муки следует готовить при более низкой температуре.

Таким образом, можно заключить, что температура является основным фактором, регулирующим ход технологического процесса приготовления теста.

Обминка теста

В процессе брожения тесто, которое готовится порционно, подвергается обминке, т. е. кратковременному повторному промесу в течение 1,5–2,0 мин. При этом происходит равномерное распределение пузырьков диоксида углерода в массе теста, улучшается его качество, мякиш хлеба приобретает мелкую, тонкостенную и равномерную пористость.

Разделка теста

Разделка пшеничного теста включает в себя деление теста на куски, округление, предварительную расстойку, формование тестовых заготовок и окончательную расстойку.

Разделка ржаного теста состоит из следующих этапов: деление теста на куски, формование тестовых заготовок и окончательная расстойка.

Разница в разделке ржаного и пшеничного теста обусловлена различиями в их свойствах. Ржаное тесто, не имеющее клейковинного скелета, более липкое и пластичное, поэтому для него необходима минимальная механическая обработка. Пшеничное тесто вследствие своей упругости и сравнительно небольшой способности

прилипания должно подвергаться более интенсивной механической обработке при разделке, чем ржаное тесто. Многократная обработка пшеничного теста необходима для получения однородной структуры во всей массе куска, в результате чего хлеб получается с ровной мелкой пористостью.

Предварительная расстойка — это кратковременный процесс отлежки теста, в результате которого ослабляются возникшие в тесте при делении и округлении внутренние напряжения и восстанавливаются частично разрушенные отдельные звенья клейковинного структурного каркаса.

Формование тестовых заготовок — это процесс придания кускам теста формы, соответствующей данному сорту изделий.

Целью *окончательной расстойки* является брожение теста, которое необходимо для восполнения диоксида углерода, удаленного в процессе деления, округления и формования. Если выпекать хлеб без окончательной расстойки, то он получается низкого объема, с плотным плохо разрыхленным мякишем, с разрывами и трещинами на корке. В процессе расстойки формируется структура пористости будущего изделия. Расстойка проводится при температуре 35–40°C, относительной влажности воздуха 75–85%, продолжительность — от 25 до 120 мин.

Выпечка хлеба

Изменения, характеризующие переход тестовой заготовки в процессе выпечки в хлеб, являются результатом целого комплекса процессов — физических, микробиологических, коллоидных и биохимических.

В основе всех процессов лежат физические явления — прогревание теста и вызываемый им внешний влагообмен между тестом-хлебом и паровоздушной средой пекарной камеры и внутренний массообмен в тесте-хлебе.

Физические процессы. В начале выпечки тесто поглощает влагу в результате конденсации паров воды из среды пекарной камеры. В этот период масса куска теста-хлеба несколько увеличивается в объеме. После прекращения конденсации начинается испарение влаги с поверхности, которая к этому времени прогревается до 100°C, превращаясь в сухую корку. Часть влаги при образовании корки испаряется в окружающую среду, а часть (около 50%) переходит в мякиш. Обезвоженная корка прогревается в процессе выпечки до 160–180°C, температура в центре мякиша поднимается до 95–97°C (выше этой температуры мякиш не прогревается из-за его высокой влажности).

Микробиологические и биохимические процессы. В первые минуты выпечки спиртовое брожение внутри теста ускоряется и при температуре 35°C оно достигает максимума. В дальнейшем брожение затухает и при температуре 50°C прекращается, так как дрожжевые клетки отмирают, а при температуре 60°C приостанавливается жизнедеятельность кислотообразующих бактерий. Вместе с тем, в результате остаточной деятельности микрофлоры, на первых этапах во время выпечки в тесте-хлебе увеличивается содержание спирта, CO₂ и кислот, что повышает объем хлеба и улучшает его вкус.

Биохимические процессы связаны с изменением состояния крахмала и белков. При температуре 70–80°C они прекращаются. Крахмал при выпечке клейстеризуется и энергично разлагается, причем гидролиз его в ржаном тесте идет интенсивнее, чем в пшеничном. Поэтому в ржаном тесте содержание водорастворимых веществ (декстринов и сахаров) значительно выше, чем в пшеничном. Глубина и интенсивность расщепления крахмала и белков влияют на характер протекания химических процессов, определяющих цвет корки пшеничного хлеба, его вкус и аромат. Это связано с тем, что в результате окислительно-восстановительного взаимодействия образовавшиеся сахара вступают в реакцию с продуктами разложения белков и образуют меланоидины и ароматические соединения. Цвет ржаного хлеба обусловлен содержанием меланинов, образующихся в хлебе в результате окислительных превращений аминокислоты тирозина.

Коллоидные процессы. При температуре 50–70°C одновременно протекают процессы денатурации белков и клейстеризации крахмала. Белки при этом выделяют воду, поглощенную при замесе теста, уплотняются, теряют эластичность и растяжимость. Прочный каркас свернувшихся белков закрепляет форму хлеба. Влага, выделенная белками, поглощается крахмалом. Так как этой влаги недостаточно для полной клейстеризации крахмала, то процесс протекает медленно, и клейстеризация заканчивается при прогреве мякиша до температуры 95–97°C. Клейстеризуясь, крахмальные зерна прочно связывают влагу, поэтому мякиш хлеба кажется более сухим, чем тесто.

Режим выпечки зависит от сорта хлеба, вида и массы изделия, качества теста, свойств муки, а также от конструкции печи. Продолжительность выпечки колеблется от 8 до 12 мин для мелкоштучных изделий, для ржаного хлеба массой до 1 кг продолжительность выпечки около 1 ч.

Для большинства изделий режим выпечки включает три периода:

1 период.

Выпечка протекает при относительной влажности воздуха 80%, температуре 110–12°C, продолжительности 2–3 мин. За это время тестовая заготовка увеличивается в объеме, при этом пар, конденсируясь, улучшает состояние ее поверхности. В конце периода необходимо повышение температуры до 240–280°C.

2 период.

Этот период протекает при температуре 280°C и несколько пониженной относительной влажности воздуха. В это время образуется корка, закрепляется объем и форма изделий.

3 период.

Характеризуется менее интенсивным подводом теплоты (температура 180°C), что позволяет снизить процент упека хлеба.

Упек хлеба — это потери массы теста (в %) при выпечке, которые выражаются разностью между массами теста и горячего хлеба, отнесенные к массе теста. Около 95% этих потерь приходится на влагу, а остальная часть — на спирт, CO₂, летучие примеси и т. д. Упек хлеба составляет от 6 до 14%, для снижения упека увеличивают массу хлеба и на завершающей стадии выпечки повышают относительную влажность воздуха и снижают температуру в пекарной камере.

Хранение хлеба

После выпечки хлеб направляют в хлебохранилище для охлаждения, а затем в экспедицию.

В процессе остывания происходит перераспределение влаги между разными частями изделия, а также с внешней средой. Часть влаги теряется в окружающую среду. В итоге влагообмена внутри изделия и с внешней средой масса изделия уменьшается на 2–4% от массы горячего хлеба. Этот вид потерь называют *усушкой*.

Для снижения усушки хлеб стремятся быстрее охладить, для этого понижают температуру и относительную влажность воздуха в хлебохранилище, уменьшают плотность укладки хлеба, обдувают воздухом с температурой около 20°C. На процесс усушки влияют влажность мякиша и масса хлеба.

Увеличение влажности мякиша вызывает возрастание потерь на усушку хлеба. Чем больше масса хлеба, тем меньше усушка.

Качество готового хлеба определяют по органолептическим показателям. При этом оценивают его внешний вид (форму, поверх-

ность, окраску), состояние мякиша (пропеченность, свежесть, пористость, эластичность), вкус и запах.

Форма изделий должна быть правильной, с выпуклой верхней коркой; поверхность — гладкой; окраска — равномерной; корка — блестящей; мякиш — пропеченным, эластичным, пористым; вкус — свойственный данному виду изделия, без посторонних привкусов.

К числу физико-химических показателей готового хлеба относят:

1) влажность мякиша — не должна превышать 42–48% для пшеничного хлеба, 46–51% — для ржаного хлеба;

2) кислотность — 9–12 к. ед. для изделий из ржаной муки и 2–6 к. ед. — для пшеничной муки.

Контрольные вопросы

1. Какие сорта муки вам известны?
2. Охарактеризуйте основные показатели, по которым определяют сорт муки.
3. Какие процессы происходят при созревании пшеничной муки? Какова продолжительность этого периода?
4. Какая мука считается слабой, средней или сильной?
5. Какие ферменты участвуют в гидролизе крахмала муки?
6. Какие процессы происходят при замесе теста?
7. Какие биохимические процессы происходят при брожении теста?
8. Что такое отсдобка?
9. Какие способы замеса теста существуют из пшеничной муки?
10. Как протекает брожение теста?
11. Что такое созревание теста?
12. Чем вызвано молочнокислое брожение теста?
13. Что такое обминка теста?
14. Как готовят пшеничное тесто на опарах?
15. В чем суть безопасного приготовления теста?
16. Что такое разделка теста?
17. Что такое предварительная расстойка и какова цель окончательной расстойки?
18. Какие процессы протекают на стадии выпечки хлеба?
19. Что такое упек хлеба?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ферментированные пищевые продукты известны с древних времён. Об этом свидетельствуют многочисленные археологические раскопки. Они издавна изготавливались в домашних условиях. Хлеб, квашеные плоды и овощи и напитки брожения пользуются популярностью у населения многих стран мира. Различаются все эти продукты по виду используемого сырья, технологиями приготовления и по виду используемых микроорганизмов.

В разных странах преобладают свои растительные ресурсы. Пшеница используется при изготовлении хлеба в большинстве стран мира, но ржаной хлеб менее распространён. Квашеная капуста, солёные огурцы, томаты, арбузы, кабачки, мочёные яблоки, брусника — вот далеко неполный перечень продуктов брожения, которые и по сей день изготавливаются как в домашних условиях, так и в промышленных масштабах. Ячмень традиционно используется при изготовлении пива, рис — при изготовлении саке, рожь — в производстве кваса, виноград — при изготовлении виноградного вина, фрукты и ягоды — при изготовлении плодово-ягодных вин.

В конце XIX в., благодаря исследованиям французского учёного Луи Пастера, доказавшего, что в основе всех видов брожения лежит жизнедеятельность микроорганизмов, специфических для каждого вида брожения, началось зарождение промышленного производства продуктов брожения. До исследований Пастера все напитки производились, но для их сбраживания использовалась эпифитная микрофлора сырья. Кроме того, Пастер изучал болезни вина и пива, так как в конце XIX в. Франция много продавала вина в другие страны, но иногда вино портилось. Его исследования привели к разработке нового для тех лет способа обработки продукции, который и назван по фамилии Пастера — пастеризацией. Пастеризация — это термическая обработка продукта, позволяющая уничтожить технически вредную микрофлору.

В XX в. биотехнологические производства бурно развивались. Благодаря техническому прогрессу появилось новое оборудование для подготовки сырья. При сбраживании стали использоваться чистые культуры микроорганизмов, рассчитанные на определённые виды сырья, а для интенсификации различных производственных процессов — применяться ферментные препараты.

Для увеличения сроков хранения готовых пищевых продуктов технологические схемы производства предусматривают такие этапы, как сепарирование, фильтрация, пастеризация, стерилизация. Это но-

вовведение позволяет получать прозрачные напитки с высокой биологической и физико-химической стабильностью при хранении. Многие продукты, прошедшие стадии пастеризации или стерилизации, могут транспортироваться на большие расстояния. Сегодня напитки брожения могут реализовываться не только в стране их происхождения, но и во многих других регионах мира. Самыми распространёнными напитками брожения до сих пор остаются вино и пиво, они производятся во многих странах. А вот sake, сидр, пуаре, квас, медовуха известны не во всех уголках мира. Такие напитки брожения можно попробовать только на их родине, в странах, их производящих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ауэрман, Л. Я.* Технология хлебопекарного производства : учеб. под общ. ред. Л. И. Пучковой. — 9-е изд. перераб. и доп. — СПб. : Профессия, 2009. — 416 с.
2. *Белокурова, Е. С.* Биотехнология продуктов брожения : учеб. пособие. — СПб. : СПбГТЭУ, 2015. — 64 с.
3. *Белокурова, Е. С.* Разработка технологии получения ферментированных напитков функционального назначения из овощного сырья / Е. С. Белокурова, Л. М. Борисова, Е. Ю. Семёнова // в сб. «Проблемы гигиены и технологии питания. Современные тенденции и перспективы развития»; Материалы международной научно-практической конференции, 19–20 апреля 2012 г. — Донецк : Изд-во Донецкого университета экономики и торговли им. им.Туган-Барановского, 2012. — С. 16–17.
4. *Белокурова, Е. С.* Перспективные направления переработки овощного сырья Северо-Западного региона / Е. С. Белокурова, Л. М. Борисова, И. А. Панкина // Materials of the X International scientific and practical conference, «Conduct of modern science». — 2014. — Volume 22. Chemistry and chemical technology. Construction and architecture. Agriculture. Sheffield. Science and education LTD. — С. 59–62.
5. *Белокурова, Е. С.* Ферментация традиционного растительного сырья для получения функциональных пищевых продуктов / Е. С. Белокурова, Л. М. Борисова, И. А. Панкина // Актуальная биотехнология. — 2015. — № 1 (12). — С. 13–17.
6. *Белокурова, Е. С.* Овощные ферментированные напитки / Е. С. Белокурова, Л. М. Борисова, И. А. Панкина // Научный журнал НИУ ИТМО, серия: процессы и аппараты пищевых производств. — 2015. — №1. — С. 173–179.
7. *Бодорев, М. М.* Антиоксидантные свойства зеленого и черного чая / М. М. Бодорев, А. Д. Поверин, В. П. Тихонов, Ю. А. Тьрсин // Пиво и напитки. — 2008. — № 3. — С. 38–40.
8. *Величка, А.* Искусство чая // Чай и кофе в России. — 2012. — № 2. — С. 42–43.
9. Вино: Самая полная энциклопедия / пер. с фр. — М. : АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2004. — 672 с.
10. *Герасимова, В. А.* Товароведение и экспертиза вкусовых товаров / В. А. Герасимова, Е. С. Белокурова, А. А. Вытовтов. — СПб. : Питер, 2005. — 416 с.: ил. — (серия «Учебники для вузов»).
11. ГОСТ 2077-84 Хлеб ржаной, ржано-пшеничный и пшенично-ржаной. Технические условия (с изменениями № 1, 2).

12. ГОСТ 21-94 Сахар-песок. Технические условия.
13. ГОСТ 26574-2017 Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия.
14. ГОСТ 27842-88 Хлеб из пшеничной муки. Технические условия.
15. ГОСТ 31494-2012 Квасы. Общие технические условия.
16. ГОСТ 32573-2013 Чай черный. Технические условия (с Поправкой).
17. ГОСТ 32574-2013 Чай зеленый. Технические условия (с Поправкой).
18. ГОСТ Р 51074-2003 Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования.
19. ГОСТ Р 51574-2000 Соль поваренная пищевая. Технические условия.
20. ГОСТ Р 52809-2007 Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия.
21. ГОСТ Р 54731-2011 Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия.
22. ГОСТ 87561-79 Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей, массы нетто или объема и массовой доли составных частей. — Введ.1980-01-01. — М. : Издательство стандартов, 2002. — IV, 7 с.
23. ГОСТ Р 53972-2010 Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия. Введ. 2012-01-01. — М. : Стандартинформ, 2011. — IV, 10 с.
24. *Гусев, М. В.* Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. — 4-е изд., стер. — М. : Академия, 2003. — 464 с.
25. *Елисеева, Л. Г.* Товароведение и экспертиза продуктов переработки плодов и овощей : учеб. пособие / Л. Г. Елисеева, Т. Н. Иванова, О. В. Евдокимова. — М. : Дашков и Ко, 2009. — 367 с.
26. *Ермолаева, Г. А.* Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков : учеб. для нач. проф. образования / Г. А. Ермолаева, Р. А. Колчева. — М. : ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. — 416 с.
27. *Иванченко, О. Б.* Изучение антиоксидантных свойств напитков / О. Б. Иванченко, Е. А. Нестеренко // Материалы V Международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания», Челябинск, 21–22 октября 2011. — С. 77–79.
28. *Волкова, А. А.* Ферментативный гидролизат пивной дробины в производстве хлеба из пшеничной муки высшего сорта /

А. А. Волкова, О. Б. Иванченко, Р. А. Федорова // Хлебопечение России. — 2012. — № 1. — С. 16–17.

29. ИК 10-04-06-140-87 «Инструкция санитарно-микробиологического контроля пивоваренного и безалкогольного производства». Утверждена Госагропромом СССР 4 ноября 1987 г.

30. Качмазов, Г. С. Дрожжи броидильных производств. Практическое рук-во. — Лань, 2012. — 224 с.

31. Колобов, С. В. Технология, товароведение и экспертиза продуктов переработки плодов и овощей : учеб. пособие. — М. : Дашков и Ко, 2009. — 113 с.

32. Кунце, В. Технология солода и пива. — СПб. : Профессия, 2001. — 910 с.

33. Курприянов, К. Точка насыщения. Обзор чайного рынка России // Продвижение продовольствия Prod&Prod. — 2011. — № 2. — С. 51–52.

34. Меледина, Т. В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. — СПб. : Профессия, 2003. — 304 с.

35. Микробиология: учебник для агротехнологов / О. Д. Сидоренко, Е. Г. Борисенко, А. А. Ванькова, Л. И. Войно. — 1-е изд. — М. : НИЦ ИНФРА-М., 2014. — 287 с.

36. МР 2.3.1.2432-08. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

37. Нарцисс, Л. Пивоварение / перевод с нем. ; под общ. ред. Г. А. Ермолаевой и Е. Ф. Шанеко. — Т. 1. Технология солодоращения. — СПб. : Профессия, 2007.

38. Неверова, О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. — Сибирское университетское издательство, 2007. — 416 с.

39. Помозова, В. А. Производство кваса и безалкогольных напитков : учеб. пособие. — СПб. : ГИОРД, 2006. — 192 с.

40. Родина, Т. Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров : учеб. для вузов. — М. : Академия, 2004. — 206 с.

41. Романова, Е. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства : учеб. пособие / Е. В. Романова, В. В. Введенский. — М. : РУДН, 2010. — 185 с.

42. Русский винодел князь Л. С. Голицын / составитель Е. П. Шольц-Куликов. — Крымская Академия гуманитарных наук. — Симферополь, 1995.

43. СанПиН 2.1.4.1074 — 01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения».

44. *Саришвили, Б. Б.* Рейтблат: «Микробиологические основы технологии шампанизации вина». — М. : Пищевая промышленность, 2000. — 364 с.

45. *Скрипников, Ю. Г.* Производство вин : учеб. пособие. — Мичуринск : изд-во МичГАУ, 2007 — 54 с.

46. *Скурихин, И. М.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания : справочник. — М. : ДеЛи принт, 2008. — 275 с.

47. *Слесарев, В. И.* Химия: Основы химии живого : учебник для вузов. — СПб. : Химиздат, 2000. — 768 с.

48. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции».

49. Технология получения концентратов квасного сула, кваса и напитков на зерновом сырье / В. А. Поляков, Н. Ф. Берестень, А. В. Орещенко и др. Обзорная информация. Серия 22 Пивобезалкогольная промышленность. — М. : АгроНИИТЭИПП, 1987. — 32 с.

50. *Укра, М.* Чай и здоровье. — М. : Попурри, 2012. — 288 с.

51. *Фараджева, Е. Д.* Общая технология бродильных производств / Е. Д. Фараджева, В. А. Федоров. — М. : Колос, 2002. — 408 с.

52. *Тутельян, В. А.* Научные основы здорового питания / В. А. Тутельян, А. Н. Разумов, А. И. Вялков и др. — М. : Издательский дом «Панорама», 2010. — 816 с.

53. *Хозиев, О. А.* Технология пивоварения / О. А. Хозиев, А. М. Хозиев, В. Б. Цугкиева. — 1-е изд. — СПб. : Лань, 2012. — 560 с.

54. *Цапалова, И. Э.* Экспертиза продуктов переработки плодов и овощей : учеб. пособие. — Новосибирск : Сибир. унив. изд-во, 2003. — 271 с.

55. *Чахова, Е. И.* Технология производства жидких чайных концентратов // Пиво и напитки. — 2003. — № 3. — С. 42.

56. *Яшин, Я. И.* Чай. Химический состав чая и его влияние на здоровье человека. — М. : ТрансЛит, 2010. — 160 с.

57. *Яшин, Я. И.* Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека / Я. И. Яшин, В. Ю. Рыжне, А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова. — М. : ТрансЛит, 2009. — С. 70–84.

58. Francois de Beaulieu, Herve Ronne. Le cidres et leurs eaux-de-vie // Editions Ouest-France. — 1998. — 64 p.

59. *Hebert M.* La belle histoire du cidre et du calvados / M. Hebert, P. Coligneaux // Editions Ch. Corlet. — 1998. — 134 p.

60. *Targat G.* Le calvados. Une histoire alambiquee // Editions Ouest-France. — 1998. — 62 p.

61. *Teurtrie D.* Le cidre / D. Teurtrie, J. Vicq, M. Coudray // Editions Jean-Paul Gisserot. — 1999. — 33 p.

62. *Weisburger J. H.* Prevention of coronary heart disease and cancer by tea, a review // *Envir. Health Prevent. Med.* 2003. — V. 7. — P. 283–288.

63. *Zhao B.* The health effects of tea polyphenols and their antioxidant mechanism // *J Clin. Biochem. Nutr.* 2006. — V. 38. — P. 59–68.

64. Электронный ресурс <http://konturalco.ru/stati/neobychnye-alkogolnye-napitki-mira-ot-drevnosti-do-nashix-dnej>.

65. Электронный ресурс: <http://mport.ua/menu/1587746-Jad-v-butylke--7-samyh-strannyh-alkogol-nyh-napitkov>.

66. Электронный ресурс: <http://beercomments.com.ua/kratkaya-istoriya-birmiksov>.

67. Электронный ресурс: <http://www.beermonsters.ru/istoriya-piva/radler-2012-12-21.html>.

68. Электронный ресурс: <http://www.beermonsters.ru/pivnye-koktejli/pivnye-koktejli-2012-05-25.html>.