

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

П. М. СМОЛИХИНА, Е. В. ХАБАРОВА, В. В. АПАРШЕВА

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА НАПИТКОВ БРОЖЕНИЯ

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия
для бакалавров направлений подготовки 19.03.01 «Биотехнология»
и 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья»



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2025

УДК 663(076)

ББК 36.87

C51

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»

Н. Ц. Гатапова

Кандидат технических наук, доцент,
и.о. директора Инженерно-технического института
ФГБОУ ВО «ТГУ им. Г. Р. Державина»

Т. В. Пасько

Смолихина, П. М.

C51 Биотехнологические основы производства напитков брожения : учебное пособие / П. М. Смолихина, Е. В. Хабарова, В. В. Апаршева. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2025. – 88 с. – 100 экз.

ISBN 978-5-8265-2962-1

Изложены теоретические основы биотехнологии производства вин и крепких алкогольных напитков из различных видов растительного сырья, дана классификация продукции.

Предназначено для бакалавров направлений подготовки 19.03.01 «Биотехнология» и 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья».

УДК 663(076)

ББК 36.87

ISBN 978-5-8265-2962-1 © Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2025

ВВЕДЕНИЕ

Современная биотехнология является междисциплинарной областью знаний, базирующейся на целенаправленном использовании метаболического потенциала микроорганизмов для получения целевых продуктов. В пищевой промышленности биотехнологические процессы составляют основу производства обширной группы напитков брожения, занимающих важное место в структуре питания и экономике.

Настоящее учебное пособие систематизирует современные научные знания в области биотехнологии производства вин и крепких алкогольных напитков. Первая категория включает вина, получаемые путем спиртового брожения виноградного или плодово-ягодного сока. Ко второй категории относятся крепкие алкогольные напитки, производство которых предполагает последовательное осуществление стадий брожения и дистилляции с возможной последующей ректификацией дистиллятов.

Методологическую основу пособия составляет интеграция фундаментальных положений биохимии и биотехнологии пищевых производств. Содержание учебного материала направлено на формирование у обучающихся системного понимания механизмов бродильных процессов, закономерностей метаболической активности микроорганизмов-продуцентов и принципов управления технологическими параметрами.

Пособие разработано в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по направлениям подготовки 19.03.01 «Биотехнология» и 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» и предназначено для изучения дисциплин «Пищевая биотехнология» и «Биотехнологические основы пищевых технологий». Освоение представленного материала обеспечит формирование профессиональных компетенций, необходимых для осуществления производственно-технологической деятельности на предприятиях по производству спирта, вина и крепких алкогольных напитков, включая управление технологическими процессами, разработку ресурсосберегающих технологий и научное обоснование оптимальных методов получения продукции стабильного качества.

Раздел 1 БИОТЕХТЕХНОЛОГИЯ ВИН

Тема 1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ВИН

Основным критерием систематизации вин служит применяемая технология производства. В соответствии с этим параметром выделяют две фундаментальные группы вин:

- натуральные, производимые исключительно путем полного или неполного сбраживания виноградного сусла или мезги, без добавления этилового спирта;

- специальные, при производстве которых осуществляется спиртование бродящего сусла, а также применяются особые технологические приемы, формирующие их уникальные характеристики.

Виноградные вина принято классифицировать по составу сырья на две основные категории:

- сортовые, производимые из одного сорта винограда. Доля других винограда того же ботанического вида в составе такого вина не должна превышать 15%.

- купажные, создаваемые путем целенаправленного смешивания нескольких сортов винограда для достижения сложного и сбалансированного вкуса. К этой же категории принято относить ароматизированные вина.

Согласно российской классификации, вина дифференцируются по наличию углекислого газа на две основные категории:

1. Тихие вина характеризуются отсутствием диоксида углерода и включают: столовые и специальные.

2. Вина, насыщены диоксидом углерода, что проявляется в характерной игре пузырьков при подаче. К ним относятся шампанское и игристые вина.

Столовые (натуральные) вина производятся путем полного (сухие) или частичного (полусухие и полусладкие) брожения сусла без добавления спирта или других посторонних веществ (табл. 1.1).

Специальные вина по содержанию спирта и сахара классифицируются на сухие, крепкие, полудесертные, десертные и ликерные (табл. 1.1).

Крепленые вина создаются с добавлением спирта-ректификата или виноградного дистиллята.

1.1. Классификация вин по содержанию спирта и сахара

Группа вин	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³
<i>Натуральные</i>		
Сухие	9...13	Не более 3
Сухие особые	14...16	Не более 3
Полусухие	9...13	5...25
Полусладкие	9...12	30...55
Сладкие	9...12	60...80
<i>Специальные</i>		
Сухие	14...20	Не более 15
Крепкие	17...20	30...120
Полудесертные	14...16	50...120
Десертные	15...17	140...200
Ликерные	12...16	210...300

Шампанское (10,5...12,5% об. спирта) в зависимости от содержания сахара классифицируется на: брют (до 1 г/100 мл сахара), сухое (до 3 г/100 мл сахара), полусухое (до 5 г/100 мл сахара), полусладкое (до 8 г/100 мл сахара), сладкое (до 10 г/100 мл сахара).

Технологические требования предусматривают определенную долю этилового спирта естественного брожения в винах до этапа спиртования: минимально 3% для крепких и полудесертных сортов и 2% для десертных и ликерных.

Игристые вина принципиально отличаются от шипучих технологией насыщения диоксидом углерода. В отличие от последних, они приобретают углекислоту в процессе вторичного брожения, протекающего в герметично закрытых емкостях.

Ассортимент игристых вин включает различные типы: красные, розовые, мускатные и шипучие варианты, которые различаются процентным содержанием алкоголя и сахара.

Ароматизированные вина обычно содержат 16...18% об. спирта и 6...16 г/100 мл сахара, отличаясь добавлением растительных экстрактов.

Существует разделение вин в зависимости от качества и срока выдержки (рис. 1.1).

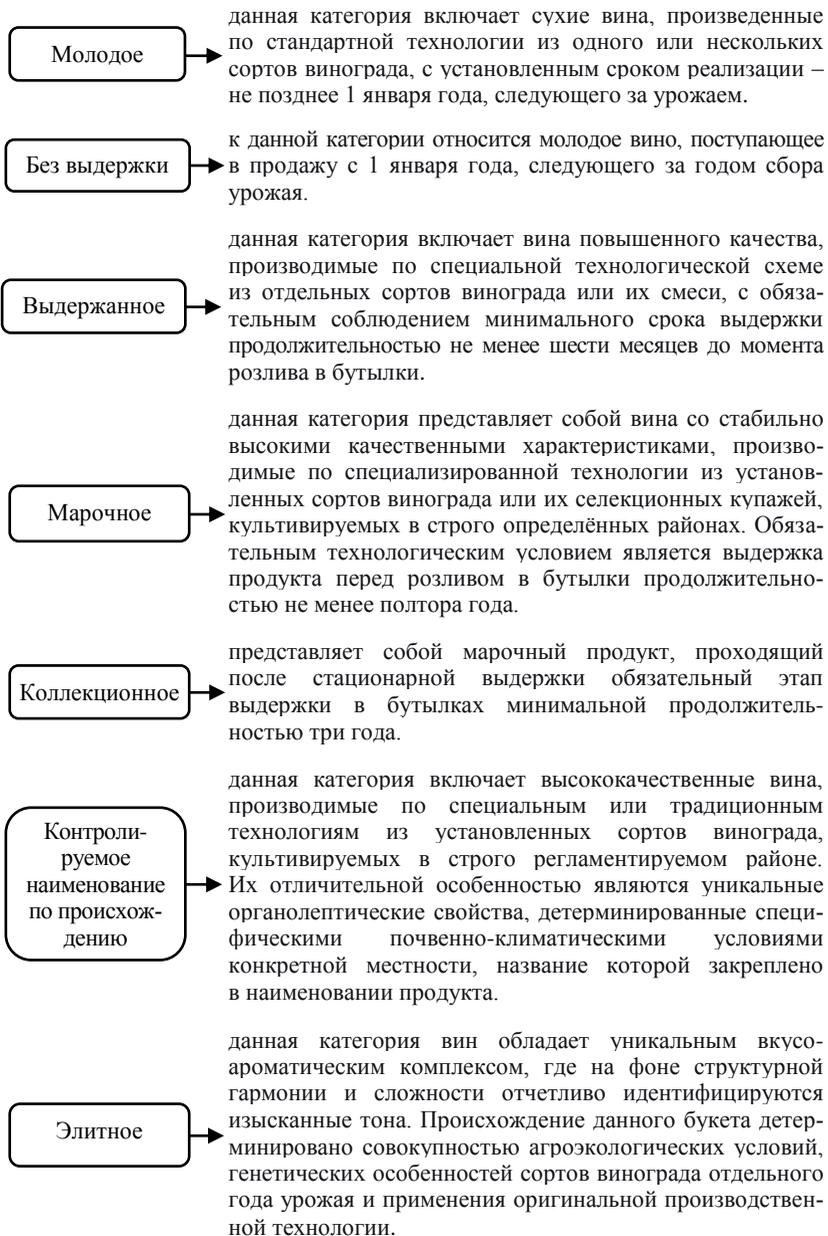


Рис. 1.1. Классификация вин в зависимости от качества и срока выдержки

По окраске – белые, розовые и красные. Прозрачность вина определяется отсутствием в нем мелких взвешенных частиц и является важным показателем, характеризующим его внешний вид. Согласно технологическим требованиям, высококачественные вина бутылочного розлива должны обладать кристаллической прозрачностью. Вина бочкового розлива также должны быть прозрачными, хотя к ним могут предъявляться несколько менее строгие визуальные критерии.

Натуральные белые сухие вина обладают характерным комплексом органолептических свойств: светлой окраской с оттенками от бледно-соломенного до золотистого, утонченным вкусом-ароматическим букетом и отсутствием терпкости.

Технология производства данных вин предусматривает щадящую механическую обработку винограда с обязательным этапом предварительного осветления сула. Для сохранения качественных характеристик применяется системная сульфитация на всех стадиях технологического процесса, что предотвращает окисление как сула, так и готового вина.

К категории натуральных белых сухих особых вин принадлежат продукты кахетинского типа, названные по имени восточногрузинского региона Кахетия. Для этих вин характерен терпкий вкусовой профиль, дополненный фруктовыми тонами в аромате и насыщенным чайным оттенком. Они выделяются значительной экстрактивностью, повышенной спиртуозностью и сбалансированной окисленностью.

Технологическая специфика производства предполагает брожение сула совместно с мезгой и виноградными гребнями при систематическом перемешивании до 4 раз в течение суток. По завершении ферментации осуществляется доливка резервуаров с последующей выдержкой винограда на мезге продолжительностью 3...4 месяца. В ходе этого этапа происходит естественное осветление вина, затем осуществляется его отделение от твердой фазы.

Красные сухие вина характеризуются интенсивной окраской – от темно-рубиновой до гранатовой. Молодые вина отличаются красными и фиолетовыми тонами, которые с возрастом сменяются луковичными и кирпичными оттенками. Вкусовой профиль отличается полнотой и легкой терпкостью при умеренной кислотности. Ароматическая палитра сохраняет сортовые характеристики с выраженными фруктовыми нотами. Технология производства предусматривает переработку винограда по классическому красному способу.

Натуральные полусухие и полусладкие вина представляют собой продукт неполного брожения, при котором процесс ферментации целенаправленно прерывается до его естественного окончания.

Цветовая гамма данных вин варьируется в зависимости от типа: белые демонстрируют диапазон от светло-соломенного до темно-

золотистого оттенка, красные – от светлых до насыщенных темно-красных тонов, розовые – от нежно-розового до светло-красного.

Органолептические характеристики отличаются легкостью и сбалансированностью: букет сохраняет чистоту без признаков окисления, посторонних привкусов и запахов, с выраженными фруктовыми или цветочными нотами. Во вкусовом профиле красных вин присутствует легкая терпкость.

В технологии производства натуральных полусухих и полусладких вин применяют несколько методов остановки брожения:

- термические способы (охлаждение до 0 °С или нагрев до 60...70 °С);
- переливки с сульфитацией;
- фильтрации;
- использование консервантов.

Альтернативными технологическими приемами являются использование специальных дрожжевых рас с ограниченной бродительной активностью или купажированием сухих виноматериалов и консервированного суслу.

В связи с повышенной склонностью к микробиологической порче, стабилизация таких вин требует применения термической обработки – горячего розлива или пастеризации в бутылках.

Согласно рекомендациям Международной организации винограда и вина, используемым при проведении международных дегустаций и конкурсов, вся винодельческая продукция подразделяется на две основные категории:

- строго натуральные вина, включающие продукты из ароматических и неароматических сортов винограда – белые, розовые и красные, а также так называемые «желтые» вина, такие как Херес, Токай, Кахетинское и Эчмиадзинское;
- специальные вина, к которым причисляются крепленые и особые типы напитков (ароматизированные вина).

Каждая из стран производителей вина пользуется своей собственной классификацией. В государствах Европейского Союза принята двухуровневая система классификации: вина высшего качества, произведенные в определенных регионах (VQPRD); столовые вина (V.D.T.). Во Франции действует четырехступенчатая градация: A.O.C. – вина контролируемых наименований по происхождению; V.D.Q.S. – вина высшего качества; Vin de Pays – региональные вина; Vin de Table – столовые вина.

Итальянская классификация включает: D.O.C.G. – вина гарантированного и контролируемого происхождения; D.O.C. – вина контролируемого происхождения; I.G.T. – вина с типичной географической идентификацией; V.d.T. – столовые вина.

В Германии установлена трехступенчатая система: Q.m.P – отборные качественные вина; Q.b.A. – качественные вина из определенных регионов; Deutscher Tafelwein – немецкие столовые вина.

Испанская классификация предусматривает: Estate reserva – выдержанные вина «Резерва»; Crianza – марочные вина «Крианса»; Varietal wines – сортовые вина, произведенные из определенного сорта винограда; Table wines – столовые вина.

Тема 1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИН

Различают столовые и технические сорта винограда (рис. 1.4).

Технические сорта винограда распространены во всех виноградарских регионах мира. Каждая местность обладает уникальными аборигенными сортами, которые служат основой для создания знаменитых марочных и региональных вин. Среди наиболее известных примеров:

- донские сорта (Цимлянский черный, Плечистик);
- грузинские технические сорта (Ркацителы, Мцване, Чхавери, Александроули);
- азербайджанские технические сорта (Баян ширей, Хиндогны, Матраса, Ширван шахы);
- крымские сорта (Кокур белый, Кефесия) и другие.

Основу сырьевой базы для производства плодово-ягодных вин составляют разнообразные виды *плодовой и ягодной продукции*. Наибольшее технологическое распространение получили яблоки, рябина, косточковые культуры (вишня, слива), а также ягоды – земляника, малина, смородина, брусника и другие. Химический состав свежего сырья характеризуется высоким содержанием воды, доля которой составляет 70...90% от общей массы.

Вино представляет собой алкогольный напиток, создаваемый путем ферментации суслу или мезги, полученных из свежего или частично подвяленного винограда, а также разнообразных плодов и ягод. Этот напиток обладает значительной пищевой и биологической ценностью, поскольку содержит комплекс витаминов и необходимых микроэлементов.

Основным сырьем для производства натуральных вин служит *виноград*. Это растение представляет собой лиану, относящуюся к семейству виноградных. Плоды винограда, собранные в сложные соцветия-кисти, образуют характерные гроздья.

Структурно виноградная гроздь (рис. 1.2) включает механически прочный остов – гребень (3...7% от общей массы грозди) и плоды – ягоды, закрепленные на гребне. Анатомическое строение ягоды представлено кожицей, мякотью с соком и семенами.

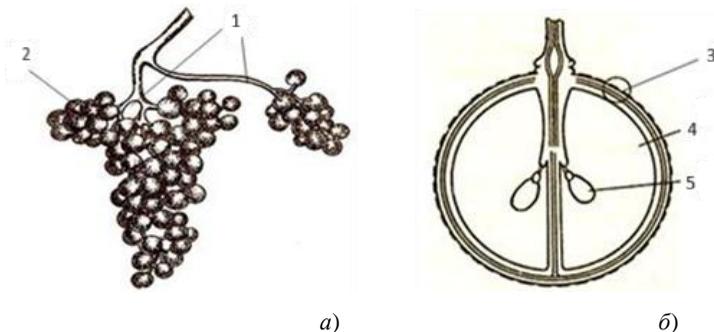


Рис. 1.2. Внешний вид грозди (а) и строение ягоды (б) винограда:
 1 – гребень; 2 – плоды-ягоды; 3 – кожица; 4 – мякоть; 5 – семена

Химический состав мякоти отличается сложностью и включает различные группы органических и неорганических соединений. Среднее содержание основных компонентов представлено на рис. 1.3.

Уборку урожая проводят в фазе технической зрелости, когда устанавливается оптимальное соотношение сахаров и органических кислот, необходимое для производства конкретных типов вин.

В отличие от столовых сортов, для технического винограда первостепенное значение имеют не внешние характеристики (декоративность гроздей и ягод), а технологические показатели – химический и механический состав. Эти параметры определяются биологическими особенностями сорта и агроклиматическими условиями возделывания.



Рис. 1.3. Химический состав виноградных ягод



Рис. 1.4. Особенности технических сортов винограда

Именно поэтому один и тот же технический сорт, выращенный в разных регионах, может демонстрировать различный технологический потенциал и использоваться для производства вин разного типа.

Различают столовые и технические сорта винограда (рис. 1.4).

В отличие от столовых, для технических сортов винограда существенной роли не играют такие показатели качества, как внешний вид, красота грозди и ягоды, а имеет значение их химический и механический состав, зависящий от биологических особенностей сорта винограда и условий возделывания. Поэтому одни и те же технические сорта винограда, выращиваемые в разных почвенно-климатических условиях, могут иметь различное промышленное назначение в зависимости от происхождения и внешней среды.

Технические сорта винограда культивируются во всех географических зонах виноградарства. В каждом районе выделяют аборигенные (местные) технические сорта винограда, обеспечивающие получение известных марочных или местных марок вин (Цимлянский и Плечистик на Дону; Ркацители, Мцване, Чхавери, Александроули в Грузии; Баян ширей, Хиндогны, Матраса, Ширван шахы в Азербайджане; Кокур белый, Кефесия в Крыму и др.).

В виноделии существуют требования к дрожжам – они должны быстро размножаться, подавлять другие виды дрожжей и микроорганизмы и придавать вину соответствующую органолептику в зависимости от продуктов метаболизма. Большая часть винных дрожжей относится к дрожжам низового брожения.

Сухой остаток представлен двумя группами веществ: растворимыми и нерастворимыми компонентами. В группу нерастворимых входят клетчатка, крахмал, протопектин, а также часть азотистых и минеральных соединений. Растворимые вещества, переходящие в клеточный сок, образуют общий экстракт, который подразделяется на сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза) и несахара. Концентрация последних является ключевым фактором, определяющим полноту и гармоничность вкусового профиля плодово-ягодных вин.

Важным технологическим показателем сырья является общая кислотность, значения которой находятся в интервале от 0,1 до 3,5 г/л. В плодах и ягодах содержатся преимущественно яблочная, лимонная и винная кислоты.

Основными представителями микрофлоры виноградного суслу и вина являются *дрожжи*. Особую ценность для виноделия представляют дрожжевые культуры, способные к быстрому размножению, доминирующие над посторонней микрофлорой и формирующие характерный букет готового продукта. Основными производственными штаммами служат дрожжи вида *Saccharomyces ellipsoideus* с продолговато-овальными клетками, активно сбраживающие глюкозу, фруктозу, сахарозу и мальтозу. Большинство промышленных культур имеют местное происхождение, включая расы Магарач 7, Массандра 3, Пино 14 и Кахури, хотя также применяются и иностранные штаммы, такие как немецкая раса Штейнберг и раса Шампань-Аи.

Для производства белых столовых вин используются:

- раса Пино 14 – холодостойкие и кислотостойкие дрожжи яйцевидной формы с оптимальной температурой брожения 18...25 °С и рН – 2,9...3,9. Спрашивают суслу с исходной сахаристостью 20% при этом продуцируют 11,57% об. этанола;

- раса Феодосия 1/19 – универсальная энергичная крупноклеточная раса с широким температурным диапазоном брожения (9...35 °С);

- дрожжи Алиготе и Рислинг Анапский – культуры с высокой энергией брожения.

При изготовлении крепких и десертных вин применяются:

- раса Массандра 3 – клетки яйцевидной формы; оптимальная активность в диапазоне рН 3,7...4,05 и температурном режиме 18...20°С. Особенностью расы является ее способность к полному сбраживанию суслу с исходной сахаристостью 20%. При работе с концентрированными субстратами, содержащими 30% сахаров, дрожжи продуцируют 11,8% об. этанола, оставляя несброженными 8,7% сахара;

- раса Магарач 125 – культура демонстрирует высокую эффективность при брожении высококонцентрированных виноградных сусл

с содержанием сахаров 27...30% и обладает повышенной устойчивостью к низким температурам.

В производстве шампанских виноматериалов и вин зарекомендовали себя:

– раса Кахури 2 – демонстрирует способность к сбраживанию суслу содержащего 20% сахаров, продуцируя 11,4% об. этанола, оставляя несброженными не более 0,28%. Оптимальная активность в диапазоне рН 3,4...3,6. Обладает повышенной устойчивостью к низким температурам (при температуре 14...15°C сусло сбраживается на вторые сутки);

– раса Шампанская 7 – специализирована для технологии бутылочной шампанизации. Отличительной особенностью является формирование плотного, устойчивого к взмучиванию осадка и интенсивное брожение в низкотемпературном диапазоне 4...9 °С, несмотря на замедленное начало ферментации на 5...6 суток.

Ключевым элементом биотехнологии производства хереса являются специализированные дрожжевые расы вида *Saccharomyces oviformis*. Их отличительной физиологической особенностью является способность к развитию на поверхности вина с образованием пленки, обуславливающей формирование уникальных органолептических характеристик вина – его особых букета и вкуса. Методами промышленной селекции были идентифицированы высокопродуктивные расы хересных дрожжей (13, 15 и 20), характеризующиеся интенсивным пленкообразованием. Эволюция производственной практики привела к селекции из расы Херес 20 нового, технологически более совершенного штамма Херес 20 °С. В настоящее время данный штамм является доминирующим продуцентом в винодельческой отрасли при производстве хересных вин.

В технологии плодово-ягодного виноделия используются специализированные дрожжевые штаммы, селекционированные из соответствующих видов сокового сырья. Натуральные плодово-ягодные соки представляют собой естественную среду, богатую дрожжевыми культурами, которые обладают оптимальными технологическими характеристиками и адаптированы к специфическим условиям ферментации данного типа субстрата. Этот принцип обосновывает целесообразность применения специализированных штаммов: культуры, выделенные из земляничного сырья, используются для брожения земляничных сусел, а дрожжи вишневого происхождения – для переработки вишневых соков.

Среди промышленно значимых штаммов следует отметить яблочные (46, 58), клюквенный (17), смородиновый (16), брусничные

(3, 7, 10), малиновые (7/5, 25, 28, 28/10), вишневые (3, 6) и земляничные (7, 4, 9). Данные микроорганизмы обеспечивают стабильную динамику брожения, полноту сбраживания, интенсивную осветляемость и формирование сбалансированного вкусоароматического комплекса готовой продукции. Их метаболическая активность проявляется в отношении глюкозы, фруктозы, сахарозы, мальтозы, галактозы, они не сбраживают лактозу и маннит.

Дополнительно широкое технологическое применение нашли расы Москва 30, Яблочная 7, Вишневая 33, Черносмородиновая 7, Малиновая 10 и Сливовая 21.

Тема 1.3. ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ПРОИЗВОДСТВА ВИНА

Производство натуральных вин основано на полном или частичном сбраживании сахаров, содержащихся в виноградном сусле, без добавления спирта. Основные этапы этого процесса включают (рис. 1.5, 1.6):

- сбор и приемку винограда;
- переработку винограда на сусло по белому или красному способу;
- брожение сусла или мезги;
- обработку и выдержку виноматериалов;
- розлив готового продукта;
- выдержку в бутылках (применительно к коллекционным винам).

Все существующие биотехнологические схемы переработки винограда можно свести к двум основным (рис. 1.7):

1. Белый способ: предполагает быстрое отделение сусла от мезги с последующим брожением уже очищенного сусла (перерабатывают как белый, так и окрашенный виноград (целыми гроздьями или после дробления));
2. Красный способ: брожение на мезге с применением различных методов экстракции (перерабатывают сорта винограда любого цвета).

Виноград собирают при достижении ягодами технологической зрелости, определяемой сбалансированным содержанием сахаров, кислот и фенольных соединений. От своевременности сбора напрямую зависит качество будущего вина. Уборку проводят механизированным или ручным способом, уделяя особое внимание сохранению целостности ягод для предотвращения окисления и развития посторонней микрофлоры.

После сбора грозди подвергают дроблению с отделением ягод от гребней. Ключевой задачей на этом этапе является минимизация повреждения кожицы, поскольку чрезмерное разрушение ягод приводит к излишнему выделению танинов, способных придать вину чрезмерную терпкость. При прессовании происходит разрушение исходного сырья с образованием виноградного сока – сусла, содержащего весь комплекс компонентов, необходимых для брожения, и твердой фракции – мезги.

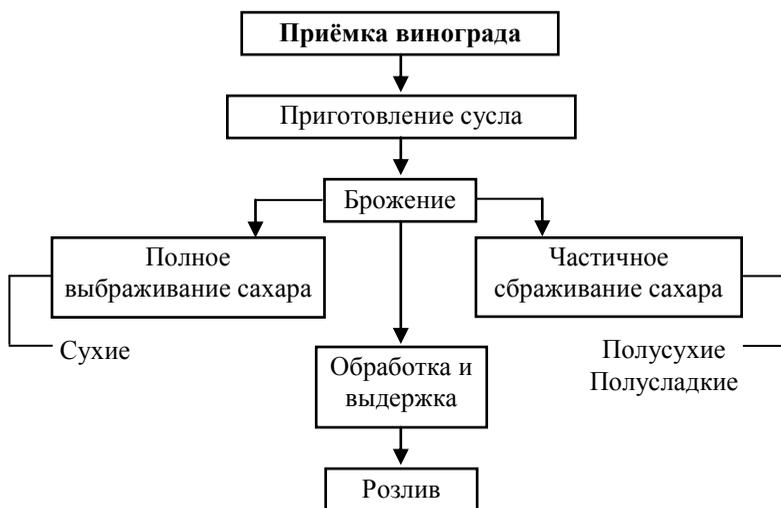


Рис. 1.5. Стадии производства натурального вина

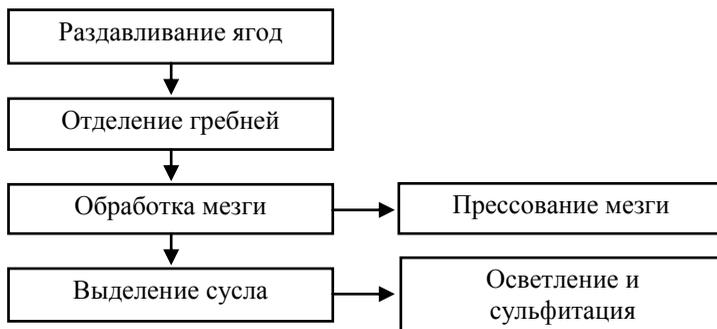


Рис. 1.6. Этапы приготовления сусла

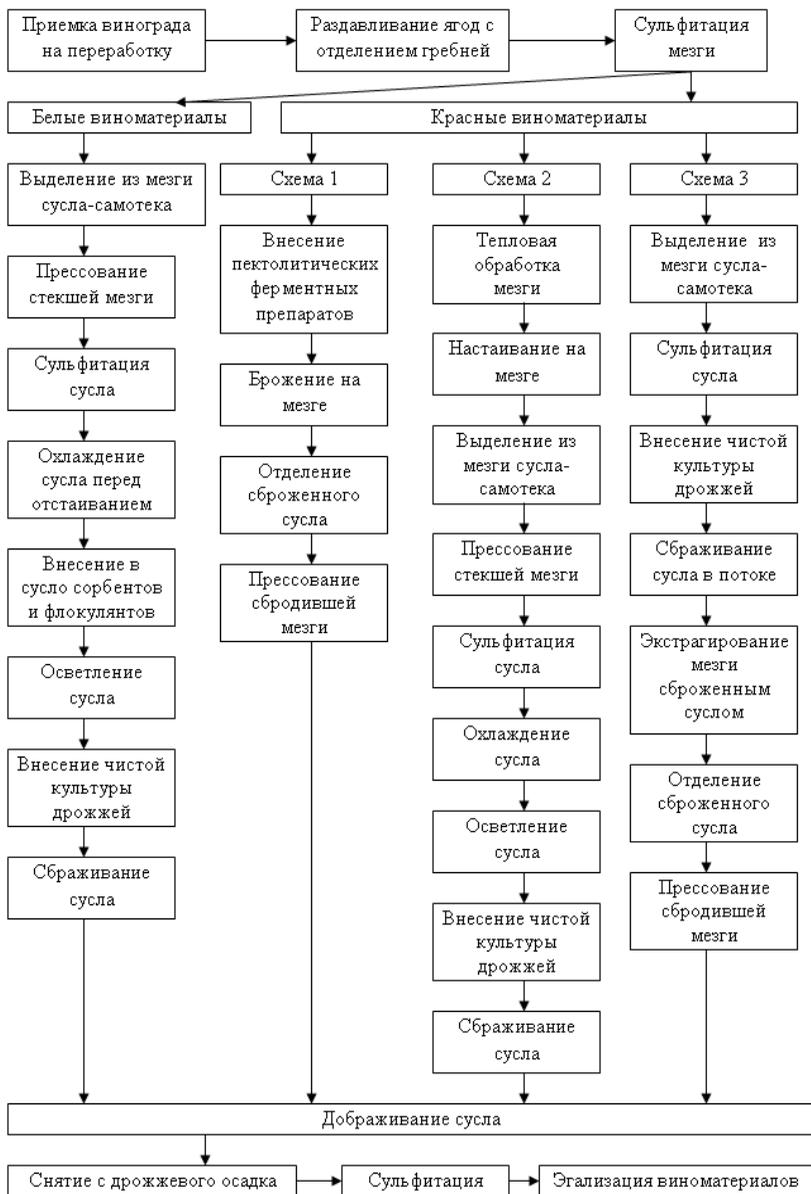


Рис. 1.7. Биотехнологическая схема переработки винограда по белому и красному способам

Современные прессы позволяют точно дозировать давление, получая фракции сусла разного качества для создания сложных купажей. Для красных вин мезгу (измельченные ягоды вместе с кожицей и косточками) направляют на брожение, что обеспечивает экстракцию красящих и дубильных веществ. В белом виноделии кожицу и косточки отделяют сразу после прессования, что позволяет сохранить свежесть и фруктовые тона.

Перед брожением сусло очищают от взвешенных частиц методами отстаивания, центрифугирования или с помощью использования специальных осветляющих агентов. Осветленное сусло направляют на стадию брожения.

Ключевой стадией виноделия является спиртовое брожение, которое проводят с использованием дрожжей. Винодельческие традиции прошлого опирались на дикие дрожжи, естественным образом присутствующие на виноградной кожице. В свою очередь, современная технология ориентирована на использование селективных дрожжевых культур, что позволяет добиться управляемого процесса брожения и стабильного качества продукта. Оптимальная температура для брожения находится в диапазоне 15...25 °С, а стандартная продолжительность процесса составляет около двух недель, хотя для отдельных типов вин сроки могут быть значительно увеличены. С технологической точки зрения суть процесса заключается в метаболическом преобразовании сахаров сусла в этиловый спирт с побочным образованием углекислого газа.

Для отдельных категорий вин, в особенности красных, применяется малолактическая ферментация – биологическая конверсия яблочной кислоты в молочную. Данный процесс, осуществляемый специальными штаммами молочнокислых бактерий, способствует снижению кислотности и формированию более мягкого вкуса напитка.

Натуральные вина получают полным или частичным сбраживанием содержащегося в сусле сахара, без добавления спирта. При полном выбраживании сахара получают сухие вина, при частичном – полусухие и полусладкие.

По завершении брожения молодое вино направляют в погреба для созревания. Продолжительность этого этапа варьируется от нескольких месяцев до многих лет в зависимости от типа вина и требуемых показателей. В течение выдержки происходят сложные биохимические преобразования, формирующие окончательный букет и вкусоароматический профиль. Технология предусматривает два принципиальных подхода: выдержку в дубовой таре, обогащающую вино дополнительными оттенками и созревание в инертных стальных резервуарах, сохраняющих чистые сортовые характеристики.

В период выдержки вино проходит ряд технологических операций, включая доливку, переливку, оклейку, эгализацию и купажирование.

Поскольку при хранении в бочках объем вина уменьшается, над его поверхностью формируется воздушная полость. Это создает благоприятные условия для развития уксуснокислых бактерий, образующих на вине пленку. Для предотвращения этого систематически выполняют доливку. Данная операция служит для предупреждения скисания продукта и минимизации потерь от испарения.

В процессе выдержки происходит естественное осветление вина: взвешенные частицы и дрожжевые клетки оседают на дно емкости, после чего напиток переливают в чистый резервуар для отделения от осадка. Данная операция способствует более интенсивному осветлению, предотвращает появление дрожжевого привкуса и обеспечивает контролируемое насыщение вина кислородом. Кислород играет важную роль в созревании, оказывая комплексное физико-химическое и биологическое воздействие на структуру вина. Переливку выполняют с помощью специализированных насосов, причем частота процедуры обратно пропорциональна возрасту вина – молодые вина требуют более частого переливания.

Для достижения идеальной прозрачности применяют фильтрование и оклейку. Суть операции оклейки заключается во внесении белковых веществ (желатина, казеина, яичного белка), которые, взаимодействуя с танинами, образуют хлопьевидные комплексы. Оседая, эти хлопья захватывают взвешенные частицы, обеспечивая осветление. Перед операцией оклейки проводят предварительное фильтрование, которое позволяет удалить избыток слизистых веществ, препятствующих образованию хлопьев. После оклейки прозрачное вино снимают с осадка, оно становится мягче за счет снижения концентрации дубильных веществ.

Эгализация представляет собой смешивание молодых вин одного сорта для достижения однородности партии. Эту операцию проводят во время первой переливки, что позволяет создавать крупные партии со стабильными характеристиками.

Купажирование служит для формирования определенного стиля вина или коррекции его свойств. Этот процесс предполагает смешивание вин из разных сортов винограда или различных типов (например, сухих со сладкими или красных с белыми) для создания сложных балансов вкуса и аромата.

Готовое вино проходит финальную фильтрацию, разливается в бутылки и направляется на реализацию.

Тема 1.3.1. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛЫХ СТОЛОВЫХ ВИН

Биотехнология производства белых столовых вин (рис. 1.8) включает следующие основные стадии: переработка винограда и получение виноматериалов; обработка виноматериалов; брожение, выдержка и разлив готового продукта.

Характерной особенностью производства белых столовых вин является брожение сусла, получаемого преимущественно из белых сортов винограда без мезги.

Процесс подготовки сусла состоит из трех операций:

- механическое разрушение виноградных ягод;
- отделение гребневой массы;
- прессование раздавленного винограда.

Технология экстракции виноградного сусла предполагает использование комплекса оборудования, включающего дробильную машину и гребнеотделительную машин с насосным оборудованием. При прохождении через систему виноградные ягоды подвергаются механическому разрушению с одновременным отделением гребней. Образованная мезга направляется в корзиночные стекатели, где осуществляется самопроизвольное отделение фракции сусла-самотека в процессе заполнения корзины.

Для производства качественных вин с гармоничным вкусовым профилем преимущественно используется сусло-самотек. После его отделения оставшаяся мезга подвергается прессованию с получением прессовых фракций сусла. Технология предусматривает многоступенчатое прессование с промежуточным перемешиванием мезги, позволяющее последовательно извлекать сусло различного качественного состава. Процесс прекращают при достижении оптимальной степени экстракции, характеризующейся образованием плотной выжимки.

Прессовые фракции сусла собираются и сбрасываются отдельно, а полученные виноматериалы в дальнейшем используются для купажирования крепких вин.

Сусло транспортируется в отстойные резервуары, где проводится его обработка сернистым ангидридом для ингибирования развития посторонней микрофлоры. Выход готового сусла варьируется в зависимости от сортовых характеристик винограда и типа применяемого оборудования для прессования.

Технология сбрасывания виноградного сусла включает перекачивание осветленного сусла в дубовые бочки, буты или эмалированные резервуары из нержавеющей стали. В последнее время применяют и непрерывное брожение в потоке.

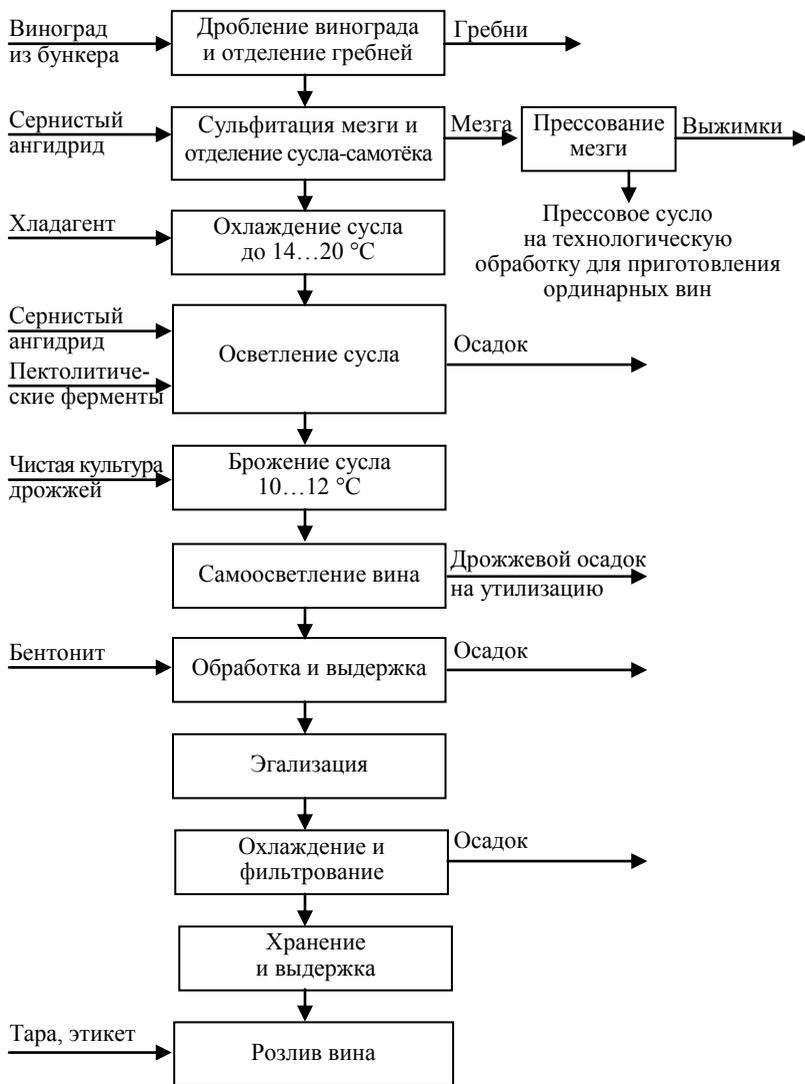


Рис. 1.8. Биотехнологическая схема производства белых столовых вин

Перед заполнением тары в нее вносят чистую культуру дрожжей в объеме 2% от общего количества сула. Процесс брожения осуществляется при температурном режиме 14...20 °C и включает три последовательные стадии: начальное разбраживание, бурное брожение и

дображивание. Биохимическая природа брожения заключается в ферментативном расщеплении сахаров виноградного сусла на этанол и углекислый газ. В ходе данного процесса формируется комплекс вторичных метаболитов (глицерин, янтарная, уксусная и пировиноградная кислота, изоамилол, ацетальдегид, эфиры), определяющих органолептические характеристики вина.

На этапе дображивания наблюдается почкование дрожжевых клеток и постепенная интенсификация биохимических процессов. В течение 24...48 часов выделяющийся диоксид углерода заполняет свободное пространство емкости.

Продолжительность фазы бурного брожения составляет 8...14 дней при умеренной скорости процесса.

При снижении концентрации сахаров наступает стадия тихого дображивания с минимальным газообразованием, осаждением дрожжевой биомассы и началом самопроизвольного осветления виноматериала. Длительность этой фазы (2...3 недели) определяется исходной сахаристостью сусла, штаммовыми особенностями дрожжей и температурными условиями.

Технологические операции доливки выполняются дважды: после завершения бурного брожения и в конце дображивания при стабилизации поверхности вина. К финалу процесса емкость должна быть полностью заполнена.

Готовый молодой виноматериал с концентрацией этанола до 13% об. и остаточным сахаром 0...4% подвергают первой переливке с отделением от дрожжевого осадка и направляют на выдержку.

При использовании крупных бродильных резервуаров заполнение осуществляют на 90% от номинального объема с применением механических мешалок. Термостатирование процесса обеспечивается циркуляцией хладоносителя через рубашки или змеевиковые теплообменники.

После завершения брожения резервуары дополняют виноматериалом аналогичного происхождения и выдерживают для осветления в течение 4...6 недель. Доливку выполняют в два этапа: по окончании бурного брожения и после прекращения газовой выделительной активности.

После осветления вино снимают с дрожжевого осадка, перекачивают в чистые емкости для технологической обработки, включающей эгализацию – смешивание вин одного сорта из разных емкостей. Далее продукт охлаждают, фильтруют и направляют на хранение с последующим розливом в потребительскую тару.

Тема 1.3.2. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КРАСНЫХ СТОЛОВЫХ ВИН

Биотехнология производства красных столовых вин предполагает использование винограда красных сортов с исходной сахаристостью не менее 17...18% и титруемой кислотностью в диапазоне 6...9 г/л. Главное отличие от белых вин заключается в необходимости продолжительного контакта суслу с твердыми частями мезги для извлечения красящих, дубильных и ароматических веществ, определяющих цветовые и вкусовые качества готового продукта.

В процессе брожения на мезге извлекается до половины всех красящих и дубильных веществ винограда. Содержание красящих веществ непосредственно влияет на цветовую гамму вина – от светло-малиновых до насыщенных рубиновых тонов, причем последние формируются при совместном действии красящих и дубильных веществ.

Основные параметры цветообразования:

- уровень кислотности среды, оптимальная величина рН 1,2 (при повышении кислотности усиливается окраска);
- термическая обработка (горячий розлив при 55...60 °С);
- химическая коррекция (добавление винной кислоты для мало-кислых вин).

Отходы винодельческого производства представлены прессованными выжимками и дрожжевым осадком. Химический состав выжимок варьируется в зависимости от стадии технологического процесса: они могут сохранять значительное количество сахаров и спирта либо быть практически свободными от этих компонентов.

Для утилизации отходов применяются следующие методы: спирт извлекается из дрожжевого осадка и выжимок методом перегонки; семена отделяются механическим просеиванием с последующим получением столового масла путем сушки и прессования; из выжимок производится калийная соль винной кислоты (винный камень).

Тема 1.3.3. НЕПРЕРЫВНОЕ БРОЖЕНИЕ ВИНОГРАДНОГО СУСЛА

Технология непрерывного брожения в виноделии находит применение при производстве виноматериалов для белых и красных вин, а также для вин типа «Херес» и шампанских вин. Наиболее эффективным способом является отъемно-доливной метод сбраживания, осуществляемый в специализированной установке. Данная система представляет собой батарею из шести основных бродильных резервуаров вместимостью 2000 дал каждый, соединенных с пятью переточными баками по 190 дал.

Конструкция установки включает разветвленную систему коммуникаций: трубы подъема сусла и гидростаканы обеспечивают перемещение жидкости между емкостями, переливные трубы поддерживают единый уровень сусла, а газовые трубы и соленоидные вентили создают общее газовое пространство для удаления диоксида углерода. Процесс брожения начинается с заполнения первого резервуара, куда вносится дрожжевая разводка. После сбраживания 5...6% сахара система переводится в рабочий режим.

Под давлением выделяющегося диоксида углерода сусло последовательно перетекает по резервуарам, при этом давление и уровень жидкости во всех емкостях остаются сбалансированными. Важным параметром является скорость подачи исходного сусла, которая должна обеспечивать полное заполнение системы за 2...3 суток. Когда виноматериал в последнем резервуаре достигает содержания сахара 3...5%, установка переходит в режим непрерывного брожения с автоматической регуляцией подачи сусла и отвода углекислого газа.

Производительность установки составляет до 7000 дал в сутки при исходной сахаристости сусла 17% и остаточном сахаре в виноматериале 2,5%. Готовый продукт направляется в винохранилище для окончательного дображивания и осветления.

Тема 1.4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИНА

Биотехнология приготовления специальных вин предполагает введение в сусло или готовый купаж этилового спирта и различных дополнительных компонентов. К данной категории относятся крепкие вина (портвейн, мадера, херес, марсала) и специальные десертные вина (кагор, мускатные и токайские типы).

Особенности производства включают использование технически зрелого винограда с высокой сахаристостью и применение специальных приемов для ограничения брожения с целью сохранения естественной сладости.

Ключевым технологическим приемом является спиртование (крепление) – добавление спирта-ректификата или, при производстве десертных вин, мистеля (смеси спирта с небродившим суслом) крепостью не менее 16%. Данный процесс позволяет одновременно решить две технологические задачи: сохранить в вине остаточный сахар и обеспечить требуемую алкогольную крепость.

Наряду с этим, применяют специализированные методы обработки, включая настаивание сусла на мезге с последующей термической обработкой и спиртование мезги. Эти приемы способствуют экстракции ароматических и красящих компонентов из кожицы виноградных ягод. Схемы получения специальных типов вин приведены на рис. 1.9.

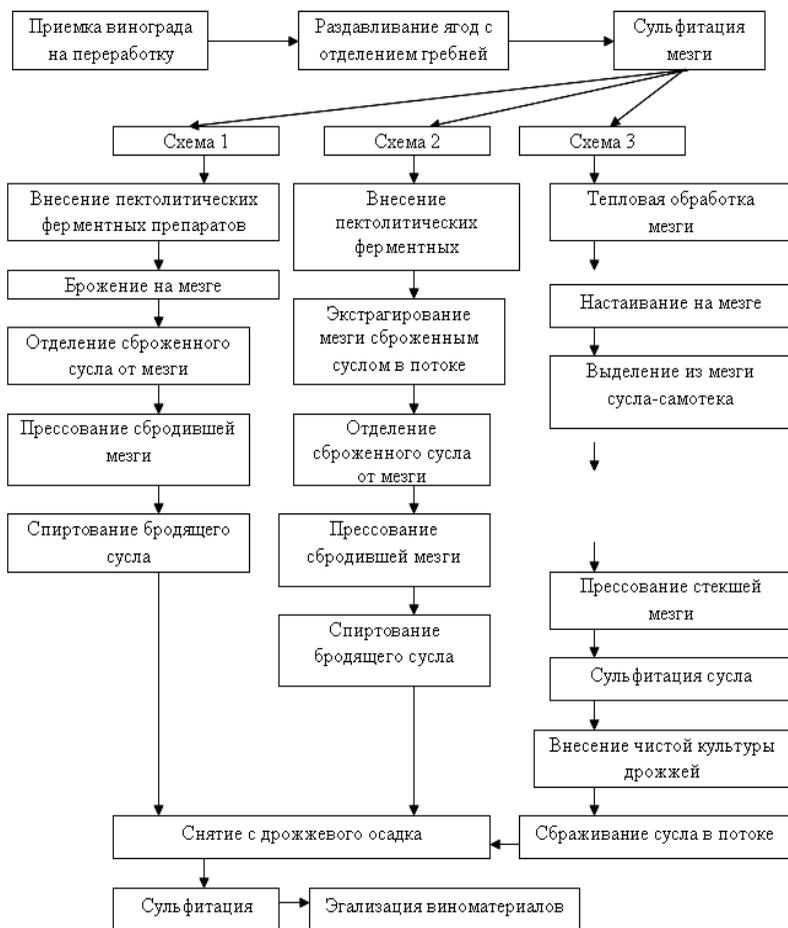


Рис. 1.9. Биотехнология получения виноматериалов для производства белых и красных вин специального назначения

Для производства вин типа портвейна и мадеры используются как белые, так и красные сорта винограда с показателями сахаристости 18...24%. Биотехнологический процесс осуществляется по красному способу с брожением или нагреванием мезги. При достижении концентрации сахара 10...12% производится спиртование бродящего сусла до крепости 18,5...19%.

Специфическими стадиями производства являются процессы портвейнизации и мадеризации (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Различие при приготовлении вин типа портвейна и мадеры

Формирование вкусоароматического букета мадеры и портвейна происходит благодаря окислительным процессам, возникающим при нагревании вина с доступом кислорода. Основное различие заключается в степени окисления: при производстве мадеры эти процессы протекают более интенсивно и глубоко, чем при создании портвейна.

Вина типа хереса вырабатывают из винограда хересных сортов (Клерет, Серсиаль, Воскеат, Пино белый и др.) с сахаристостью 18...23%. Виноград перерабатывают по белому способу. Полученный виноматериал спиртуют до крепости 16,5%.

Портвейн – вино, название которого происходит от португальского города Порто, в Португалии. Ключевым требованием технологии является получение высокоэкстрактивных виноматериалов, достигаемое за счет специальных методов тепловой обработки – портвейнизации. Этот процесс различается для ординарных и марочных вин. Ординарные портвейны проходят трехэтапную термическую обработку: сначала 30 суток при 45 °С, затем 20 суток при 50 °С, и завершающий этап 6...8 суток при 60...65 °С. Для марочных портвейнов применяется более продолжительная и сложная схема: двухсезонная выдержка на солнечных площадках или в солнечных камерах, затем 75...100 суток в термокамерах с поэтапным повышением температуры от 45 °С до 60 °С, и окончательная выдержка в герметичных емкостях при 20...25 °С в течение 12...18 месяцев.

Особенности производства «Красного портвейна» включают предварительный нагрев мезги до 55...65 °С для максимальной экстракции красящих и дубильных веществ, последующее брожение на мезге, и выдержку без доступа кислорода при температурах 45...50 °С в течение 75...100 суток. Завершающим этапом является годичная-полугодовая выдержка в герметизированных емкостях при температуре 20...25 °С.

Херес – вино, которое сохраняет свои уникальные свойства на протяжении столетия и более. Стойкость и прозрачность этого

напитка обеспечиваются технологией гипсования, при которой в мезгу или виноматериал добавляют гипс. Этот процесс не только стабилизирует вино, но и формирует его характерный вкусовой профиль с легкой солоноватостью и благородной горчинкой.

Еще одной отличительной чертой производства является хересование – выдержка вина в неполных бочках под слоем особых хересных дрожжей. В результате метаболической активности дрожжевой пленки и протекания окислительно-восстановительных процессов вино обогащается комплексом альдегидов и эфиров, создающих неповторимый букет напитка.

Важным этапом является также термическая обработка – выдержка в полностью заполненных бочках в соляриях (3...4 месяца) или термокамерах (30 суток) при температуре 40...45 °С. Завершающей стадией производства служит многолетняя выдержка вина продолжительностью от полутора до пяти лет.

Марсала представляет собой купажированное вино насыщенного янтарного оттенка, обладающее жгучим вкусом с характерными смолистыми нотами. Биотехнология его производства основана на смешивании белого виноматериала, выполняющего роль основы, с предварительно спиртованным и сульфитированным сусликом. После составления купажа и доведения до требуемой крепости вино проходит осветление и стабилизацию, а перед этапом выдержки в дубовых бочках – обязательную термическую обработку.

Кагор относится к категории красных десертных вин с темно-рубиновой окраской и насыщенным бархатистым вкусом, в котором прослеживаются ноты чернослива и шоколада. Виноград для его производства перерабатывается по красному способу с обязательным нагреванием мезги. После непродолжительного брожения суслика на мезге следует спиртование до заданной крепости. Марочные разновидности кагора выдерживаются в дубовой таре не менее трех лет.

Токайские вина обладают сложной органолептической палитрой: полный, маслянистый вкус с нотами ржаной корочки дополняется ароматом с тонами сушеной дыни и айвы. Для их производства используется перезревший или слегка увяленный виноград. Обязательным условием является поражение ягод «благородной гнилью» – плесневым грибом *Botrytis cinerea*. Биотехнологический процесс производства предусматривает спиртование частично сброженного суслика с высокой сахаристостью с последующей выдержкой молодого вина в неполных бочках в течение 2...3 лет.

Мускатные вина, отличающиеся интенсивным и изысканным ароматом, производят из ароматических сортов винограда – Мускат (белый, розовый, красный), Мюскадель и др. Ключевой принцип

технологии – максимальное сохранение эфирных масел винограда и предотвращение их окисления. Используется увяленный, но не заизюмленный виноград. Процесс включает умеренную сульфитацию мезги и спиртование сусла на начальной стадии брожения. Выдержка осуществляется в бочках не менее двух лет с ограниченным доступом кислорода для сохранения тонкого ароматического букета.

Ароматизированные вина представляют собой категорию аперитивных напитков, стимулирующих аппетит, которые производятся на винной или спиртовой основе. Наиболее известными представителями этой группы являются вермуты, создаваемые на основе виноградных материалов из белых, розовых или красных сортов, ректифицированного этилового спирта, сахарного сиропа и экстрактов растений (полынь, душица, кориандр, мята, цедра цитрусовых). Для коррективов кислотности в состав вводят лимонную кислоту. Вина готовят купажированием вышеперечисленного сырья, причем на долю вина в составе купажа приходится 80%. Приготовленный купаж оклеивают, обрабатывают холодом, фильтруют и направляют на отдых, а затем на розлив. Общая продолжительность обработки до розлива составляет от двух месяцев до одного года.

Тема 1.5. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ ВИН

Фруктово-ягодные вина создаются путем сбраживания соков, полученных как из одного вида фруктов или ягод, так и из их комбинаций. Напитки, произведенные из сока одного вида плодов или ягод, классифицируются как сортовые, тогда как купажные вина получают при смешивании двух или более видов соков.

Сырьевая база для данного типа вин охватывает большинство культивируемых плодов и ягод, однако наиболее востребованными являются яблоки, рябина, вишня, слива, земляника, малина, смородина, черника, брусника и ежевика.

Плоды и ягоды состоят из кожицы (2...7,5%), мякоти (85...98%) и семян (1,5...9%). Свежее сырье содержит 70...90% воды, а остальную часть составляют клетчатка, крахмал, протопектин и минеральные соединения. Растворимые компоненты клеточного сока, формирующие общий экстракт, представлены сахарами, кислотами, дубильными и красящими веществами, ферментами и витаминами. Общий экстракт сока подразделяется на сахара и не сахара, называемые приведенным экстрактом, который и определяет полноту вкуса вина.

Различают столовые, обладающие тонким вкусом и приятной свежестью; крепкие, сладкие и газированные вина (табл. 1.2).

1.2. Классификация плодово-ягодных вин

Вид	Физико-химические показатели	Характеристика
Столовый (сухие)	Невысокая экстрактивность. Крепость 9...10 об.%. Кислотность 7 г/л. Вкус и аромат используемых плодов и ягод	Красное: от светло-рубинового до светло-гранатового. Розовое: от светло-розового до темно-розового. Белое: от соломенно-янтарного до соломенно-золотистого
Крепкие	Содержание сахара 8...9%. Крепость 16...17 об.%. Кислотность 6...8 г/л. Вкус и аромат используемых плодов и ягод	Клюквенное. Брусничное. Рябиновое. Черничное. Яблочное. Сливовое. Амурское красное. Белое купажное. Красное купажное
Сладкие	Содержание сахара 10...16%. Крепость 16 об.%. Кислотность 7...8 г/л. Вкус и аромат используемых плодов и ягод	Вишневое. Малиновое. Земляничное. Ежевичное. Черносмородиновое. Красносмородиновое. Белое купажное. Красное купажное
Газированные	Насыщенные CO ₂ . Содержание сахара: полусладкие 4%; сладкие 6%. Крепость 10...11 об.%. Кислотность 7,5 г/л	Из разных плодово-ягодных вин: сладкие, полусладкие и сидр

При изготовлении сортовых вин разрешается применять до 20% соков (виноматериалов), полученных из других плодов и ягод. Так, в состав вишневого сока можно вводить до 20% яблочного сока, а в состав черносмородинового – до 20% красносмородинового или яблочного сока.

Сидр представляет собой игристый напиток, производимый путем сбраживания натурального яблочного сока с добавлением сахара

или без него, с последующим насыщением диоксидом углерода. Для напитка характерны светло-янтарный цвет с зеленоватым оттенком, алкогольная крепость 5...7% и кислотность в пределах 5...8 г/л.

В зависимости от содержания остаточного сахара выделяют три основных типа сидра: сухой – с минимальным содержанием сахара; полусладкий – с концентрацией сахара около 5%; сладкий – с содержанием сахара приблизительно 10% (рис. 1.11).

Особой категорией являются ароматизированные сидры, в которые в процессе производства вносят различные вкусоароматические добавки: натуральные эфирные масла, растительные экстракты, душистые вещества и другие компоненты, обогащающие органолептический профиль напитка.

Расчет материального баланса производства сидра представлен в приложении 1. Последовательность технологических операций при производстве яблочного сидра представлена на рис. 1.12.

Биотехнология производства игристого сидра из плодового сырья включает несколько последовательных стадий: яблочный сок с начальной сахаристостью не менее 8,5% подвергают осветлению оклейкой в течение 24 часов при температуре 1...6 °С с последующей фильтрацией. Первичное брожение осуществляют с внесением 3...5% чистой культуры дрожжей при температуре 18...25 °С.

После завершения брожения виноматериал снимают с дрожжевого осадка, обрабатывают диоксидом серы и повторно оклеивают. После фильтрации и дополнительной сульфитации подготовленный материал направляют на вторичное брожение.

Для приготовления тиражной смеси соединяют виноматериал с ликером сахаристостью 70...75% (из расчета конечного содержания сахара 3%) и солями аммиака (0,3...0,4 г/дм³). Тиражную смесь фильтруют, пастеризуют при 80...85°С в течение 2 минут.

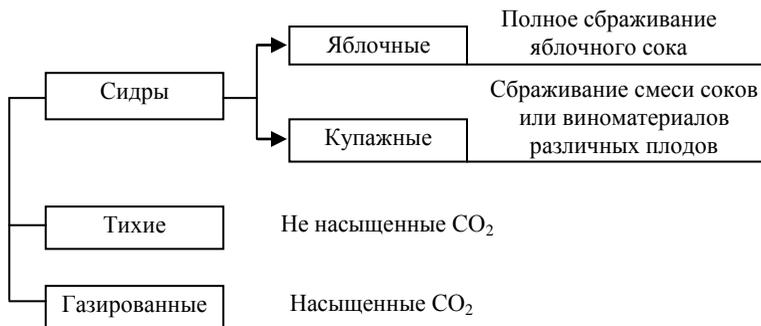


Рис. 1.11. Разновидности сидров

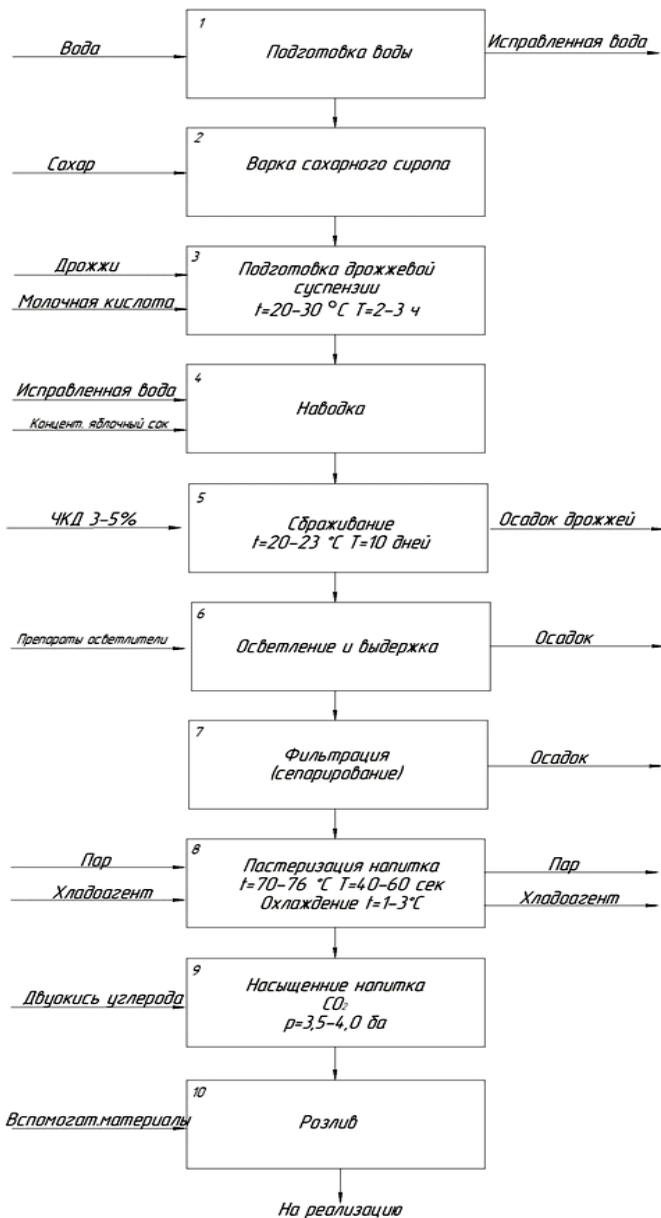


Рис. 1.12. Биотехнологическая схема производства газированного яблочного сидра

Вторичное брожение проводят в герметичных аппаратах под давлением 0,4 МПа с внесением 6...8% от объема смеси чистой культуры винных дрожжей. Естественное насыщение диоксидом углерода происходит непосредственно в процессе брожения. Готовый сухой сидр фильтруют, охлаждают до 0...–2°C и выдерживают не менее 10 часов при комнатной температуре перед окончательной фильтрацией и розливом.

Для получения полусухого и сладкого сидра охлажденный сухой игристый продукт купажируют с экспедиционным ликером, который дополнительно сульфитируют для повышения микробиологической стабильности готового напитка.

Тема 1.6. ШАМПАНСКИЕ ВИНА

Шампанское – это изысканное белое игристое вино с тонким и легким вкусом. Его технология и рецептура были разработаны во Франции. В России производят два основных вида этого напитка – «Советское» и «Российское».

«Советское» шампанское, в зависимости от способа приготовления и содержания сахара, подразделяется на несколько наименований и марок (рис. 1.13).

Уникальные свойства игристых вин, в том числе и шампанского, формируются в процессе шампанизации. Это биохимический процесс вторичного брожения в герметично закрытых сосудах, в результате которого вино насыщается диоксидом углерода (CO₂) (рис. 1.14).

Между отдельными формами CO₂ существует подвижное равновесие. Чем больше его в надвинном пространстве (т.е. чем больше давление в сосуде), тем больше накапливается в вине растворенной и связанной форм угольной кислоты и тем выше качество шампанского. С резким падением давления при вскрытии бутылки равновесие смещается, и связаный диоксид углерода переходит в раствор, а затем освобождается из него в газообразном состоянии. Из-за двух форм угольной кислоты диоксид углерода освобождается медленно, что обеспечивает продолжительное интенсивное выделение пузырьков и создает игру вина.

В процессе шампанизации в вине накапливаются продукты автолиза дрожжей, которые придают напитку высокие вкусовые качества. Необходимо полностью исключить контакт вина с воздухом. Сульфитацию проводят минимальными дозами сернистого ангидрида, а брожение осуществляют при температуре 16...18 °C с использованием чистой культуры специальных рас дрожжей.

Обработка виноматериалов для шампанского включает их подготовку к вторичному брожению. Основные цели этой обработки:

- усреднение химического состава виноматериалов;
- обогащение их веществами, способствующими формированию специфических свойств шампанского;
- удаление соединений, которые могут ухудшить вкус и прозрачность готового напитка.

Подготовка виноматериалов включает стадии, представленные на рис. 1.15.

Ассамбляж осветляют оклейкой с последующим отстаиванием (15...20 суток) и фильтрованием.

В состав купажей вводят вина одно-, двухлетней выдержки.



Рис. 1.13. Марки Советского шампанского и показатели качества

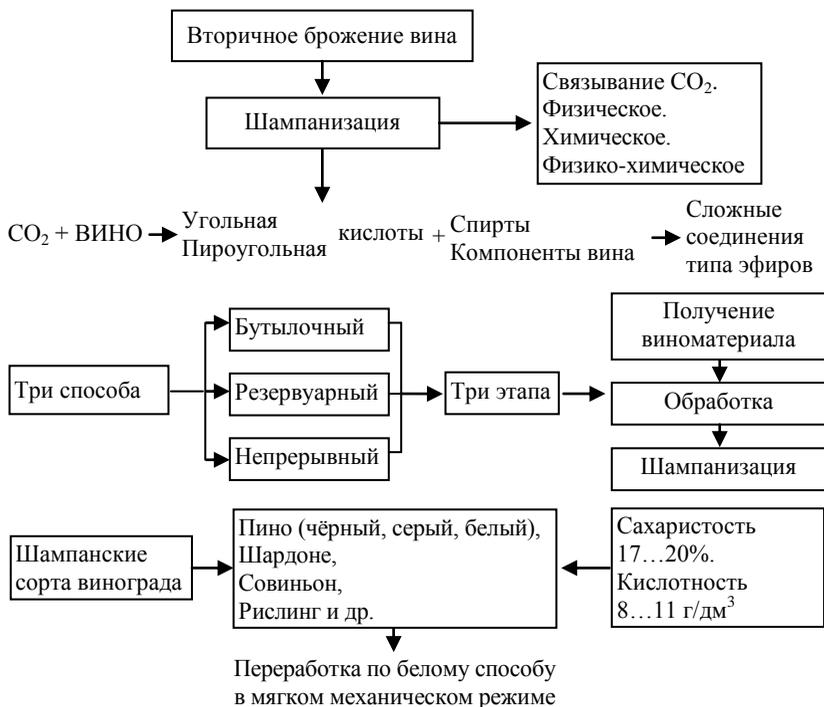


Рис. 1.14. Способы шампанизации

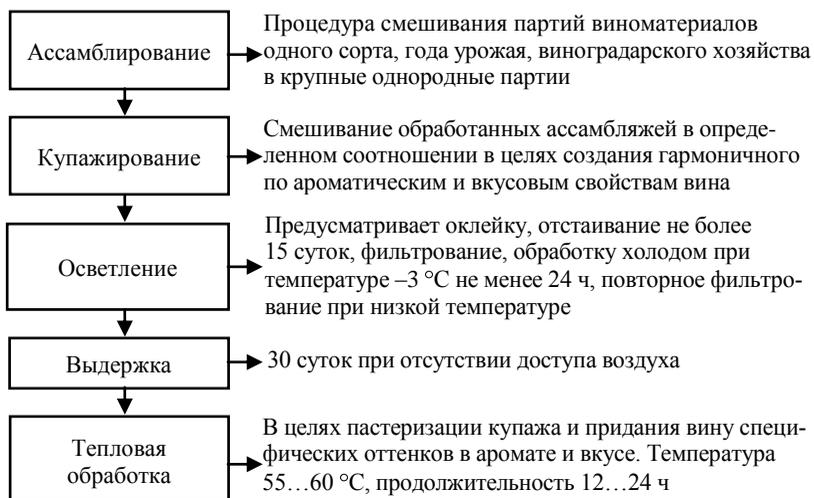


Рис. 1.15. Основные стадии подготовки виноматериалов для шампанского

Кислород воздуха негативно влияет на физико-химические и органолептические свойства вина. Для его удаления перед сбраживанием купаж подвергают биологическому обескислороживанию.

Этот процесс заключается во внесении чистой культуры дрожжей, которые потребляют растворенный кислород и в процессе автолиза обогащают вино биологически активными веществами. Обработку проводят при температуре 10...12 °С в течение 3...5 часов.

Общая продолжительность всех подготовительных операций составляет от 25 до 40 суток. После каждой из них вино дают небольшую выдержку для стабилизации химического состава.

Основной объем подготовленного купажа направляют на приготовление бродильной (тиражной) смеси, а меньшую его часть – для производства ликеров и разводки чистой культуры дрожжей.

Во всех случаях перед началом брожения в подготовленный виноматериал добавляют сахар в виде ликера (рис. 1.16).

Ликеры получают смешиванием обработанных шампанских виноматериалов и крупнокристаллического рафинированного сахаропеска. При этом содержание сахара различается в зависимости от типа ликера: в тиражном и резервуарном оно составляет 50...60%, а в экспедиционном достигает 70...80%.

Что касается методов производства, то бутыльный способ, являющийся основным во Франции, в России применяется ограниченно. Причиной этому служат длительность и трудоемкость процесса, а также высокая себестоимость продукта.

Технологическая схема приготовления шампанского бутыльным способом включает несколько последовательных стадий (рис. 1.17).

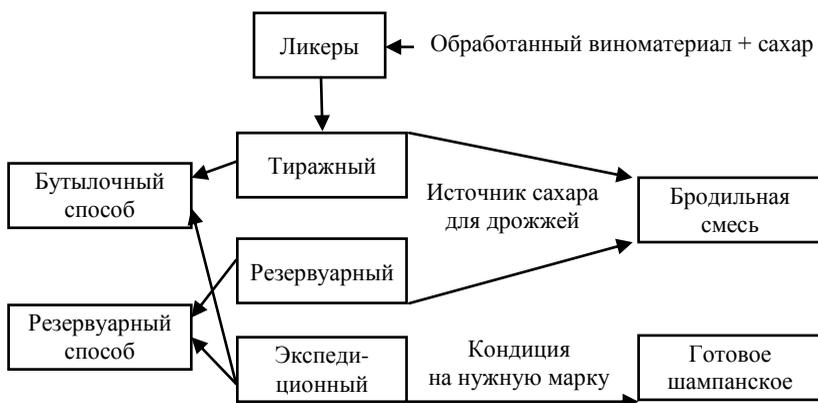


Рис. 1.16. Виды ликеров для производства шампанского

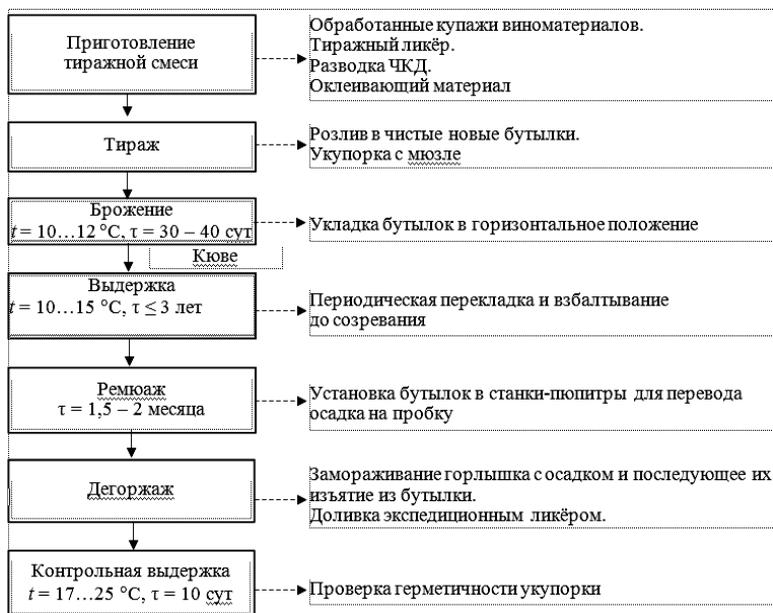


Рис. 1.17. Схема производства шампанского бутылочным способом



а)



б)

Рис. 1.18. Ремюаж

Одной из ключевых операций является ремюаж, в ходе которого угол наклона бутылок постепенно изменяют от почти горизонтального до близкого к вертикальному. Это обеспечивает медленное сползание осадка по стенке сосуда (рис. 1.18, а). Через 1,5...2 месяца осадок полностью собирается на пробке, а вино приобретает идеальную прозрачность (рис. 1.18, б).

На завершающем этапе осадок, собранный на пробку, замораживают. Для этого горлышко бутылок погружают в низкотемпературные рассольные ванны. Данный прием упрощает последующее удаление осадка и снижает потери вина. После снятия мюзле замороженный осадок выталкивают из бутылки вместе с пробкой (рис. 1.19).



Рис. 1.19. Дегоржаж

Операция требует определенного навыка, ее выполняет мастер дегоржер. Осадок при снятии пробки с небольшим количеством вина (30...40 мл) выбрасывается в металлический колпак. После вылета пробки с осадком пена обмывает внутренние и наружные стенки горлышка бутылок. На современных производствах для этой операции применяют специальное оборудование.

После завершения вторичного брожения получают шампанское марки «брют», тогда как для производства других марок – таких как «сухое» или «полусухое» – в бутылку добавляют экспедиционный ликер с последующей укупоркой пробкой с мюзле. Готовые бутылки, прошедшие контрольную выдержку, подвергаются наружной мойке и сушке, после чего их обертывают фольгой, наклеивают кольеретку, этикетку и контрэтикетку. Бутылки упаковывают в бумагу и размещают в ящики или картонные короба.

В странах СНГ основным является резервуарный способ производства шампанского, при котором вторичное брожение осуществляется в акратофорах – вертикальных цилиндрических сосудах со сферическими днищем и крышкой, оборудованных охлаждающей рубашкой. Биотехнологический процесс производства шампанского резервуарным периодическим способом состоит из последовательности технологических стадий, представленных на рис. 1.20. После их завершения готовая продукция поступает на заключительные операции, включающие мойку, отделку и упаковку.

При резервуарном непрерывном способе производства шампанского процесс шампанизации осуществляется в поточном режиме. Технологическая установка включает комплекс из 7...8 последовательно соединенных акратофоров, биогенератор с насадками, теплообменник для охлаждения виноматериала, термостатированный резервуар для выдержки охлажденного продукта и фильтрационную систему.



Рис. 1.20. Биотехнологическая схема производства шампанского резервуарным периодическим способом

Общая биотехнологическая схема производства шампанского непрерывным резервуарным способом, представленная на рис. 1.21. После завершения контрольной выдержки бутылки с готовой продукцией направляются на этапы отделки и упаковки.

Параллельно с классическим шампанским производятся игристые вина других типов, отличающиеся характером цвета, букета и вкусовых характеристик.



Рис. 1.21. Биотехнологическая схема получения шампанского резервуарным непрерывным способом

Биотехнология их изготовления в целом повторяет основные стадии производства шампанского, однако имеет особенности в подготовке и обработке виноматериалов.

Для производства игристых вин применяют как специализированные, так и универсальные сорта винограда, перерабатываемые по белой или красной технологии. Белые игристые вина изготавливаются исключительно из сухих белых виноматериалов, тогда как для розовых и красных используют от одного до трех видов виноматериалов с различной сахаристостью. После приготовления виноматериалы направляются на дальнейшую обработку и шампанизацию.

Шипучие вина производятся методом искусственного насыщения вина диоксидом углерода под давлением. Особенностью таких вин является меньшее содержание связанного CO_2 по сравнению с шампанским и игристыми винами. В их структуре присутствуют лишь две формы диоксида углерода, находящиеся в подвижном равновесии: газообразная и растворенная. Это объясняет менее выраженные игристые свойства – более крупные пузырьки газа и кратковременность «игры» вина. Биотехнологический процесс производства газированных вин включает три основных этапа: приготовление и обработку купажей, сатурацию вина и его розлив.

Купаж формируется путем смешивания обработанных виноматериалов с сахаросодержащим компонентом, в качестве которого обычно выступает сахарный сироп или концентрированное виноградное сусло.

Обработка купажа представляет собой многостадийный процесс, включающий охлаждение до температуры $-2...-3$ °С для предотвращения вторичного брожения, тепловую обработку при $55...65$ °С (при необходимости), оклейку и фильтрацию. Подготовленный купаж поступает на сатурацию – насыщение диоксидом углерода, которое осуществляется в сатураторах при температуре $-2...-4$ °С и давлении $0,3...0,35$ МПа с использованием методов распыления или барботирования. Фасование готовой продукции проводится по аналогии с розливом игристых вин.

Тема 1.7. БОЛЕЗНИ И ПОРОКИ ВИН

Болезни вин в большинстве случаев обусловлены развитием патогенной микрофлоры – бактерий и дрожжей. Наиболее уязвимыми оказываются вина с пониженной крепостью и недостаточной кислотностью. Восстановить органолептические и физико-химические показатели пораженного вина до первоначального состояния практически невозможно, что подчеркивает важность строгого соблюдения профилактических мер.

К наиболее серьезным заболеваниям относится уксуснокислое скисание, вызываемое уксуснокислыми бактериями, и молочнокислое скисание, провоцируемое бактериями рода *Lactobacillus*. Оба типа микроорганизмов демонстрируют высокую адаптацию к технологическим условиям виноделия. Менее опасной, но широко распространенной является цвель вина, образующаяся в результате активности пленчатых дрожжей.

Реже в современном виноделии встречаются такие заболевания, как ожирение вина, прогоркание и маннитное брожение, характеризующееся распадом винной кислоты и глицерина. Основные характеристики некоторых заболеваний вин представлены в табл. 1.3.

В таблице 1.4 представлены морфолого-физиологические особенности основных родов и видов микроорганизмов, вызывающих порчу вина.

Пороки вина классифицируются на химические, физико-химические и биохимические в зависимости от природы их происхождения. Химические пороки возникают вследствие повышенной концентрации неорганических элементов – железа, меди, алюминия, цинка, никеля или олова, образуя так называемые «кассы».

Наиболее распространены железный и медный кассы, тогда как алюминиевый, цинковый, никелевый и оловянный встречаются реже. Для предотвращения этих нарушений необходимо исключить контакт сула и вина с солями тяжелых металлов на всех этапах производства, проводить брожение без добавления фосфатов и строго соблюдать технологические регламенты.

К биохимическим порокам относится оксидазный касс, который развивается под воздействием окислительных ферментов на полифенольные соединения вина. Это приводит к изменению цвета: красные вина приобретают коричневый оттенок и образуют темно-бурый осадок, а белые – темнеют, проявляя различную интенсивность коричневой окраски.

Со временем вино может осветлиться, но на поверхности появляется металлический отблеск. Органолептические свойства ухудшаются из-за выраженных окисленных тонов и потери свежести букета. Дефект возникает в винах обоих типов при длительном контакте с кислородом воздуха.

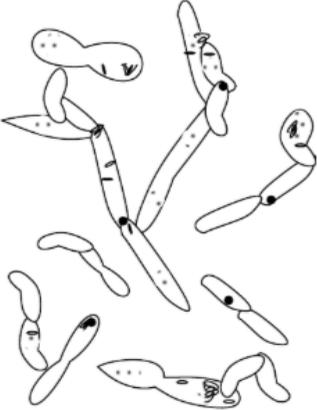
Посторонние вещества, случайно попадающие в вино на различных этапах производства, способны вызывать устойчивые дефекты вкуса и аромата, устранение которых представляет значительные технологические трудности. Источниками таких загрязнений могут быть исходное сырье (виноград), вспомогательные материалы, а также производственное оборудование и тара.

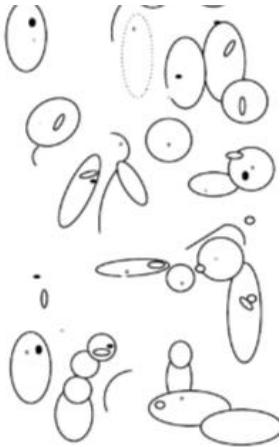
1.3. Болезни вин

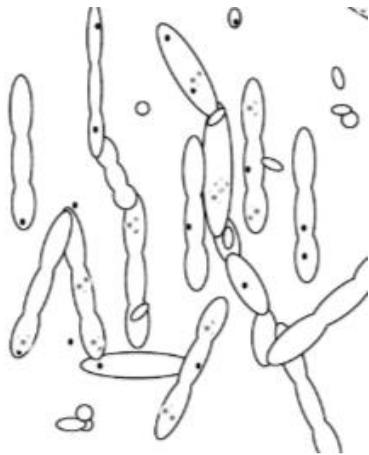
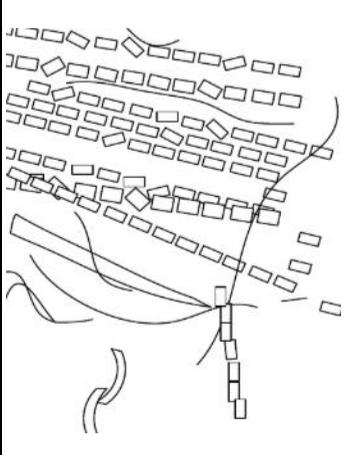
Название	Причина	Признаки	Профилактика
Цвель вина (винная плесень)	Развитие плесчатых дрожжей <i>Candida</i> , <i>Mucoderma</i> , <i>Hansenula</i> , <i>Pichia</i> и др. Доступ кислорода	Появление на поверхности вина серовато-белой пленки толщиной 1...2 мм, помутнение, превращение в водянистую жидкость без спирта	Своевременно доливать емкостью здоровым чистым виноматериалом; систематически проводить микробиологический и техникохимический контроль на производстве; повышать гигиеничность винодельческого производства; использовать для приготовления столовых вин технологии, обеспечивающие пониженное содержание в них растворенного кислорода
Уксусное скисание	Развитие уксуснокислых бактерий <i>Acetobacter</i> . Высокая температура, свободный доступ воздуха, малое содержание спирта в вине и пониженная кислотность	Появление в вине запаха и вкуса уксусной кислоты и ее эфиров	Тщательная сортировка винограда, сульфитация сула и мезги, брожение при пониженных температурах, хранение в полных емкостях с поддержанием SO ₂ 20...30 мг/л; строго соблюдать санитарный режим на производстве
Молочнокислое брожение (скисание)	Развитие в молодом вине молочнокислых бактерий, разлагающих яблочную кислоту	Помутнение, потеря блеска, сладковато-кислый вкус молочной сыворотки, запах квашеной капусты	Хранение вина при надлежащей температуре, подкисление лимонной кислотой низкокислотных вин, своевременное снятие с дрожжевого осадка
Маннитное брожение	Развитие гетероферментативных молочнокислых бактерий <i>Bacterium mannitorosum</i>	Развитие гетероферментативных молочнокислых бактерий <i>Bacterium mannitorosum</i>	Стандартные профилактические меры, аналогичные другим заболеваниям

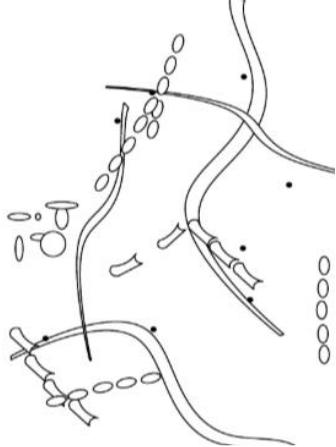
Название	Причина	Признаки	Профилактика
Турн	Развитие бактерий <i>Bacterium tartarophilum</i>	Разложение винной кислоты и глицерина, помутнение, ухудшение аромата (появление сильного запаха этилуксусного эфира) и вкуса, изменение цвета (красные вина превращаются в желто-бурые)	Меры, аналогичные профилактике молочнокислого брожения
Прогоркание	Развитие микроорганизма <i>Bacterium atrogassulus</i>	Потеря блеска, помутнение, грязно-бурый цвет, неприятный вкус и запах летучих кислот, образование осадка	Стерильный розлив, стандартные профилактические меры
Мышиный тон	«Грязное» виноделие. Данные об участии отдельных видов бактерий и дрожжей в образовании мышиного тона противоречивы	Специфичный неприятный привкус и запах мышиных экскрементов	Своевременное использование диоксида серы, тщательная мойка плодов, микробиологический контроль на всех стадиях производства
Металлические кассы	Повышенные концентрации солей тяжелых металлов	Изменение внешнего вида, вкуса и букета вина	Стандартные профилактические меры
Ожирение (ослизнение, тягучесть, вязкость)	Симбиоз уксуснокислых и молочнокислых бактерий с пленчатými дрожжами	Потеря подвижности, вязкость, плоский вкус при сохранении аромата	Стандартные профилактические меры

1.4. Микроорганизмы, вызывающие болезни вин

Рода и виды	Внешний вид	Краткая морфология и описание
<p><i>Candida muscoderma</i></p>		<p>Относится к дрожжам, является основным возбудителем цвели вина. Клетки характеризуются выраженным полиморфизмом – встречаются овальные, цилиндрические и удлиненные формы размером от 4,3 до 18 мкм в длину и от 1,7 до 4 мкм в ширину, содержащие 1...2 липидные гранулы с биполярным расположением и выраженной светопреломляющей способностью. Для микроорганизма характерно образование псевдомицелия, а в отдельных случаях возможно формирование истинного мицелия.</p> <p>Метаболические процессы у данного возбудителя протекают преимущественно по окислительному пути. Микроорганизм способен к глубинному росту в жидкой среде с одновременным образованием на поверхности колонии в виде кольца или сухой морщинистой пленки бело-желтого цвета, которая со временем частично осаждается на дно емкости. Важной физиологической особенностью является неспособность к брожению сахаров при сохранении активной ассимиляции глюкозы и этанола</p>

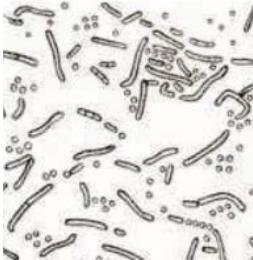
Рода и виды	Внешний вид	Краткая морфология и описание
Hansenula anomala		<p>Дрожжи характеризуются клетками овальной и цилиндрической формы размером от 4,5 до 20 мкм в длину и от 2,5 до 6 мкм в ширину. Клетки содержат крупные вакуоли и липидные включения с выраженной светопреломляющей способностью. Для данного вида характерно образование аскоспор с уникальной шляповидной морфологией.</p> <p>Микробиологические особенности включают способность к брожению виноградного сусле с накоплением этанола до концентрации 4...5% об. При развитии на поверхности вина дрожжи формируют характерную сухую матовую пленку серовато-белого цвета, обладающую тенденцией к распространению по стенкам емкости.</p> <p>Особую значимость представляет выраженная эфиробразующая активность данного микроорганизма. В процессе метаболизма продуцируются летучие эфиры, преимущественно уксусно-этиловый, которые придают вину атипичный ароматический профиль. При этом образование летучих кислот в ходе развития дрожжей остается незначительным</p>

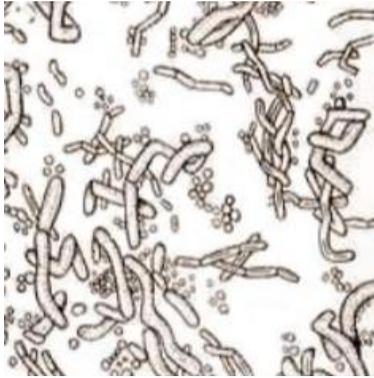
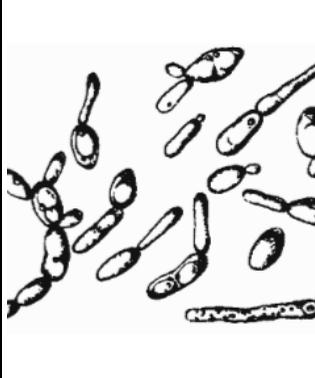
<p><i>Pichia</i> <i>alcoholophila</i></p>		<p>Дрожжи обладают клетками овальной и эллипсоидной формы размером от 3,5 до 7,2 мкм в длину и от 3,4 до 5 мкм в ширину. В отдельных случаях наблюдаются палочковидные морфотипы длиной до 25 мкм. Микроорганизм способен к спорообразованию.</p> <p>Физиологической особенностью данного вида является отсутствие бродильной активности. Утилизация сахаров происходит исключительно через окислительный метаболизм, однако основной рост осуществляется за счет окисления спиртов и органических кислот.</p> <p>Патогенный потенциал: помимо вызывания цвели вина, дрожжи способны провоцировать помутнение столовых вин в бутылках при условии доступа кислорода во время розлива</p>
<p><i>Acetobacter</i> <i>aceti</i></p>		<p>Бактерии представляют собой короткие толстые палочки длиной 0,3...2,0 мкм и шириной 0,4...1,2 мкм с характерной перетяжкой в центральной части. Наблюдается полиморфизм клеток: встречаются округлые, укороченные и яйцевидные формы. Микроорганизмы располагаются одиночно, парами или образуют короткие цепочки.</p>

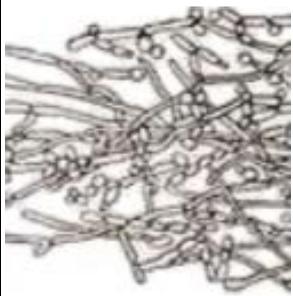
Рода и виды	Внешний вид	Краткая морфология и описание
Acetobacter aceti		<p>Культура формирует нежную рыхлую слизистую пленку, склонную к осаждению с последующим помутнением вина. Физиологические особенности включают развитие в средах с содержанием этанола до 9,5...12% об. с образованием 6,5...7% уксусной кислоты и эфиров. Штамм не способен к переокислению уксусной кислоты.</p> <p>Температурный оптимум роста составляет 28...33 °С при минимальном пороге развития 10 °С</p>
Acetobacter xylinum		<p>Бактерии представляют собой палочковидные клетки размером от 0,8 до 1,0 мкм в ширину и от 2,0 до 2,5 мкм в длину. Наряду с типичными формами встречаются нитевидные варианты, часто имеющие спиралевидную конфигурацию или неправильные изгибы.</p> <p>На поверхности вина микроорганизмы формируют характерную студенисто-слизистую пленку, которая по мере старения приобретает плотную хрящевидную структуру. При осаждении эта пленка образует слизистый осадок, известный как «уксусная матка».</p>

		<p>Физиологические особенности вида включают развитие в винах с содержанием этанола не более 7...8% об. и способность к образованию до 4,5% уксусной кислоты с последующим ее окислением до диоксида углерода и воды. Оптимальный температурный режим роста составляет 35...37 °С. Важной характеристикой метаболизма является образование побочных продуктов окисления спирта, обладающих неприятным запахом</p>
<p>Acetobacter Kutzingianum</p>		<p>Уксуснокислые бактерии представляют собой грамотрицательные бесспорные палочки размером 0,6...4,0 мкм. Будучи строгими аэробами, они не образуют капсул, но способны соединяться в протяженные нитевидные структуры. Характерной особенностью слизистобразующих видов является формирование поверхностных пленок различной консистенции – от тонких до многослойных и слизистых образований</p>

Рода и виды	Внешний вид	Краткая морфология и описание
Acetobacter Pasterianum		<p>Микроорганизмы проявляют устойчивость к кислотности в диапазоне pH 4...6. Оптимальная температура роста составляет около 30 °С</p>
Lactobacillus brevis		<p>Грамположительная палочковидная бактерия относится к гетероферментативным молочнокислым микроорганизмам. Морфологически представлена короткими и длинными палочками размером от 0,7...1,1 до 3,0...8,0 мкм, которые располагаются одиночно или формируют цепочки.</p> <p>Особенностью метаболизма является гетероферментативное брожение, в ходе которого сахара расщепляются в равных пропорциях: 50% преобразуется в молочную кислоту, а остальные 50% – в этиловый спирт, глицерин и диоксид углерода.</p> <p>Бактерия обладает высокой выживаемостью, но крайне чувствительна к содержанию диоксида серы</p>

<p>Bacterium mannitorosum</p>		<p>Бактерии являются возбудителями маннитного брожения в вине. Будучи факультативными анаэробами, они способны развиваться как в присутствии кислорода, так и без доступа воздуха, что отличает их от уксуснокислых бактерий. Метаболической особенностью микроорганизмов является усвоение фруктозы с образованием значительных количеств шестиятомного спирта маннита и уксусной кислоты.</p> <p>Бактерии демонстрируют активный рост в виноградном сусле и вине при благоприятных условиях. Температурный оптимум их развития составляет 25...30 °С, однако они сохраняют жизнеспособность и при 36 °С и выше</p>
<p>Bacterium tartarophilum</p>		<p>Микроорганизм представляет собой неподвижные палочковидные бактерии с толщиной клеток 0,8...1,0 мкм. Будучи факультативным анаэробом, демонстрирует сложный метаболизм, включающий несколько параллельных процессов: разложение винной кислоты и ее солей на уксусную кислоту и диоксид углерода, расщепление глицерина с образованием уксусной, пропионовой и молочной кислот, а также восстановление фруктозы до маннита.</p> <p>Особую значимость имеет способность к интенсивной деградациии яблочной кислоты, что приводит к развитию специфического заболевания вина.</p>

Рода и виды	Внешний вид	Краткая морфология и описание
<p><i>Bacterium</i> <i>amogassylus</i></p>		<p>Спорообразующие аэробные палочки длиной 0,75 и шириной 2...8 мкм. Эти бактерии способны разлагать глицерин с образованием горького вещества акролеина, который придает вину характерный горький привкус и вызывает его прогоркание</p>
<p><i>Brettanomyces</i></p>		<p>Дрожжи отличаются полиморфной структурой: встречаются овальные клетки со стрелчато-заостренными концами, удлиненные и палочковидные формы, часто объединенные в группы. Характерно двустороннее или множественное почкование при медленной скорости размножения. На поверхности вина формируется тонкая серовато-белая пленка, а на сусло-агаре образуются блестящие кремовые колонии с разветвленным псевдомицелием</p>

<p>Микроорганизмы проявляют выраженный антагонизм, подавляя развитие дрожжей-сахаромицетов на всех этапах виноделия – от брожения сусле до шампанизации. Их участие в брожении шампанских виноматериалов приводит к технологическим осложнениям, включая затрудненное осветление и формирование нестабильного осадка.</p> <p>Метаболический профиль характеризуется продукцией 11...12% об. этанола и интенсивным кислотообразованием. В процессе жизнедеятельности синтезируются летучие и нелетучие кислоты, сообщающие вину устойчивый аромат уксусно-этилового эфира и уксусного амида. Оптимальная температура развития составляет 31...32 °С с полным прекращением роста ниже 12 °С. Важной особенностью является высокая устойчивость к сорбиновой кислоте</p>		
<p>Микроорганизм относится к роду <i>Candida</i>, который объединяет грибы, не имеющие стадии спорообразования. Для большинства представителей рода характерно дрожжеподобное размножение путем почкования. В результате метаболической деятельности эти микроорганизмы придают вину специфический дефект – так называемый «мышиный» тон, сопровождающийся характерным запахом и помутнением продукта</p>		<p>Monilia</p>

Контрольные вопросы

1. Опишите биохимические основы спиртового брожения как ключевого процесса виноделия, включая характеристику основных и побочных продуктов, а также количественные закономерности основного уравнения брожения.

2. Проанализируйте сырьевую базу современного виноделия, выделив основные критерии качества и классификационные признаки используемого сырья.

3. Сформулируйте основные технологические требования к винным дрожжам и обоснуйте критерии их отбора для различных типов вин.

4. Раскройте цель и детализируйте технологическую процедуру оклейки виноматериалов, отметив ключевые параметры процесса.

5. Охарактеризуйте биотехнологические особенности производства белых натуральных вин.

6. Охарактеризуйте биотехнологические особенности производства красных натуральных вин.

7. Дайте сравнительную характеристику крепким и десертным винам типа мадеры, портвейна, муската, хереса и кагора по технологическим и органолептическим параметрам.

8. Проанализируйте современные способы производства шампанских и игристых вин, раскрыв технологическую сущность каждого метода.

9. Выделите ключевые особенности биотехнологического процесса производства игристых вин на различных стадиях изготовления.

10. Охарактеризуйте биотехнологические особенности производства плодово-ягодных вин.

11. Перечислите основные заболевания вин и причины их возникновения.

РАЗДЕЛ 2

БИОТЕХНОЛОГИЯ КРЕПКИХ АЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Тема 2.1. БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БРЕНДИ

Тема 2.1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ БРЕНДИ

Бренди – крепкий алкогольный напиток (40...60% об.), представляющий собой обобщенное название напитков из спиртов, полученных путем дистилляции виноградных, фруктовых или ягодных виноматериалов.

С технологической точки зрения бренди представляет собой дистиллированный спирт, выдержанный в дубовых бочках (или при контакте с древесиной дуба). Для корректировки вкуса и цвета при купаже допускается использование лишь ограниченного числа компонентов: умягченной или дистиллированной воды, сахара и карамельного колера. Соответствие этим критериям дает право официально классифицировать напиток как «бренди».

Основные технологические разновидности бренди представлены на рис. 2.1.

Существует множество национальных вариаций бренди, отличающихся сырьевой базой, методами перегонки и технологией выдержки. В отдельных случаях, когда в названии напитка указан используемый фрукт (например, Cherry Brandy, Apricot Brandy), термин «бренди» может выступать синонимом понятия «ликер».

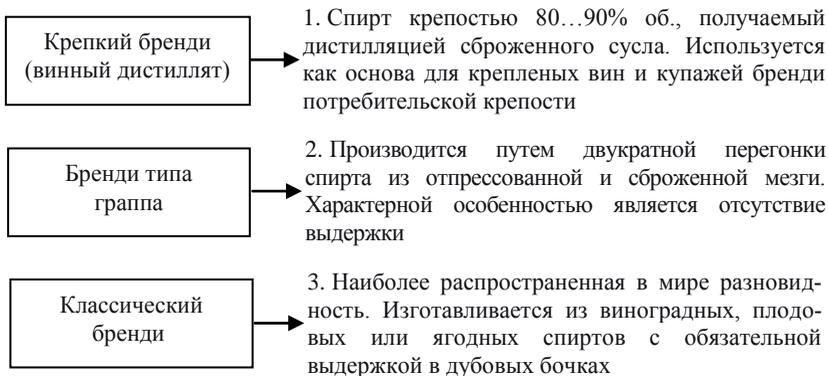


Рис. 2.1. Три основные технологические разновидности бренди

Мировой ассортимент плодовых бренди отличается значительным разнообразием, где каждый вид напитка получает уникальное национальное название в зависимости от используемого сырья, технологии производства и региона происхождения:

- Сливовица, производимая в Болгарии, Венгрии и Румынии из слив;

- Кальвадос – французский бренди из яблок и груш;

- Итальянская граппа, Французский марк и Грузинская чача, изготавливаемые из виноградных выжимок;

- Армянский арцах из плодов тутовника и кизила;

- Болгарская ракия из слив, винограда и плодовых выжимок;

- Вильямс – грушевый бренди, производимый в ряде стран мира;

- Киш – вишневый бренди Германии, Австрии и Швейцарии;

- Алжирская бука из инжира;

- Французские бренди брюно из чернослива и лис из виноградного осадка;

- южноафриканский мампоэр из плодов марулы.

Среди виноградных бренди выделяется несколько известных типов, каждый из которых обладает уникальными технологическими особенностями и территориальной принадлежностью:

Коньяк – элитный напиток, производимый во французском департаменте Шаранта. Его создание предполагает двукратную фракционную дистилляцию в традиционных шарантских перегонных кубах с последующей обязательной выдержкой в бочках из лимузенского дуба.

Арманьяк – гасконский бренди, отличающийся технологией производства: однократная продолжительная перегонки в медных дистилляторах и выдержка в бочках из местного или лимузенского дуба.

Хересный бренди (шерри-бренди) – популярный испанский крепкий напиток, производимый на юге страны и обладающий характерным вкусоароматическим профилем.

Писко – крепкий алкогольный напиток Чили и Перу, изготавливаемый дистилляцией виноматериалов из мускатных сортов винограда. Особенностью писко является отсутствие выдержки перед розливом.

Бренди «Метакса» – греческий бренди. Технология предполагает купажирование виноградных дистиллятов с мускатными виноматериалами и настоями ароматических трав и специй.

Международные виноградные бренди – производятся в различных странах (Северная Америка, Южная Африка, Мексика, Китай и др.) по коньячной технологии: двойная дистилляция в медных кубах с последующей выдержкой в дубовых бочках не менее трех лет.

Российские бренды и напитки других республик постсоветского пространства, изготавливаемые по технологии, приближенной к коньячной, но имеющие свои региональные особенности.

Тема 2.1.2. ПРОИЗВОДСТВО КОНЬЯКА

Коньяком называют крепкий алкогольный напиток, обладающий характерным букетом и вкусом. Его состав включает коньячный спирт с минимальной выдержкой три года, сахарный сироп и колер.

Классификация коньяков основана на сроках выдержки коньячных спиртов (рис. 2.2). Маркировка коньяков звездами соответствует среднему возрасту выдержки спиртов. Коллекционные сорта проходят дополнительную выдержку в дубовых бочках или бутах продолжительностью от трех лет, которая не включает период послекупажного отдыха.

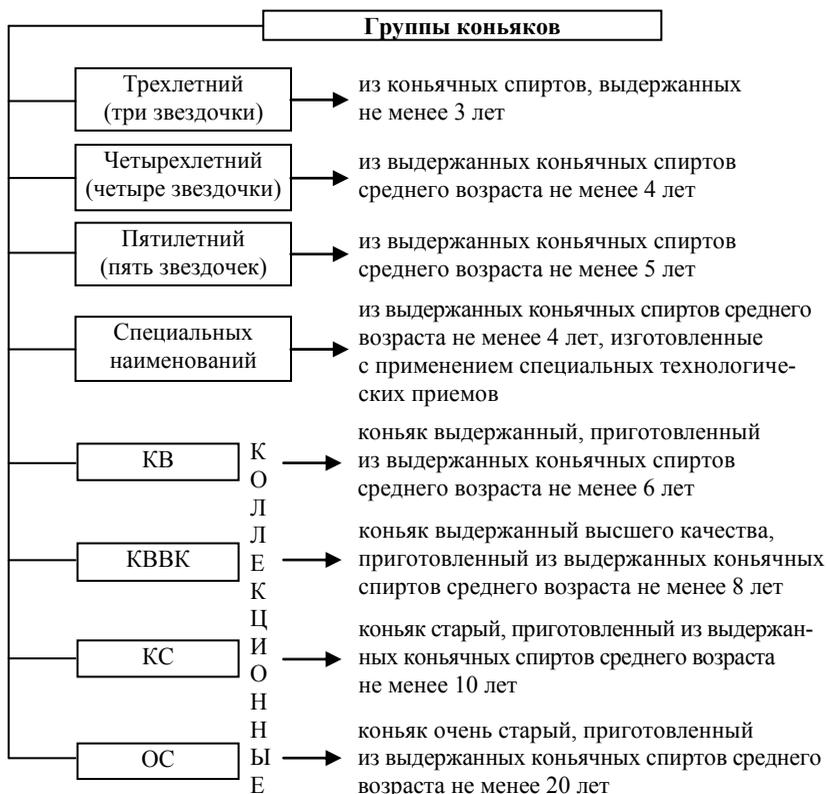


Рис. 2.2. Классификация коньяков

Производство коньяка осуществляется на основе коньячного спирта с выдержкой не менее трех лет с добавлением сахарного песка или рафинада, питьевой воды, пищевой лимонной кислоты, колера и дубового экстракта.

Для получения коньячных виноматериалов применяют высокоурожайные сорта винограда любого цвета, но лишенные выраженного аромата и интенсивной окраски. Сырье должно соответствовать следующим требованиям: массовая концентрация сахаров – не менее 140 г/дм³, титруемых кислот – не менее 6 г/дм³. Виноградные гроздья и ягоды должны быть абсолютно здоровыми, без признаков плесени, поскольку плесневые тона передаются через виноматериал в коньячный спирт, существенно ухудшая его качество.

Наивысшие органолептические характеристики демонстрируют коньяки, произведенные из белых и розовых сортов винограда. Оптимальными для коньячного производства считаются сорта с цветочным ароматом (Сильванер, Ркацители) или нейтральными тонами (Фоль бланш, Кахет).

Технология предусматривает получение легких виноматериалов с повышенной кислотностью и крепостью 8...11% об. Для предотвращения попадания дубильных веществ в сусло переработка ведется по белой технологии с определенными модификациями, исключая применение методов, характерных для производства красных вин.

Получение коньячных спиртов высокого качества напрямую связано с использованием виноматериалов, обогащенных азотистыми веществами. Для достижения этого рекомендована выдержка коньячных виноматериалов на дрожжевых осадках продолжительностью 2...3 месяца при условии строгого микробиологического контроля.

Биотехнологический процесс требует обязательного осветления сусла перед брожением методами холодного отстаивания или центрифугирования. После 6...8 часов отстаивания при температуре 10...12 °С без применения диоксида серы либо 12...15 часов без охлаждения, осветленное виноградное сусло направляют на брожение. Процесс брожения осуществляют без использования диоксида серы периодическим методом в резервуарах различной емкости либо непрерывным способом в системах непрерывного брожения разных модификаций.

В процессе брожения требуется строгий контроль температуры сусла, которая не должна превышать 25°С. Превышение данного температурного порога приводит к существенной утрате сортовых ароматических характеристик и неполному сбраживанию сахаров. Наличие недоброда в коньячных виноматериалах технологически недопустимо,

поскольку в условиях отсутствия сернистого ангидрида создается риск развития микробиологической порчи.

Использование высокомолекулярных флокулянтов обеспечивает эффективное осаждение взвесей в сусле без применения диоксида серы. Данная методика позволяет направлять коньячный виноматериал на дистилляцию без предварительного отделения дрожжевой биомассы (допустимое содержание дрожжевого остатка – до 2%).

Качество коньячного виноматериала должно соответствовать установленным физико-химическим параметрам, представленным в табл. 2.1.

Для обеспечения сохранности качества коньячного спирта виноматериал необходимо хранить в анаэробных условиях при pH 2,7...3,0. В случае превышения указанного значения pH виноматериал подкисляют ортофосфорной кислотой непосредственно перед помещением в резервуар для хранения.

Ключевыми этапами производства коньяка являются: получение коньячных виноматериалов, перегонка виноматериалов на коньячный спирт, выдержка спиртов, купажирование, финальная обработка и розлив готового напитка (рис. 2.3).

Производство коньячных спиртов осуществляется на установках двух типов: периодического и непрерывного действия. Периодический метод, несмотря на меньшую степень очистки от примесей, является предпочтительным, так как позволяет получать более ароматный спирт. В свою очередь, непрерывная перегонка, хотя и обеспечивает лучшую очистку, приводит к получению спирта более низкого качества.

2.1. Требования к коньячным виноматериалам

Показатель	Значение
Содержание спирта, об.%	Не менее 8
Титруемая кислотность, г/дм ³	Не ниже 4,5
Содержание летучих кислот, г/дм ³	Не более 1,3
Содержание общей сернистой кислоты, мг/дм ³	Не более 15
Цвет	От светло-соломенного до бледно-розового
Запах	Соответствует, без постороннего запаха и привкуса

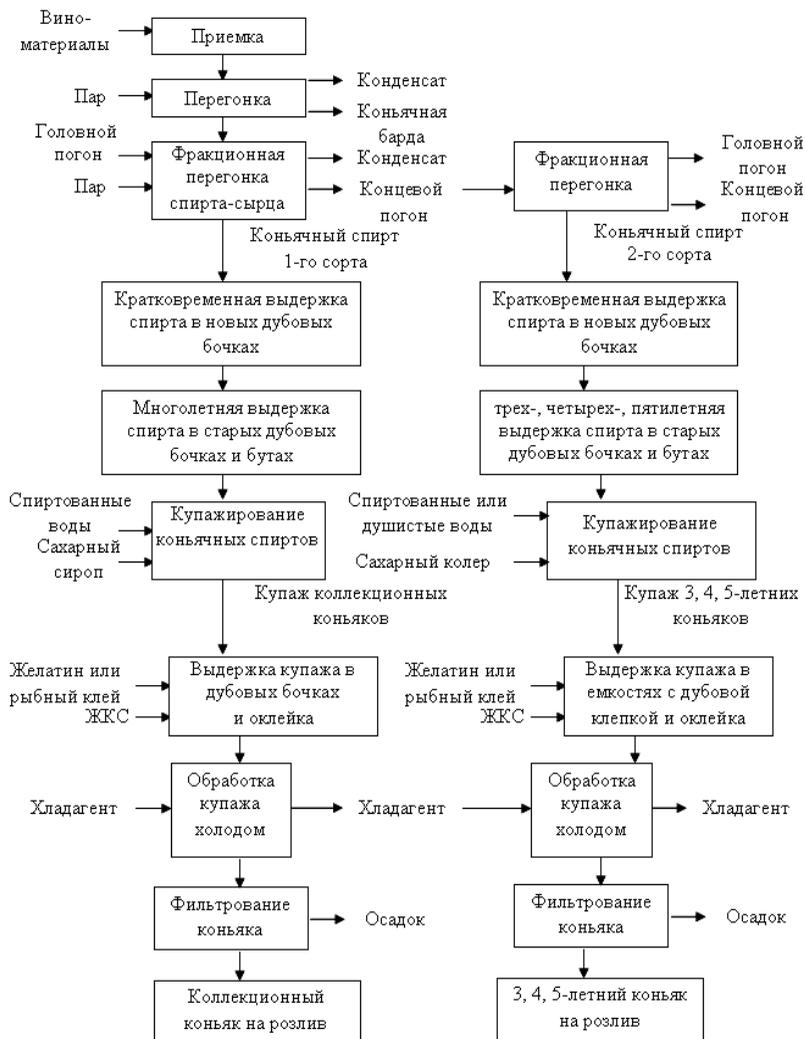


Рис. 2.3. Технологическая схема производства коньяка

Технологический процесс на аппаратах периодического действия включает несколько этапов. Сначала виноматериал подвергают простой перегонке, в результате которой получают спирт-сырец крепостью 27...33% об. и коньячную барду. На завершающей стадии этого процесса отбирают душистые воды.

Затем спирт-сырец проходит фракционную перегонку, разделяясь на три составляющие. Головная фракция отправляется на ректификацию, а средняя – представляет собой коньячный спирт 1-го сорта, используемый для создания марочных коньяков высших категорий («КВ», «КВВК», «КС», «ОС»).

Концевая фракция направляется на повторную перегонку, которая также дает три фракции. Из них головная и концевая вновь идут на ректификацию, а средний погон – коньячный спирт 2-го сорта – применяется для производства выдержанных ординарных коньяков (трех-, четырех- и пятилетних).

Применение установок непрерывного действия для перегонки коньячных виноматериалов позволяет выделить четыре целевые фракции:

1. Головная фракция, насыщенная эфирными соединениями и альдегидами, направляется на дальнейшую ректификацию.

2. Средняя фракция представляет собой коньячный спирт, отличающийся высокой степенью очистки, но менее выраженным ароматом. В связи с этим его используют исключительно после купажирования со старыми коньячными спиртами или душистыми водами.

3. Концевая фракция, основным компонентом которой является сивушное масло.

4. Душистые воды.

Полученные молодые коньячные спирты характеризуются высокой крепостью (62...70% об.), отсутствием цвета, слабым ароматом и резким вкусом. Для формирования требуемых органолептических свойств их подвергают выдержке. Технология предусматривает использование дубовых бочек или эмалированных емкостей, содержащих древесину дуба в виде брусков или стружки.

Главная задача выдержки – обеспечение преобразования спирта: он приобретает насыщенный цвет, утонченный букет и мягкий, сбалансированный вкус.

Дубовая клепка обогащает спирт фенольными соединениями, которые, окисляясь кислородом воздуха, образуют устойчивые окрашенные пигменты. Параллельно протекают реакции окисления: спирты преобразуются в альдегиды, а затем в кислоты. Взаимодействие этих кислот со спиртами приводит к образованию сложных эфиров, ответственных за фруктовые тона в аромате.

Важнейшую роль в создании характерного букета играет распад лигнина – компонента древесины. Этот процесс приводит к образованию ванилина, а также сиреневого и коричневого альдегидов. Совокупность всех указанных реакций придает коньяку тонкий, многогранный аромат и мягкий, бархатистый вкус.

В ходе выдержки коньячных спиртов наблюдается существенное уменьшение объема из-за естественного испарения. Спирты, поставленные на созревание с исходной крепостью приблизительно 68% об., последовательно снижают концентрацию: спустя 5 лет она падает до 60% об., а через 10 лет – до 55% об. Выдержку в бочках завершают при достижении крепости 50% об., после чего напиток переливают в герметичные стеклянные сосуды (буты) для дальнейшего хранения перед составлением купажей.

Технология выдержки предполагает строгое поддержание параметров: процесс ведут в сухих наземных хранилищах при температуре 15...25°C и относительной влажности воздуха 75...85%. На первом этапе (продолжительностью около года) спирты выдерживают в специально обработанных новых дубовых бочках, заполненных не полностью. Это создает условия для активного контакта с кислородом и интенсификации окислительных процессов. Затем спирт перемещают в старые бочки или большие эмалированные резервуары. При использовании последних для воссоздания условий традиционной бочковой выдержки в резервуары помещают дубовую клепку или стружку и организуют контролируемую подачу кислорода. Весь цикл выдержки коньячного спирта в бочках подразделяется на три последовательные стадии (рис. 2.4).

На начальном этапе выдержки коньячный спирт помещают в новые, специально подготовленные бочки объемом 300...500 литров, которые заполняют на 98% от их вместимости. Предварительная обработка бочек включает двукратное замачивание в холодной воде со сменой жидкости каждые 3...4 суток, последующую обработку перегретым паром и окончательное ополаскивание холодной водой. Спустя 3...4 месяца, когда спирт приобретает устойчивый светло-золотистый оттенок, его переводят в старые бочки для продолжительной выдержки.

Ключевыми технологическими операциями в производстве коньяка являются купажирование, оклейка, обработка холодом и фильтрация. Купажирование занимает особое место, поскольку именно от этой процедуры зависят органолептические характеристики готового напитка (рис. 2.5).

Для создания ординарных коньяков (3...5 звезд) применяют полный набор компонентов купажа. В то время как для коллекционных образцов используются исключительно спиртованные воды и сахарный сироп.

Следует отметить, что полученный после купажирования продукт представляет собой полуфабрикат. Для его осветления и смягчения вкусовых характеристик проводят оклейку. После осветления напиток направляют на стабилизацию и «отдых», продолжительность которого определяется категорией коньяка.

Обработка холодом при температуре $-8...-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 5...10 суток перед розливом обеспечивает стабильность продукта при хранении. После этой процедуры коньяк фильтруют и отправляют на розлив.

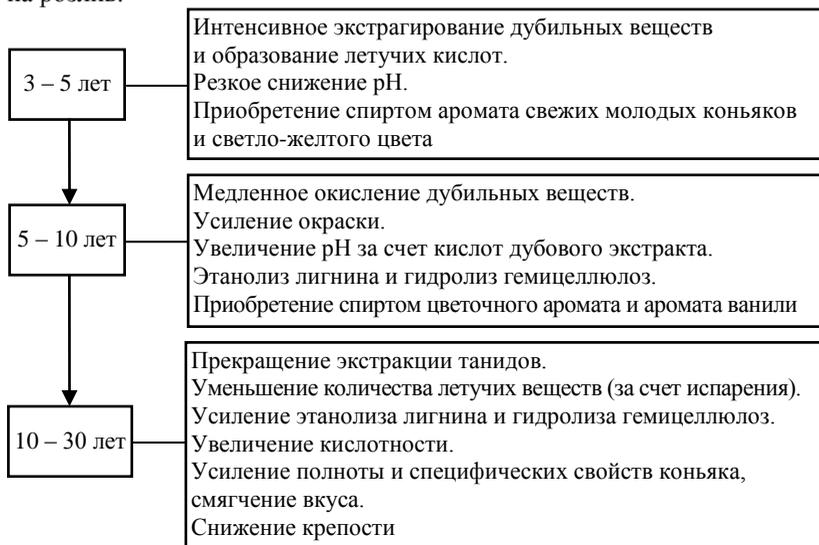


Рис. 2.4. Периоды выдержки коньячного спирта в бочках

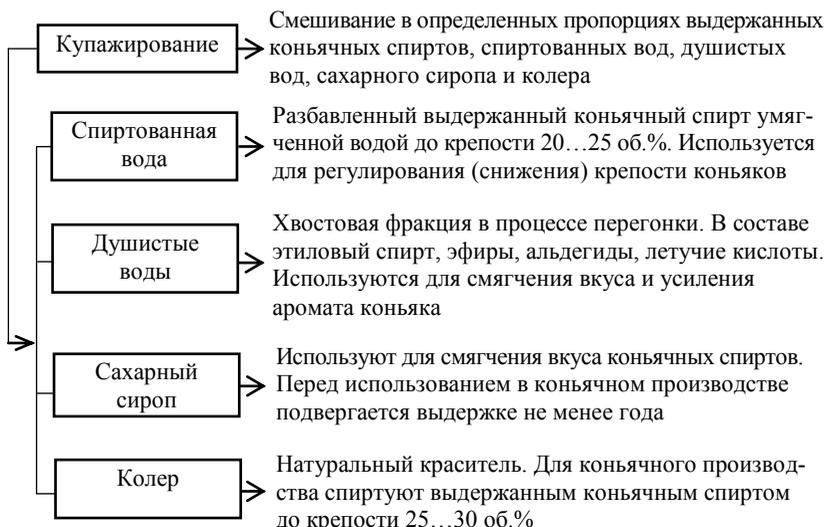


Рис. 2.5. Ингредиенты, применяемые для купажа коньяков

Тема 2.1.3 ПРОИЗВОДСТВО КАЛЬВАДОСА

Кальвадос представляет собой крепкий алкогольный напиток, отличающийся узнаваемым вкусоароматическим комплексом. Его производство основано на дистилляции сброженного яблочного сока с последующей выдержкой полученного спирта в дубовых бочках или специальных резервуарах с добавлением дубовой клепки.

Классификация кальвадоса зависит от продолжительности выдержки и качества исходного сырья:

– Ординарный (крепость 42% об.) – производится из спиртов, выдержанных не менее 3 лет.

– Марочный (крепость 45% об.) – требует выдержки спиртов не менее 5 лет.

Отдельной категорией является Кальвадос Российский с крепостью 40% об. и содержанием сахара 1,5%. Для его производства используются яблочные спирты с минимальной двухлетней выдержкой.

Для создания качественного кальвадоса используются исключительно осенние и зимние сорта яблок. Среди рекомендуемых осенних сортов – Анис алый, Анис полосатый, Мелба и Орловское полосатое, а к предпочтительным зимним относятся Антоновка обыкновенная, Богатырь, Варгуль Воронежский, Жигулевское, Пепин шафранный и Россошанское полосатое. К переработке допускаются плоды, достигшие потребительской зрелости, когда в них накапливается оптимальное количество сахара – не менее 7% при содержании кислот 5...7 г/дм³.

Важным требованием является исключение перезревших плодов, поскольку в процессе брожения полученного из них сока может значительно повышаться содержание метилового спирта – до 3...4% вследствие гидролиза пектиновых веществ. При этом норматив содержания метанола в крепких спиртных напитках не более 0,1%.

В случаях, когда исходное сырье обладает недостаточной кислотностью, технология допускает добавление до 20% сока дикорастущих яблок, которые характеризуются более высокой кислотностью (9...18 г/дм³) и содержат не менее 4% сахара.

Исходное сырье должно состоять из свежих яблок без признаков плесени и гниения. В процессе сортировки все поврежденные плоды подлежат обязательному удалению, поскольку их присутствие не только придает спирту неприятный посторонний аромат, но и провоцирует повышенное образование метанола в процессе переработки.

Технология переработки варьируется в зависимости от сортовых особенностей. Яблоки осенних сортов требуют немедленной переработки после сбора – максимальный допустимый интервал между сбо-

ром и переработкой не должен превышать 48 часов. Зимние сорта, отличающиеся повышенным содержанием крахмала, напротив, допускают более продолжительное хранение при температуре, близкой к нулевой (0...1 °С).

Биотехнология производства кальвадоса включает несколько последовательных операций: подготовку яблочного сусла, его брожение, дистилляцию полученной бражки, выдержку дистиллята, а также заключительные стадии купажирования и обработки готовой смеси (Приложение 2).

Особое внимание уделяется микробиологическому контролю за ходом брожения, которое продолжается 5...6 суток в строго заданном температурном режиме. После завершения ферментации молодое вино отделяют от дрожжевого осадка и направляют на перегонку. К полученным виноматериалам предъявляются строгие качественные требования (табл. 2.2).

Особенности хранения виноматериалов связаны с их низкой крепостью и невозможностью применения сернистого ангидрида. Эти факторы обуславливают их ограниченный срок хранения в закрытых деревянных или металлических эмалированных емкостях при температуре 4...5 °С. Без охлаждения срок хранения перед перегонкой не более трех суток. Порченный виноматериал для производства кальвадоса использовать нельзя.

Производство кальвадоса включает последовательную перегонку: сначала из виноматериала получают спирт-сырец, который затем повторно дистиллируют для получения кальвадосного спирта, с определенным содержанием в нем летучих кислот.

2.2. Требования к качеству кальвадосных виноматериалов

Показатель	Значение
Содержание спирта, об.%	Не менее 4
Титруемая кислотность, г/дм ³	Не менее 5
Летучие кислоты, г/дм ³	Не более 1,5
Остаточное содержание сахара, %	Не более 0,2
Цвет	От зеленовато-соломенного до светло-янтарного
Аромат	Чистый, соответствующий сорту, без посторонних запахов
Вкус	Чистый, гармоничный, негрубый, без посторонних привкусов

Дистилляция яблочного спирта проводится по технологии, сходной с производством коньяка, на аналогичном перегонном оборудовании. Поскольку исходное сырье состоит из яблок разных сортов и качества, после перегонки спирты сортируют и подвергают эгализации для достижения единообразия вкусовых и ароматических свойств.

Созревание спирта происходит традиционным способом – в дубовых бочках или эмалированных емкостях с дубовой клепкой. Для восполнения естественных потерь от испарения периодически добавляют спирт той же выдержки.

В процессе выдержки спирта дубильные вещества экстрагируются и окисляются, что придает своеобразный вкус, букет. Кислород воздуха, имеющийся в бочке над спиртом, а также поступающий через поры клепки, принимает участие в окислении экстрактивных веществ, в формировании качества кальвадоса.

По окончании срока выдержки качество спирта оценивается комплексно – посредством органолептического анализа и лабораторных исследований. Спирты, достигшие необходимой зрелости, проходят сортировку в соответствии с качественными характеристиками, что определяет их дальнейшее назначение для производства конкретного вида кальвадоса.

Формирование купажа осуществляется путем смешения выдержанного яблочного спирта с умягченной водой и сахарным сиропом. Для придания напитку более интенсивного цвета может применяться сахарный колер. Технологический процесс начинается с создания лабораторной пробной партии, которая проходит дегустационную оценку. При получении удовлетворительных результатов осуществляется переход к производственному масштабу купажирования. В случае несоответствия проб требуемым параметрам состав купажа корректируется.

Окончательная обработка включает оклейку готовой смеси для устранения излишней горечи и грубости вкуса с последующей фильтрацией. Дополнительно для осветления напитка может применяться обработка холодом – выдержка при отрицательных температурах с последующим декантированием и фильтрованием.

Осветленный купаж перекачивают в деревянные бочки, буты или чаны на послекупажную выдержку, продолжительность которой зависит от сорта будущего кальвадоса – для ординарного 90 дней, для выдержанного – не менее года. Во время выдержки происходит ассимиляция спирта, улучшается вкус и букет кальвадоса, повышается прозрачность. После выдержки кальвадос фильтруют и направляют на розлив.

В готовом кальвадосе крепость 40 об.% спирта и содержание сахара 10... 15 г/дм³; титруемая кислотность 0,8 г/дм³. Напиток прозрачный с блеском, без мути, без осадка и посторонних включений; светло-коричневого с золотистым оттенком цвета. Расчет материального баланса на заданный цикл производства кальвадоса представлен в Приложении 3.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под термином «бренди» и какие основные разновидности этого напитка существуют?
2. Что такое арманьяк, хересный бренди и писко?
3. Какое сырье применяется для производства крепких алкогольных напитков?
4. Каковы ключевые технологические этапы производства коньяка?
5. По каким признакам классифицируют коньяки?
6. Какие требования предъявляются к сырью для производства кальвадоса?
7. Перечислите биотехнологические стадии производства кальвадоса.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ПРОИЗВОДСТВА СИДРА

Расход сырья и материалов для производства сидра на 1000 дм³ приведен в табл. П.1.1. Производство работает 320 дней в году.

П.1.1. Расход сырья и материалов для производства сидра на 1000 дм³

Наименование сырья	Расход сырья в расчете на 1000 дм ³	
	единицы измерения	количество
Сок яблочный концентрированный	кг	182,5
Сахар-песок (при купажировании)	кг	17,3
Вода питьевая	дм ³	до 1000
Дрожжи	кг	0,3
Диоксид углерода (при выпуске газированного сидра)	кг	4

Материальный баланс составлен на мощность производства 4000 л готового изделия за производственный цикл.

Потери по стадиям производства составляют, %:

- подготовка воды 10;
- варка сиропа 4,5;
- подготовка дрожжей 4,5;
- наводка сула 4,5;
- сбраживание 2,3;
- осветление 0,8;
- фильтрация 1,6;
- пастеризация 2;
- насыщение диоксидом углерода 0,5;
- розлив 2.

Расчет начинаем с последней стадии – розлив.

Расчет ведем снизу вверх по эскизной схеме, исходя из того, что сумма входящих на стадию потоков $G_{\text{вх}}$ равна сумме потоков, выходящих из нее $G_{\text{вых}}$ и количества потерь $G_{\text{пот}}$:

$$G_{\text{вх1}} = \Pi_1 G_{\text{вых1}} + G_{\text{вых1}}. \quad (1)$$

Розлив сидра ($\Pi = 2\%$):

$$G_{\text{вх1}} = 0,02 G_{\text{вых1}} + G_{\text{вых1}} = 4000 + 2\% = 4081,5 \text{ л.}$$

Насыщение напитка CO_2 ($\Pi = 0,5$):

$$G_{\text{вх2}} = G_{\text{вых2}} \cdot 0,005 + G_{\text{вых2}} = 4102,11 \text{ л.}$$

Пастеризация напитка ($\Pi = 2\%$):

$$G_{\text{вх3}} = G_{\text{вых3}} \cdot 0,02 + G_{\text{вых3}} = 4184,15 \text{ л.}$$

Фильтрация (сепарирование) ($\Pi = 1,55$).

Величина потока, выходящего со стадии:

$$G_{\text{вых4}} = 4184,15 \text{ л.}$$

Величина потока, входящего на стадию:

$$G_{\text{вх4}} = G_{\text{вых4}} + G_{\text{пот}} = 4184,15 + (4184,15 \cdot 0,00155) = 4249,0 \text{ л.}$$

Осветление и выдержка напитка ($\Pi = 0,8\%$).

Величина потока, выходящего со стадии:

$$G_{\text{вых5}} = G_{\text{вх4}} = 4249,0 \text{ л.}$$

Величина потока, входящего на стадию:

$$G_{\text{вх5}} = G_{\text{вых5}} + G_{\text{пот}} = 4249,0 + (4249,0 \cdot 0,05) = 4282,99 \text{ л.}$$

Сбраживание сусла ($\Pi = 2,3\%$):

$$G_{\text{вых6}} = 4282,99 \text{ л.}$$

Величина потока, входящего на стадию, с учетом потерь:

$$G_{\text{вх6}} = G_{\text{вых6}} + G_{\text{пот}} = 4282,99 + (4282,99 \cdot 0,023) = 4381,5 \text{ л.}$$

Наводка сусла ($\Pi = 4,5\%$):

$$G_{\text{вых7}} = 4381,5 \text{ л.}$$

Величина потока, входящего на стадию, с учетом потерь:

$$G_{\text{вх7}} = G_{\text{вых7}} + G_{\text{пот}} = 4381,5 + (4381,5 \cdot 0,045) = 4595,98 \text{ л.}$$

Подготовка дрожжей ($\Pi = 4,5\%$):

- по рецептуре количество дрожжей сухих – 1,2 кг;
- количество воды питьевой – 2,4 л;
- количество сахарного сиропа в объеме – 77,12 л;
- количество молочной кислоты – 50,4 см³.

С учетом потерь:

$$G_{\text{дрож.сус.}} = 80,77 \text{ л.}$$

Варка сахарного сиропа ($\Pi = 4,5\%$):

- по рецептуре количество сахара-песка – 69,2 кг;
- количество воды питьевой – 40,9 л.

С учетом потерь:

$$G_{\text{сах.сир}} = 80,75 \text{ л.}$$

Подготовка воды ($\Pi = 10\%$):

$$G_{\text{воды}} = 4400 - 400 = 4000 \text{ л.}$$

Результаты расчета представлены в табл. П.1.2.

П.1.2. Результаты расчета материального баланса

Наименование стадии	Израсходовано на стадии		Получено на стадии	
	наименование сырья и полупродуктов	количество	наименование конечного продукта, полупродукта, отходов и потерь	количество
1. Подготовка воды	Вода	4400 л	Вода питьевая	4000 л
			Потери (10%)	400 л
2. Варка сахарного сиропа	Сахар-песок	69,2 кг	Сахарный сироп	80,75 л
	Вода питьевая	40,9 л		
			Потери (4,5%)	3,63 л
3. Подготовка дрожжей	Дрожжи сухие	1,2 кг	Дрожжевая суспензия	80,77 л
	Вода питьевая	2,4 л		
	Сахарный сироп	77,12 л		
	Молочная кислота	50,4 см ³		
			Потери (4,5%)	3,63 л

Продолжение табл. П.1.2

Наименование стадии	Израсходовано на стадии		Получено на стадии	
	наименование сырья и полупродуктов	количество	наименование конечного продукта, полупродукта, отходов и потерь	количество
4. Наводка сусла	Сок яблочный концентрированный	730 кг	Сусло	4595,98 л
	Дрожжевая суспензия	77,14 л		
	Вода питьевая	3959,1 л		
			Потери (4,5%)	214,48 л
5. Сбраживание сусла	Сусло	4381,5 л	Отброженный напиток	4282,99 л
			Потери (2,3%)	98,51 л
6. Осветление и выдержка напитка	Отброженный напиток	4282,99 л	Осветленный напиток	4249,0 л
	Препараты- осветлители	16 кг		
			Потери (0,8%)	33,99 л
7. Фильтрация (сепарирование)	Осветленный напиток	4249,0 л	Отфильтрованный напиток	4184,15 л
			Потери (1,55%)	64,85 л
8. Пастеризация напитка	Отфильтрованный напиток	4184,15 л	Пастеризованный напиток	4102,11 л
			Потери (2%)	82,04 л
9. Насыщение напитка CO ₂	Пастеризованный напиток	4102,11 л	Готовое изделие	4081,6 л
	Двуокись углерода	16,4 кг		
			Потери изделия (0,5%)	20,51 л
10. Розлив напитка	Готовое изделие	4081,6 л	Готовое изделие	4000 л
			Потери на розлив (2%)	81,6 л
	Итого: по суслу	4381,5 л	Итого: по готовому изделию	4000 л

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА КАЛЬВАДОСА

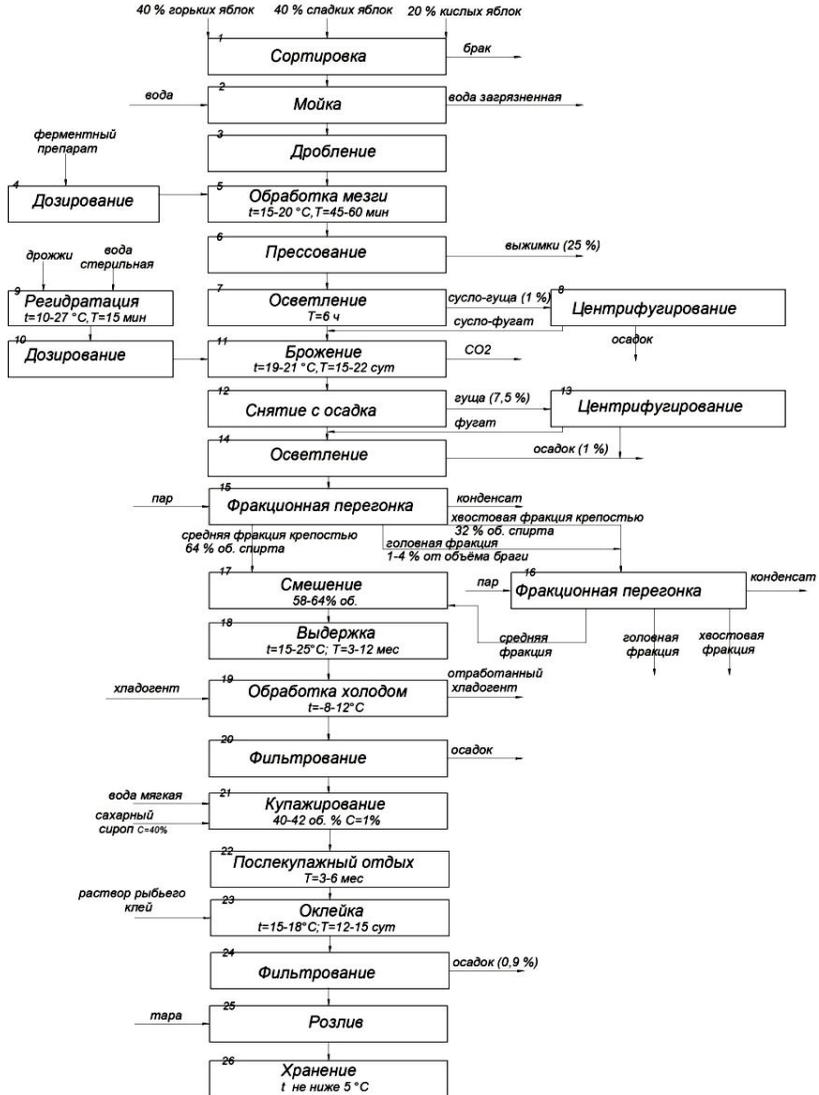


Рис. П.2.1. Биотехнологическая схема производства кальвадоса

1. *Сортировка.* При поступлении в цех яблоки подвергаются сортировке по размерам, степени зрелости и наличию разного рода дефектов. Гнилье, поврежденные или помятые яблочные плоды, не пригодные для дальнейшего производства, отправляются в брак.

2. *Мойка.* Плоды, которые поступают на переработку, имеют поверхностные загрязнения минерального или органического происхождения. Значительная часть этих загрязнений вносится с пылью. В процессе мойки должно быть обеспечено удаление с поверхности плодов механических загрязнений, микроорганизмов и пестицидов, остающихся после химической обработки растений, а также удаления живущих на поверхности яблок диких дрожжей.

3. *Дробление.* Дробление помытых плодов необходимо для большего извлечения сока из яблок. Растительную ткань подготавливают так, чтобы клеточный сок вышел по возможности из каждой клетки. При измельчении яблок следует учесть, что необходимо нарушать большую часть клеток, но кусочки не должны быть слишком мелкими, так как при прессовании забиваются сита и снижается выход сока. Размер их должен составлять около 0,5 см.

4. *Обработка мезги.* Плоды яблок содержат пектиновые вещества, которые затрудняют выделение сока и уменьшают его выход, поэтому, измельченные яблоки обрабатывают пектолитическим ферментом. Он не только разрушает пектиновые вещества, но и действует на клетки токсичными веществами неферментативной природы, которые входят в его состав и вызывают коагуляцию белково-липидных мембран и гибель растительных клеток. В результате этих превращений клеточная проницаемость увеличивается, протоплазматические мембраны разрываются, и выход сока значительно облегчается. После дробления яблочную мезгу подвергают обработке пектолитическим ферментом Vulcazimjcr в количестве 60 г на тонну яблок, и выдерживают 45...60 мин при температуре 15...20 °С.

5. *Дозирование.* Внесение на стадию обработки мезги необходимого количества фермента из расчета 60 г на 1 тонну мезги.

6. *Прессование.* Основным способом извлечения плодовых соков в промышленных условиях – прессование. При прессовании мезгу подвергают постепенно увеличивающемуся давлению, что приводит к выделению сока. Мезга равномерно подается через дозирующий бункер на ленту. При прессовании сусло проходит через поры мезги, преодолевая их сопротивление, а твердая масса уплотняется. После прессования образуется отход – выжимки.

7. *Осветление.* Осветление сока происходит методом отстаивания в течение 5...6 ч. Под действием силы тяжести взвешенные части-

цы оседают на дно отстойных аппаратов. Осветленный сок поступает на брожение, а сусло-гуща идет на центрифугирование. Сусло при осветлении не сульфитируют. При перегонке вина с содержанием SO_2 образуются тиоэфиры, обладающие неприятным и неустраняемым запахом. Так же в результате окисления диоксида серы в кубе появляется серная кислота, вызывающая коррозию куба.

Движущей силой отстаивания является разность плотностей $\rho_{\text{т}} - \rho_{\text{ж}}$.

8. *Центрифугирование.* Сусло-гуща отправляется на центрифугирование для увеличения выхода идущего на брожение сока. В результате центрифугирования гущи извлекается осветленный сок и около половины потерянного при осветлении сока возвращается и также следует на брожение.

Центрифугирование – это процесс механического разделения жидких неоднородных систем в поле центробежных сил, возникающих при сообщении замкнутому объему жидкости вращательного движения. Движущей силой процесса является разность центробежных сил, действующих на частицы твердой фазы и на окружающую их жидкость.

9. *Регидратация.* Перед использованием дрожжей их необходимо развести в воде для начала их активной работы:

1) регидратировать (растворить) в десятикратном весе воды (температура 35...40 °С);

2) растворить, аккуратно помешивая, подождать 20 мин;

3) внести в сусло. Разница между температурой сусла и дрожжевой разводкой не должна превышать 10 °С;

4) вся процедура регидратации не должна превышать 45 мин;

5) необходимо регидратировать дрожжи в чистой емкости;

6) регидратация в сусле нежелательна.

10. *Дозирование.* Внесение на стадию брожения необходимого количества дрожжей марки *Red Starcotedesblancs* из расчета 5 г на 24 л.

На стадию брожения добавляют разводку чистой культуры дрожжей *Red Starcotedesblancs* с расчетом 5 г на 24 л сусла. Процесс проходит в течение 15 – 22 дней при температуре 20...21 °С.

11. *Снятие с осадка.* На стадии снятия с осадка происходит откачивание верхнего слоя сброженного виноматериала с плотного осадка дрожжевой гущи и его отправляют на розлив в емкости. Образовавшую дрожжевую гущу центрифугируют, фугат виноматериала также отправляют на розлив, а образовавшийся осадок утилизируют.

12. *Центрифугирование.* В конце брожения, в результате гибели дрожжей, образуется дрожжевой осадок. Основными факторами,

влияющими на гибель дрожжей, являются: снижения сахара; повышение концентрации спирта, который является результатом увеличения проницаемости и пористости клеточной мембраны, что приводит к проблемам с транспортом питательных веществ.

Образовавшийся осадок подвергают центрифугированию, а полученный виноматериальный фугат отправляют на осветление вместе с остальным виноматериалом.

13. *Осветление.* Осветление виноматериала в отстойниках в течение 4...6 ч.

14. *Фракционная перегонка.* Процессы массообмена, происходящие при ректификации углеводов, связаны с переходом компонентов из одной фазы в другую. Движущей силой этих процессов является разность концентраций или градиент концентраций, а скорость процесса определяется скоростью перехода вещества из одной фазы в другую. Массообменные процессы обратимы, т.е. направление переноса компонентов смеси может изменяться в зависимости от рабочих условий (давления, температуры) и свойств разделяемой смеси. Перенос вещества прекращается при достижении состояния равновесия между фазами.

Метилловый спирт – сильнейший яд, кипит при температуре +65 °С, ацетон – +56 °С, хлороформ – +61 °С, гексан (входит в состав бензина) – + 69 °С, и все это нужно отсеять. Эти примеси остаются в головной фракции и использовать их можно только в технических целях. Головная фракция отбирается в количестве 1% от объема бражки. Этиловый спирт кипит при температуре +78,4 °С. Он отбирается в нужной средней фракции, отбор ведется до крепости 64 % об. При температуре свыше +78,4 °С, кипит меньше «гадости», и хвостовая фракция отбирается для повторной перегонки, так как она перенасыщена сивушными маслами.

15. *Фракционная перегонка.* Полученные в результате отгонки головная и хвостовая фракции смешиваются и отправляются на повторную перегонку для получения необходимой средней фракции. Полученные на данной стадии головная и хвостовая фракции

16. отправляются на утилизацию.

17. *Смешение.* Полученные в результате фракционных перегонок, на 15 и 16 стадиях, средние фракции (яблочный спирт) крепостью 64 об.% смешиваются и отправляются на дальнейшую обработку.

18. *Выдержка.* Свежеперегнаный яблочный спирт характеризуется резким и жгучим вкусом. Классическим способом улучшения его качества является многолетняя выдержка в дубовых бочках. При этом

происходят сложные химические и физико-химические процессы. Превращениям подвергаются как летучие компоненты яблочного спирта, так и нелетучие компоненты дубовой клепки. В процессе выдержки происходит экстракция танидов, гидролиз лигнина и гемицеллюлозы, в результате чего в спирт переходят ароматические альдегиды, моносахариды, таниды, уроновые кислоты. Аромат и вкус дистиллята изменяются.

Выдержка проводится в надземных помещениях в эмалированных цистернах при температуре 15...25 °С и относительной влажности воздуха 75... 85% в течение 3...12 мес. В цистернах закладывается дубовая щепка (среднего обжига) в количестве 600 г на 100 л спирта.

19. *Обработка холодом.* Обработка кальвадосного спирта холодом – технологическая операция воздействия минусовых температур на спирт в течение определенного времени с последующей обязательной фильтрацией на холоде. При обработке холодом из спирта удаляются этанол-лигнин и другие вещества, потерявшие растворимость. Операция протекает в течение 5...12 сут. при температуре 5...10 °С.

20. *Фильтрация.* После обработки холодом кальвадосный спирт фильтруется для удаления выпавших в осадок веществ.

21. *Купажирование.* Для перехода от кальвадосного спирта к ординарному кальвадосу необходимо довести его крепость до необходимых 40...42 об.%, и сахаристости 1%. Для снижения крепости коньячного спирта используется также умягченная вода, которую готовят из питьевой воды путем дистилляции или обработки ионообменным способом до жесткости 0,36 моль/дм³.

Для усиления аромата и смягчения вкуса коньяка в купаж вносят душистые воды. Сахарный сироп применяют для смягчения вкуса коньяков. Готовят сахарный сироп растворением сахара в умягченной воде с последующим внесением выдержанных коньячных спиртов до объемной доли спирта 40% и лимонной кислоты.

22. *Послекупажный отдых.* Для ординарного кальвадоса срок послекупажного отдыха составляет 90 сут. (включая период обработки). Этот отдых – важен, поскольку интенсифицируются процессы созревания из-за снижения спиртуозности, окисляются дубильные вещества и альдегиды, улучшаются букет и вкус.

23. *Оклейка.* Все купажи обязательно мутнеют через 5...10 сут. (снижение спиртуозности приводит к снижению растворимости соединений).

Оклейка заключается во введении в купаж бренди веществ, способных коагулировать и осаждать избыток дубильных и красящих

веществ, увлекая с собой и взвешенные частицы. Обработывают желатином, рыбным клеем, ПВП, диоксидом кремния. Бентонитом нельзя, кальций вызывает повторные помутнения.

Как известно, рыбий клей представляет собой коллаген, который получается из плавательных пузырей рыб, преимущественно осетровых. Рыбий клей очень медленно набухает в воде. Для ускорения процесса воду слегка подкисляют лимонной кислотой. Во время набухания, которое длится двое суток, воду меняют 2–3 раза, для удаления рыбного запаха.

Набухший клей пропускают через сито, а образовавшиеся комки продавливают щеткой. Когда клей образует студнеобразную массу, из него готовят 1%-ный раствор, для чего добавляют дистиллированную воду (на 1 кг сухого клея 100 л воды). Раствор тщательно перемешивают и задают в бренди, из расчета 0,3...0,4 кг сухого клея на 1000 дал коньяка.

24. *Фильтрация.* Проводится независимо от оклейки. При этом преследуется цель получить полную прозрачность и отделить от бренди оставшиеся взвешенные частицы мутящих веществ и высокомолекулярные плохо растворимые соединения.

25. *Розлив.* Российские кальвадосы разливают в стеклянные бутылки по ГОСТ 10117.1, ГОСТ 10117.2 и ГОСТ 26586, сувенирные стеклянные и керамические, бутылки других форм и размеров по нормативному документу, изготовленные из материалов, разрешенных органами Госсанэпиднадзора Минздрава России для контакта с данным видом продукта. Розлив ведется при температуре $20 \pm 0,5$ °С.

РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА НА ЗАДАННЫЙ ЦИКЛ ПРОИЗВОДСТВА КАЛЬВАДОСА

Расчет материального баланса на 1 цикл:

- лимитирующая стадия – брожение;
- длительность брожения – 20 суток;
- годовой эффективный фонд рабочего времени – 330 дней или 7920 ч;
- проектная производительность предприятия – 1000 дал/год;
- количество рабочих циклов в год – $\text{Ц} = 330/20 = 17$ циклов;
- производительность на 1 рабочий цикл составит $\text{Пр} = 1000/17 = 59$ дал бренди.

Количество потерь на каждой стадии производства Кальвадоса, %:

- сортировка сырья $\text{П}_1 = 4$;
- мойка сырья $\text{П}_2 = 1$;
- дробление яблок $\text{П}_3 = 1,75$;
- обработка мезги $\text{П}_5 = 4$;
- прессование мезги $\text{П}_6 = 30$;
- осветление сока $\text{П}_8 = 1$;
- брожение $\text{П}_{11} = 1$;
- снятие виноматериала с осадка $\text{П}_{12} = 0,5$;
- центрифугирование $\text{П}_{13} = 3$;
- осветление браги $\text{П}_{14} = 1$;
- фракционная перегонка $\text{П}_{15} = 2$;
- смешение $\text{П}_{16} = 0,7$;
- фракционная перегонка $\text{П}_{17} = 2$;
- выдержка в бочках 1 год $\text{П}_{18} = 3,8$;
- обработка холодом $\text{П}_{19} = 0,5$;
- фильтрование $\text{П}_{20} = 0,9$;
- купажирование $\text{П}_{21} = 0,6$;
- послекупажный отдых бренди $\text{П}_{22} = 0,5$;
- оклейка $\text{П}_{23} = 1,2$;
- фильтрование $\text{П}_{24} = 1$;
- розлив коньяка $\text{П}_{25} = 0,45$;
- хранение коньяка $\text{П}_{26} = 0,2$.

Отношение суслу и плотных частиц в гуще принято 1,5:1. Выход дрожжевой гущи равен 7,5% от объема суслу. Крепость готового бренди – 40,18 об.%.

Расчет материального баланса идет снизу вверх.

1. *Хранение бренди*. Потери на стадии хранения бренди составляют 0,2.

Объем бренди поступающего на стадию хранения составит:

$$V_{26} = 59 + (59 \cdot 0,2\%) = 59,1 \text{ дал.}$$

Или в пересчете на безводный спирт (б.с.):

$$V_{266.c} = 59,1 \cdot 40,18\% = 23,8 \text{ дал б.с.}$$

2. *Розлив бренди*. Потери на стадии составляют 0,45%. Объем бренди поступающего на розлив составит:

$$V_{25} = 59,1 + (59,1 \cdot 0,45\%) = 59,4 \text{ дал.}$$

В пересчете на безводный спирт:

$$V_{256.c} = 59,4 \cdot 40,18\% = 23,9 \text{ дал б.с.}$$

3. *Фильтрация*. Потери на стадии составляют 1%. Объем бренди поступающего на стадию фильтрация составит:

$$V_{24} = 59,4 + (59,4 \cdot 1\%) = 60 \text{ дал.}$$

В пересчете на безводный спирт:

$$V_{246.c} = 60 \cdot 40,18\% = 24,1 \text{ дал б.с.}$$

4. *Оклейка*. Потери на стадии составляют 1,2%. На стадии вносят 1% раствор рыбьего клея из расчета 0,4 кг сухого клея на 1000 дал бренди.

Количество сухого клея, необходимого для приготовления 1% раствора, составит:

$$M_{\text{кл}} = 60 \cdot 0,4 / 1000 = 0,018 \text{ кг.}$$

Объем воды, необходимый для приготовления 1% раствора:

$$V_{\text{воды}} = 100 \cdot 0,24 / 1 = 2,4 \text{ л.}$$

Объем бренди, поступающего на стадию оклейки, с учетом потерь составит:

$$V_{23} = 60 + (60 \cdot 1\%) = 60,6 \text{ дал.}$$

В пересчете на безводный спирт:

$$V_{236.c} = 60,6 \cdot 40,18\% = 24,3 \text{ дал б.с.}$$

5. Объем бренди, поступающего на стадию послекупажного отдыха, составит 0,5%:

$$V_{22} = 60,6 + (60,6 \cdot 0,5\%) = 60,9 \text{ дал.}$$

В пересчете на безводный спирт:

$$V_{22\text{б.с}} = 60,9 \cdot 42\% = 24,5 \text{ дал б.с.}$$

6. *Купажирование*. На стадию поступает дистиллят крепостью 64 об.%. На выходе со стадии крепость должна составлять 42%. Концентрация сахара – 1%. Потери на стадии составляют 0,6%.

По таблице Фертмана в 1000 дал 64% водно-спиртовой смеси содержится 395,5 дал воды и 640 дал спирта, а в 42% водно-спиртовой смеси – 614,3 дал воды и 420 дал спирта.

Значит в 60,9 дал 42% водно-спиртовой смеси содержится:

$$V_{\text{сп1}} = 420 \cdot 60,9 / 1000 = 25,5 \text{ дал безводного спирта;}$$

$$V_{\text{в1}} = 614,3 \cdot 60,9 / 1000 = 37,41 \text{ дал воды.}$$

Рассчитаем объем 64% водно-спиртовой смеси, в которой содержится 25,5 дал безводного спирта. Поскольку в 1000 дал содержится 640 дал спирта и 395,5 дал воды, значит 25,5 дал безводного спирта будет содержать:

$$V_{\text{сп2}} = 640 \cdot 25,5 / 1000 = 39,06 \text{ дал.}$$

Рассчитаем количество воды, содержащейся в 39,06 дал 64% водно-спиртовой смеси:

$$V_{\text{в2}} = 39,06 \cdot 395,5 / 1000 = 15,44 \text{ дал.}$$

Рассчитаем количество воды, необходимое для приготовления 42% водно-спиртовой смеси:

$$V_{\text{в3}} = 37,41 - 15,44 = 21,97 \text{ дал.}$$

Рассчитаем количество сахара для приготовления сахарного сиропа. Из учета, что сахарный сироп готовится в соотношении сахар:вода – 1:2, концентрация сахара в готовом продукте должна составлять 1%. 1% от 60,9 дал составит:

$$V_{\text{сахара}} = 60,9 \cdot 10 / 100 = 6,09 \text{ кг.}$$

Рассчитаем количество воды, необходимое для приготовления сахарного сиропа:

$$V_{\text{воды}} = 6,09 \cdot 2 \cdot 1 = 12,2 \text{ л,}$$

где 1 – плотность воды, г/см³.

7. *Фильтрация*. Потери на стадии составляют 0,9%. Объем дистиллята крепостью 64%, поступающего на стадию фильтрации, составит:

$$V_{20} = 39,06 + (39,06 \cdot 0,9\%) = 39,4 \text{ дал.}$$

В пересчете на безводный спирт:

$$V_{206.c} = 39,4 \cdot 64\% = 25,2 \text{ дал б.с.}$$

8. *Обработка холодом*. Потери на стадии составляют 0,5%. Количество дистиллята, поступающего на стадию с учетом потерь, составит:

$$V_{19} = 39,4 + (39,4 \cdot 0,5\%) = 39,6 \text{ дал.}$$

В пересчете на безводный спирт:

$$V_{196.c} = 39,4 \cdot 64\% = 25,3 \text{ дал б.с.}$$

9. *Выдержка*. Потери на стадии выдержки в дубовых бочках составляют 3,8%. Количество дистиллята, поступающего на стадию выдержки, с учетом потерь составит:

$$V_{18} = 39,6 + (39,6 \cdot 3,8\%) = 41,1 \text{ дал.}$$

В пересчете на безводный спирт:

$$V_{186.c} = 41,1 \cdot 64\% = 26,3 \text{ дал б.с.}$$

10. *Смешение*. Потери на стадии составляют 0,7%. На стадию смешения поступают дистилляты крепостью 64 об.% после перегонки браги и после перегонки хвостовых и головных примесей.

С учетом потерь на стадию должно поступить:

$$V_{16} = 41,1 \cdot 0,7\% + 41,1 = 41,4 \text{ дал.}$$

11. *Фракционная перегонка*. Потери на стадии составляют 2%.

Из уравнения материального баланса вычислим количество кубовой жидкости (W), остающейся после перегонки в аппарате, с концентрацией спирта 1%. Расчет для одного цикла на 350 дал браги (F).

Рассчитаем массу браги необходимой для загрузки куба:

$$M = 350 \cdot 10 \cdot 0,98 = 3430 \text{ кг,}$$

где 10 – коэффициент перевода дал в литры; 0,98 – плотность водно-спиртового раствора крепостью 8%;

$$W = F(x_p x_f) / (x_p x_w),$$

здесь x_p – мольная доля этанола в дистилляте; $x_p = 0,28$ моль этанола/(моль смеси); x_f – мольная доля этанола в браге; $x_f = 0,025$ моль этанола/(моль смеси); x_w – мольная доля этанола в кубовой жидкости; $x_w = 0,003$ моль этанола/(моль смеси);

$$W = 3430(0,28 - 0,025)/(0,28 - 0,003) = 3040 \text{ кг};$$

$$P = F - W;$$

$$P = 3430 - 3040 = 390 \text{ кг}.$$

Перейдем от массы к объему по дистилляту.

$$P_v = (390/0,88)/10 = 44,3 \text{ дал},$$

где 0,88 – плотность водно-спиртовой смеси.

Рассчитаем количество головных и хвостовых примесей.

Количество головных примесей в пересчете на безводный спирт составляет 1% от средней фракции. Крепость головных примесей составляет 88%:

$$V_{\text{голов. п}} = 44,3 \cdot 1\% / 88\% = 0,5 \text{ дал}.$$

Экспериментально установлено, что на односноночном аппарате отбирают 3 дал хвостовых примесей крепостью 32%.

12. *Осветление.* Количество браги крепостью 8%, поступающей на стадию осветления, с учетом потерь $\Pi_{14} = 1\%$:

$$V_{14} = 350 + (350 \cdot 1\%) = 353,5 \text{ дал}.$$

13. *Центрифугирование.* На стадию поступает сусло-гуща в количестве 7,5% от объема сусла.

Выход сусла-гущи составит:

$$V_{\text{сусла-гущи}} = 353,5 \cdot 7,5\% = 26,5 \text{ дал}.$$

14. *Снятие с осадка.* Рассчитаем количество дрожжевой гущи, отходящей со стадии снятия с осадка. Количество дрожжевой гущи, отходящей со стадии, составит 37,8 дал.

Количество поступающего сусла на стадию снятия с осадка составит:

$$V_{13} = 26,5 + 353,5 = 380 \text{ дал}.$$

14. *Брожение.* На стадию брожения должно поступить осветленное сусло с учетом потерь $\Pi_{11} = 1\%$:

$$V_{\text{сусла}} = 380 + (380 \cdot 1\%) = 383,8 \text{ дал}.$$

15. *Регидратация.* Рассчитаем количество дрожжей, необходимое для сбраживания 383,8 дал сула. Из расчета, что 5 г дрожжей требуется для 2,4 дал сула, значит для 383,8 дал сула потребуется:

$$M_{\text{дрожжей}} = 383,8 \cdot 5 / 2,4 = 799 \text{ г.}$$

Для регидратации дрожжей требуется 0,001 дал воды на 1 г дрожжей. Рассчитаем количество воды, необходимое для регидратации 799 г дрожжей:

$$V_{\text{р.в}} = 799 \cdot 0,001 = 0,8 \text{ дал.}$$

16. *Осветление.* На стадию осветления поступает яблочное сусло-гуща с учетом потерь 1%:

$$V_8 = 383,8 + (383,8 \cdot 1\%) = 387,6 \text{ дал.}$$

Соотношение сула и плотных частиц в гуще принято равным 1,5:1.

Количество отходящей гущи будет равно:

$$V_{\text{сула-гущи}} = 387,6 - 387,6 / 1,5 = 129,2 \text{ дал.}$$

Общим объемом сула, поступающего на стадию, составит:

$$V_{\text{общ}} = 387,6 + 129,2 = 516,8 \text{ дал.}$$

17. *Прессование.* Рассчитаем количество мезги, поступающей на стадию прессования, с учетом, что с 1 кг мезги получается 0,07 дал сула:

$$V_6 = 516,8 / 0,07 = 7382,8 \text{ кг мезги.}$$

18. *Обработка мезги.* На обработку мезги с учетом потерь 0,5% должно поступить дробленых яблок:

$$M_5 = 7382,8 + (7382,8 \cdot 0,5\%) = 7419,7 \text{ кг.}$$

19. *Дозирование.* На стадии вносят фермент из расчета 0,06 кг фермента на 1000 кг яблок. Рассчитаем необходимое количество фермента:

$$M_{\text{фермент}} = 7,419 \cdot 0,06 = 0,45 \text{ кг.}$$

20. *Мойка.* На стадию мойки с учетом потерь 1% должны поступить яблоки в количестве:

$$M_2 = 7419 + (7419 \cdot 1\%) = 7493,2 \text{ кг.}$$

21. *Сортировка*. На стадию сортировки с учетом потерь 4% должно поступить яблок:

$$M_1 = 7493,2 + (7493,2 \cdot 4\%) = 7793 \text{ кг.}$$

Сводная таблица материального баланса производства ординарного кальвадоса представлена в табл. П.3.1.

П.3.1. Сводная таблица материального баланса производства ординарного кальвадоса

Стадия	Поток	Приход, дал/цикл	Расход, дал/цикл	Потери, %	Расход за год, дал/год
Хранение	Бренди	59	59,1	0,1	882,3
Розлив	Бренди	59,1	59,4	0,3	1009,8
Фильтрация	Бренди	59,4	60	0,6	1020
Оклейка	Бренди	60	60,6	0,6	1030,2
	Сухой клей	–	0,018 кг	–	0,306 кг
	Дистиллиро- ванная вода	–	0,24	–	4,08
Послекупажный отдых	Бренди	60,6	60,9	0,3	1035,3
Купажирование	Кальвадосный спирт	–	39,06	–	664,02
	Умягченная вода	–	21,94	–	372,98
	Сахар	–	6,09 кг	–	103,53 кг
	Вода для сиропа	–	1,22	–	20,74
Фильтрация	Кальвадосный спирт	39,06	39,4	0,36	669,8
Обработка холодом	Кальвадосный спирт	39,4	39,6	0,2	673,2
Выдержка	Средняя фракция	39,6	41,1	0,5	698,7
Смешение	Средняя фракция	41,1	41,4	0,3	703,8

Продолжение табл. П.3.1

Стадия	Поток	Приход, дал/цикл	Расход, дал/цикл	Потери, %	Расход за год, дал/год
Фракционная перегонка	Средняя фракция	41,4	44,3	2,9	753,1
	Головная фракция		0,5		8,5
	Хвостовая фракция		3		51
	Брага		350		5950
Осветление	Брага	350	353,5	3,5	6009,5
Центрифугиро- вание	Дрожжевая гуца	–	26,5	–	450,5
Снятие с осадка	Сусло		380		6460
Брожение	Сусло	380	383,8	3,8	6524,6
Регидратация	Сухие дрожжи	–	0,79 кг	–	13,3 кг
	Стерильная вода	–	0,8	–	13,6
Осветление	Сусло	383,8	387,6	4,2	6589,2
	Сусло-гуца	–	129,2	–	2196,4
Прессование	Мезга		7382,8		125 507,6
Мойка	Яблоки	7419,7	7493,22	73,53	127 384,7
Сортировка	Яблоки	7493,22	7793	299,8	132 481,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Виноделие представляет собой комплексную научно-технологическую дисциплину, синтезирующую достижения биотехнологии и физико-химических исследований. Сложность биотехнологических процессов, лежащих в основе производства виноградных и плодово-ягодных вин, обусловлена многокомпонентным химическим составом исходного сырья и необходимостью управления многостадийными процессами его трансформации. Показательно, что такие различные напитки, как шампанское и коньяк, херес и мадера, могут быть получены из одного сорта винограда благодаря применению специализированных биотехнологических приемов.

Качество конечной продукции детерминировано строгим соблюдением научно обоснованных параметров обработки, основанных на законах физики и химии, механики и теплофизики, биотехнологии и микробиологии. Особое значение приобретает максимальное использование метаболического потенциала дрожжевых культур, достигаемое посредством иммобилизации микробных клеток, применения селекционированных штаммов с целевой ароматообразующей активностью.

Учебное пособие, содержащее систематизированные материалы по биотехнологическим основам производства напитков брожения, предназначено для бакалавров направлений подготовки 19.03.01 «Биотехнология» и 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексанян, К. А. Технология производства фруктово-ягодных натуральных вин / К. А. Алексанян, Л. А. Ткачук ; под общ. ред. З. В. Ловкиса. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 246 с.
2. Баланов, П. Е. Технология бродильных производств: учеб.-метод. пособие / П. Е. Баланов. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 65 с.
3. Влащик, Л. Г. Химия и технология вина : практикум / Л. Г. Влащик, С. М. Горлов, Е. И. Мигина. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 81 с.
4. Гаврюшина, И. В. Технология бродильных производств : учебное пособие / И. В. Гаврюшина, Е. А. Зуева. – Пенза : ПГАУ, 2017. – 90 с.
5. Косюра, В. Т. Основы виноделия : учебное пособие для вузов / В. Т. Косюра, Л. В. Донченко, В. Д. Надытка. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2024. – 422 с.
6. Котик, О. А. Технология бродильных производств : учебное пособие / О. А. Котик, Н. В. Королькова, А. А. Колобаева, Е. В. Панина. – Воронеж: ВГАУ, 2017. – 139 с.
7. Мальцев, П. М. Технология бродильных производств : учебник. / П. М. Мальцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Пищевая промышленность, 1980. – 560 с.
8. Неверова, О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения : учебник / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова, В. М. Позняковский. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2007. – 415 с.
9. Пермякова, Л. В. Основы производства продуктов брожения : учебное пособие / Л. В. Пермякова, Т. Ф. Киселева. – Кемерово : Кемер. технол. ин-т пищ. пром., 2005. – 136 с.
10. Родионова, Л. Я. Технология безалкогольных и алкогольных напитков : учебник / Л. Я. Родионова, Е. А. Ольховатов, А. В. Степовой. – СПб. : Лань, 2020. – 344 с.
11. Соболев, Э. М. Технология натуральных и специальных вин : учебное пособие / Э. М. Соболев. – Майкоп : ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 400 с.
12. Технология виноделия : методические указания / сост. : Б. В. Бурцев, Е. С. Романенко, Е. А. Сосюра и др. – Ставрополь : Изд-во АГРУС, 2013. – 59 с.

13. Фараджева, Е. Д. Общая технология бродильных производств / Е. Д. Фараджева, В. А. Федоров. – М. : КолосС, 2002. – 408 с.
14. Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие для вузов / О. Н. Чечина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2024. – 266 с.
15. Ямашев, Т. А. Микробная контаминация сырья и полупродуктов бродильных производств / Т. А. Ямашев, Н. Н. Симонова, О. А. Решетник. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010. – 252 с.
16. Яровенко, В. Л. Технология спирта / В. Л. Яровенко, В. А. Маринченко, В. А. Смирнов и др. ; под ред. проф. В. Л. Яровенко. – М. : Колос, Колос-пресс, 2002. – 465 с.
17. Яромич, Л. П. Технология виноделия : конспект лекций / Л. П. Яромич. – Могилев : МГУП, 2006. – 145 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Раздел 1. БИОТЕХНОЛОГИЯ ВИН	4
Тема 1.1. Классификация вин	4
Тема 1.2. Характеристика сырьевой базы для производства вин. . .	9
Тема 1.3. Основные стадии производства вина	14
Тема 1.3.1. Биотехнологические особенности получения белых столовых вин	19
Тема 1.3.2. Биотехнологические особенности производства красных столовых вин	22
Тема 1.3.3. Непрерывное брожение виноградного суслу	22
Тема 1.4. Специальные вина	23
Тема 1.5. Биотехнологические особенности производства плодово-ягодных вин	27
Тема 1.6. Шампанские вина	31
Тема 1.7. Болезни и пороки вин	39
Контрольные вопросы	52
Раздел 2. БИОТЕХНОЛОГИЯ КРЕПКИХ АЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ	53
Тема 2.1. Биотехнология производства бренди	53
Тема 2.1.1. Классификация бренди	53
Тема 2.1.2. Производство коньяка	55
Тема 2.1.3. Производство кальвадоса	62
Контрольные вопросы	65
ПРИЛОЖЕНИЯ	66
Приложение 1. Расчет материального баланса производства сидра	66
Приложение 2. Биотехнологическая схема производства кальвадоса	70
Приложение 3. Расчет материального баланса на заданный цикл производства кальвадоса	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	85

Учебное издание

СМОЛИХИНА Полина Михайловна
ХАБАРОВА Елена Владимировна
АПАРШЕВА Вера Викторовна

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА НАПИТКОВ БРОЖЕНИЯ

Учебное пособие

Графический и мультимедийный дизайнер Т. Ю. Зотова

ISBN 978-5-8265-2962-1



Подписано в печать 24.11.2025.

Дата выхода в свет 28.11.2025.

Формат 60 × 84 / 16. 5,11 усл. печ. л.

Тираж 100 экз. (1-й з-д 25) Заказ № 37

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106/5,
помещение 2, к. 14.

Телефон (4752) 63-81-08.

E-mail: izdatelstvo@tstu.ru

Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392008, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112А

E-mail: tipo_tstu68@mail.ru