

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Р. М. Маркевич

ОСНОВНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОИЗВОДСТВА

*Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений
по специальностям «Биотехнология»,
«Физико-химические методы и приборы
контроля качества продукции»*

Минск 2008

УДК 664(075.8)
ББК 36я73
М 27

Рецензенты:

кафедра физикохимии материалов БГЭУ (заведующий кафедрой
профессор, доктор химических наук *Н. П. Матвейко*);
доцент кафедры технологий и технического обеспечения процессов
переработки и хранения сельскохозяйственной продукции БГАТУ,
кандидат биологических наук *Л. А. Расолько*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Маркевич, Р. М.

М 27 Основные пищевые производства : учеб. пособие для студентов специальностей «Биотехнология», «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции» / Р. М. Маркевич. – Минск : БГТУ, 2008. – 424 с.
ISBN 978-985-434-813-1

Учебное пособие посвящено технологиям основных пищевых продуктов. Для каждого производства рассмотрены основное сырье и его подготовка к производству, стадии технологического процесса, характеристика готового продукта. Особое внимание уделено влиянию состава сырья, способов получения продуктов и технологических режимов на качество продукции. Указаны направления использования отходов производства. В отдельные главы вынесены сведения об основных компонентах пищевых продуктов и их роли для организма, а также теоретические основы протекающих в пищевых производствах биохимических и микробиологических процессов.

Пособие предназначено для студентов специальностей «Биотехнология», «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции».

**УДК 664(075.8)
ББК 36я73**

ISBN 978-985-434-813-1

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2008
© Маркевич Р. М., 2008

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проведенные в настоящее время исследования показали, что с пищей в организм человека должно поступать более 600 различных веществ (нутриентов). Они полностью обеспечивают организм энергией, основными пищевыми веществами, макро- и микрокомпонентами, а также непищевыми компонентами (биофлавоноидами, фитостеролами и др.), значение которых в настоящее время изучено недостаточно. Как недостаточное, так и избыточное питание нарушает обмен веществ в организме, приводит к возникновению различных заболеваний, преждевременному старению, сокращению продолжительности жизни.

Энергетическая ценность пищи определяется как сумма энергетической ценности основных питательных веществ (белков, жиров, углеводов и других составляющих пищевого рациона) с учетом коэффициента их усвояемости. При окислении в живом организме 1 г углеводов или 1 г белков высвобождается 16,72 кДж энергии, при окислении 1 г жира – 37,62 кДж. Часть энергии расходуется организмом на жизненно важные функции (дыхание, кровообращение, поддержание мышечного тонуса, поддержание постоянной температуры тела и др.), на обменные процессы, выполнение физической работы, прием пищи и ее переваривание и т. д. Энергетические затраты человека зависят от многих факторов: возраста, пола, физической нагрузки, климатических условий и др. Некоторая часть энергии может запасаться в виде аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) и расходоваться по мере надобности.

Качественной характеристикой питания является наличие в пище компонентов, которые являются источником пластических ресурсов для роста и обновления клеток и тканей, синтеза ферментов, гормонов и других регуляторов обмена веществ, причем вещества эти должны находиться в оптимальных для организма соотношениях. Особо важное значение имеет наличие в пищевом рационе эссенциальных факторов питания, т. е. незаменимых питательных веществ (аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, минеральных веществ и др.), которые в организме либо вовсе не синтезируются, либо их синтез не может покрыть потребности организма.

В первой главе учебного пособия описаны основные компоненты пищевых продуктов и их роль в организме человека.

Наряду с содержанием необходимых компонентов важным условием является доброкачественность пищи, т. е. отсутствие в ней вредных для организма веществ.

Таким образом, перед пищевыми предприятиями республики стоит задача производства в достаточном количестве разнообразных продуктов питания, качество которых соответствует нормативным требованиям.

В учебном пособии рассмотрены технологии основных пищевых продуктов, производимых в республике, а также некоторых продуктов, которые в нашей стране не производятся, но уже прочно завоевали свое место на рынке (виноградные вина, определенные виды крепких алкогольных напитков, некоторые рыбопродукты и др.).

Для каждого продукта приведена характеристика сырья и подготовка его к производству, изложен технологический процесс. Для продуктов, которые можно получать разными методами, проведен их сравнительный анализ. Особое внимание уделяется влиянию технологических режимов и параметров на качество готовой продукции, описаны возможные недостатки. В конце учебного пособия представлен перечень технических нормативных правовых актов для основных видов сырья и пищевых продуктов. Уделено внимание использованию отходов и вторичных продуктов каждого производства.

1. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ИХ РОЛЬ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Белки

Характеристика и функции белков в организме. Белки составляют примерно половину сухой массы клеток, а от общей массы человеческого тела – около 20%, причем насчитываются десятки тысяч разновидностей белков.

Многообразие полимерных белковых молекул обусловлено различными комбинациями входящих в их состав остатков двадцати протеиногенных аминокислот, соединенных друг с другом пептидной связью. Количество аминокислотных остатков в белковых молекулах колеблется от нескольких десятков до сотен и даже тысяч.

В соответствии со своим строением и свойствами белки выполняют в организме разнообразные функции. Одни из них входят в состав костей и хрящей и выполняют опорную функцию, другие белки, входя в состав ядер, протоплазмы и клеточных мембран мышечной и других видов тканей, выполняют пластические функции построения тканей и транспорта веществ в организме, в том числе переноса их через биомембраны. Такие белки, как актин и миозин обеспечивают сократительные функции мышц. Особая группа белков (ферменты) выполняют регуляторные функции, управляя протекающими в организме реакциями. Белки иммунных тел выполняют защитные функции, предохраняя организм от вторжения чужеродных белков. Белки могут выполнять энергетические, запасные и некоторые другие функции.

В любом живом организме протекает процесс самообновления белковых структур. Установлено, что белки человеческого организма в течение жизни обновляются около 200 раз. При этом белки пищи служат источником для построения собственных белков организма.

Пищевая ценность и усвояемость белков. Пищевая ценность белков определяется их аминокислотным составом и усвояемостью организмом человека.

Для построения собственных белков организму требуется набор аминокислот в определенном количестве и соотношении. При этом из 20 аминокислот 8 являются незаменимыми (эссенциальными), они не могут синтезироваться в нашем организме и должны поступать с пищей. Незаменимыми являются валин, лизин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, триптофан и фенилаланин. Кроме того, детским организмом не синтезируются аргинин и гистидин, и их тоже относят к незаменимым.

Всемирной организацией здравоохранения разработан состав «идеального» белка, в котором соотношения незаменимых кислот наиболее оптимальны для организма человека. В белках пищи могут содержаться все незаменимые аминокислоты в таких же соотношениях, и такие белки считают полноценными. Более низкую биологическую ценность имеют белки, содержащие все аминокислоты, но не в благоприятных для организма пропорциях. И, наконец, белки, в которых отсутствует хотя бы одна незаменимая аминокислота, считают неполноценными.

Для сопоставления аминокислотного состава белков используют *аминокислотный скор* – процентное содержание каждой из аминокислот в данном белке по отношению к ее содержанию в «идеальном» белке. Обычно рассчитывают скор для наиболее дефицитных аминокислот: лизина, триптофана и суммы серосодержащих аминокислот (метионина и цистеина).

В табл. 1 приведен аминокислотный состав идеального белка и некоторых животных и растительных белков. Из природных белков наиболее близки к идеальному белки куриного яйца и женского молока, для всех незаменимых аминокислот они имеют скор, близкий к 100%.

Таблица 1

Состав незаменимых аминокислот в некоторых белках, %

Аминокислота	Идеальный белок	Казеин	Сывороточные белки	Белок яйца	Белок пшеницы	Белок сои
Валин	5	7,2	5,7	7,3	3,0	4,7
Лейцин	7	9,0	12,3	8,8	6,0	7,8
Изолейцин	4	6,1	6,2	6,6	6,0	4,9
Метионин + цистин	3,5*	2,8	2,3	5,5*	2,3	1,3
		0,3	3,4		2,3	1,5
Треонин	4	4,9	5,2	5,1	3,0	3,6
Лизин	5,5	8,2	9,1	6,4	0,6	6,4
Фенилаланин + тирозин	6*	5,0	4,4	10,0*	2,5	5,4
		6,3	3,8		3,1	4,3
Триптофан	1	1,7	2,2	1,5	0,9	1,4

* Пары суммируются, так как потребность в одной аминокислоте может быть покрыта за счет наличия другой.

Организм человека должен получать в достаточном количестве и заменимые аминокислоты, поскольку при недостатке на их синтез расходуются незаменимые, потребность в которых возрастает.

На усвояемость белков в организме человека оказывает влияние ряд факторов: активность протеолитических ферментов, аминокислотный состав белков и наличие других составных частей пищи (витаминов, минеральных веществ), структура белков, которая определяется степенью их денатурации.

Расщепление белков начинается в желудке. Хлористоводородная кислота желудочного сока обеспечивает значение pH 1,5–2,5. В этих условиях происходит набухание белков, их дезагрегация и частичное расщепление до пептидов различной молекулярной массы под действием фермента пепсина. Далее в тонком кишечнике сок поджелудочной железы (pH 7,5–8,5) создает благоприятные условия для действия протеаз (трипсина, химотрипсина) и коллагеназы, благодаря которым завершается процесс превращения белков и полипептидов в отдельные аминокислоты. Через стенки кишечника аминокислоты всасываются в кровь и лимфу.

К снижению усвояемости белков может привести избыточное содержание в рационе клетчатки. Усиливая перистальтику кишечника, она способствует более быстрому прохождению пищи по пищеварительному тракту, и часть белков не успевает гидролизироваться. Кроме того, клетчатка адсорбирует протеиназы и, связывая часть аминокислот, выводит их из организма.

Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения суточная норма потребления белков должна составлять 85–90 г, причем половина этой нормы должна приходиться на белки животного происхождения. При недостатке в рационе белков замедляется рост организма, повышается восприимчивость к инфекционным заболеваниям. Избыточное потребление белка неблагоприятно сказывается на деятельности пищеварительного тракта, почек, желез внутренней секреции, приводит к нарушению обмена веществ, снижению возбудимости центральной нервной системы.

Липиды

Характеристика и функции липидов в организме. Важнейшими представителями простых липидов являются ацилглицерины (глицериды) – сложные эфиры глицерола и жирных кислот. Многообразие жиров обусловлено главным образом природой и положением жирных кислот. В состав природных жиров в основном входят жирные кислоты с четным числом атомов углерода (от 4 до 30, наиболее распространены от 12 до 22), нормального строения, одноосновные, насыщенные

и ненасыщенные. Ненасыщенные кислоты обычно имеют *цис*-конфигурацию и положение двойной связи ближе к центру цепи.

Из насыщенных кислот наиболее часто встречаются пальмитиновая и стеариновая, они придают жирам твердую консистенцию, таких кислот больше в животных жирах. Ненасыщенные жирные кислоты широко распространены в растительных маслах, в жире морских животных и рыб, при комнатной температуре они имеют жидкую консистенцию. Наиболее часто встречаются олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты, имеющие соответственно одну, две и три двойные связи. Арахидоновая кислота с четырьмя двойными связями имеет наиболее высокую биологическую активность.

При хранении в неблагоприятных условиях (повышенная температура и относительная влажность воздуха, на свету, контакт с кислородом воздуха и металлами) происходит прогоркание жиров. Оно обусловлено протеканием окислительных процессов с накоплением пероксидов, альдегидов, кетонов и др. Причиной прогоркания может быть и действие ферментов – липазы и липоксигеназы.

В организме существует две формы жира: запасной и структурный. Запасной сосредоточен в подкожном слое и сальниках. Он используется организмом для обновления структурного жира, как источник энергии, предохраняет организм от переохлаждения и механических повреждений, служит амортизатором для внутренних органов, смазочным материалом. Структурный жир в виде липопротеиновых комплексов входит в состав протоплазмы, а в форме фосфолипидов (фосфатидов) – в состав клеточных и внеклеточных мембран. Жиры в составе нервных клеток обеспечивают передачу нервных импульсов, участвуют в образовании некоторых гормонов.

Важную физиологическую роль в организме выполняют сопутствующие жирам вещества: фосфолипиды (лецитин, кефалин), стеринны, жирорастворимые витамины.

Фосфатиды в комплексе с белками входят в состав нервных и мозговых тканей, печени, сердечной мышцы, половых желез, клеточных мембран. Они принимают участие в процессе свертывания крови, лецитин способствует выведению из организма избыточного холестерина. Фосфатиды содержатся в нерафинированных растительных маслах, яичном желтке, мозге, печени животных и других продуктах. При недостатке фосфолипидов происходит накопление жира в печени и кровеносных сосудах.

Из стеринов важная роль принадлежит холестерину, который участвует в образовании гормонов и необходим для синтеза желчных

кислот. Холестерин поступает в организм с пищевыми продуктами и синтезируется в организме. При нарушении холестеринового обмена он откладывается на стенках кровеносных сосудов, в желчных путях, нарушая их функции, способствует развитию атеросклероза и желчекаменной болезни.

Незаменимым фактором питания является комплекс полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) – арахидоновой, линолевой и линоленовой. Биологическое значение этих кислот сравнимо со значением витаминов, их часто называют витамином F. Эссенциальные кислоты влияют на обмен холестерина, повышают эластичность кровеносных сосудов, устойчивость организма к ультрафиолетовому и радиоактивному облучениям, участвуют в образовании гормоноподобных веществ – простагландинов. При недостатке в организме ПНЖК наблюдается некротическое поражение кожных покровов, нарушаются половая деятельность, пищеварение, функционирование почек.

Пищевая ценность и усвояемость жиров. Ценность жиров как компонентов питания определяется наличием в их составе полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, стерина, жирорастворимых витаминов. В зависимости от содержания ПНЖК жиры делят на три группы: растительные масла с высоким содержанием ПНЖК (50–80%) – подсолнечное, соевое, кукурузное, хлопковое; жиры со средней биологической активностью, содержащие 15–22% ПНЖК, – масло оливковое, сало свиное, жир куриный; жиры с низким (5–6%) содержанием ПНЖК – бараний, говяжий, молочный.

В расщеплении жиров в организме участвуют фермент липаза, желчь и желчные кислоты, их переваривание происходит в тонком кишечнике. Образовавшийся глицерин хорошо растворяется в воде и быстро всасывается стенками кишечника. Всасывание жирных кислот идет при участии желчных кислот, с которыми они образуют растворимые в воде комплексы. Чем выше температура плавления жира, тем хуже он усваивается организмом.

Для покрытия энергетических затрат организма и построения клеточных структур взрослому человеку необходимо 80–100 г жира в сутки. Разработано понятие «эталонный» жир – жир, обладающий показателями, необходимыми для правильного питания человека. Такой жир должен содержать 38–47% ненасыщенных и 53–62% насыщенных жирных кислот при отношении количества ненасыщенных кислот к насыщенным от 0,6 до 0,9. Содержание линолевой кислоты должно составлять 7–10%, линоленовой – 0,5–1,0%,

низкомолекулярных кислот C_4-C_{12} – 10–12%, *транс*-изомеров – не более 16%, фосфолипидов – не менее 0,3%, холестерина – не более 0,2%.

Недостаточное потребление жира может привести к нарушению функций центральной нервной системы, половых желез, ослаблению иммунитета и устойчивости организма к неблагоприятным факторам. Избыточное потребление жиров приводит к ожирению, возникновению атеросклероза, нарушениям функций печени, ухудшению усвояемости кальция, магния и других веществ.

Углеводы

Характеристика и функции углеводов в организме. *Моносахариды* в пищевых продуктах присутствуют в свободном виде или в составе ди- и полисахаридов. В свободном виде *глюкоза* и *фруктоза* содержатся в плодах, ягодах, меде. В связанном состоянии глюкоза входит в состав сахарозы, крахмала, клетчатки; фруктоза – в состав сахарозы, раффинозы, инулина. *Галактоза* в свободном состоянии в пищевых продуктах не встречается, в связанном виде она входит в состав молочного сахара – лактозы.

Моносахариды обладают восстанавливающей способностью, разлагаются в щелочной среде, имеют сладкий вкус. Если сладость сахарозы принять за 100 усл. ед., то сладость глюкозы составляет 74 усл. ед., фруктозы – 173 усл. ед., галактозы – 32 усл. ед., лактозы – 16 усл. ед.

Дисахариды в пищевых продуктах представлены в основном *сахарозой*, *лактозой* и *мальтозой*. Источником сахарозы являются сахарная свекла, фрукты, ягоды, лактоза встречается только в молоке и молочных продуктах, мальтоза в небольшом количестве содержится в семенах злаковых культур. Мальтозу называют солодовым сахаром, поскольку она образуется при ферментативном расщеплении крахмала солода.

Из *полисахаридов* в состав пищевых продуктов входят *крахмал*, *гликоген*, *целлюлоза* (клетчатка), *пектиновые вещества*. Крахмал и гликоген имеют сходное строение, в качестве запасного углевода крахмал содержится в зерновых культурах и картофеле, гликоген – в органах и тканях животных. Целлюлоза содержится в растительном сырье и продуктах из этого сырья (фруктах, овощах, крупе, хлебе из муки грубого помола). Пектиновые вещества по химической структуре представляют собой полимеры, состоящие из остатков галактуроновой кислоты, этерифицированных метанолом и соединенных между собой гликозидными связями. Пектиновые вещества содержатся в плодах (яблоки, груши, сливы,

абрикосы, цитрусовые), ягодах (красная и черная смородина и др.), клубнях (свекла, морковь и др.).

И целлюлоза, и пектиновые вещества, входя в состав клеточных стенок, выполняют опорные функции и удерживают коллоидную влагу, предохраняя плоды и овощи от высыхания. В незрелых плодах и овощах пектиновые вещества, связанные с целлюлозой, не растворяются в воде, такая форма пектина называется *протопектином*. По мере созревания плодов протопектин переходит в растворимую форму – *гидратопектин*. Под действием фермента протопектиназы происходит постепенное деметоксилирование – отщепление метоксильных групп, в результате чего пектин превращается в пектовую кислоту. Способность пектиновых веществ образовывать студни используют при производстве мармелада, джема, пастилы. Следует отметить, что желирующая способность пектина снижается по мере его деметоксилирования и пектовая кислота такой способностью не обладает.

В организме человека углеводы служат основным источником энергии, входя в состав тканей и жидкостей, выполняют пластические функции. Продукты окисления углеводов служат исходными веществами для синтеза необходимых организму соединений. Углеводы выполняют разнообразные регуляторные (препятствуют накоплению кетоновых тел при окислении жиров и др.) и защитные функции (гепарин предотвращает свертывание крови и образование тромбов, гиалуроновая кислота препятствует проникновению бактерий через оболочку клетки и др.). Клетчатка и пектиновые вещества выводят из организма вредные вещества (избыточный холестерин, соли тяжелых металлов, радионуклиды и др.). Обмен фруктозы в организме происходит с участием ферментов, активность которых не зависит от наличия инсулина, поэтому ее используют в рационах питания больных сахарным диабетом. Углеводы оказывают тонизирующее действие на центральную нервную систему.

Пищевая ценность и усвояемость углеводов. Пищевая ценность углеводов определяется степенью их очистки (рафинирования). Углеводы, максимально освобожденные от сопутствующих составных частей (клетчатки, минеральных веществ, витаминов и др.), являются только легкодоступным источником энергии и не имеют биологической ценности. Такие углеводы содержатся в сахаре, кондитерских изделиях, хлебе из муки высшего сорта и других продуктах, их называют «незащищенными». В отличие от них, «защищенные» углеводы содержатся в продуктах растительного происхождения, не подвергнутых глубокой очистке и обработке, они представляют

комплекс крахмала с клетчаткой, медленнее усваиваются и равномернее снабжают организм энергией.

Расщепление углеводов начинается уже в ротовой полости, так как слюна содержит амилазу – фермент, расщепляющий крахмал. В желудке при значении рН желудочного сока 1,5–2,5 амилаза не действует. переваривание углеводов происходит в кишечнике под действием амилаз и других ферментов желудочного сока и поджелудочной железы. Моносахариды быстро всасываются в кровь, быстрее всего глюкоза, несколько медленнее фруктоза. Часть фруктозы и галактозы задерживается печенью, превращаясь в гликоген. Целлюлоза и пектиновые вещества в организме человека не расщепляется из-за отсутствия соответствующих ферментов. Вместе с тем, присутствие в рационе растительных пищевых волокон является обязательным, поскольку они составляют основное содержимое кишечника и способствуют его перистальтике.

Потребление углеводов составляет 400–500 г в сутки, содержание моно- и дисахаридов – 50–100 г, пищевых волокон – 20–25 г, в том числе клетчатки и пектиновых веществ – 10–15 г. Избыточное потребление углеводов приводит к нарушению обмена веществ, ожирению, диабету, сердечно-сосудистым заболеваниям, возникновению аллергических реакций и т. д.

Витамины

Витамины – низкомолекулярные органические соединения различного строения. Они требуются организму в очень малых количествах, но обладают высокой биологической активностью и выполняют жизненно важные функции. Витамины регулируют множество биохимических и физиологических процессов, без них невозможно нормальное развитие и жизнедеятельность человека и животных. Даже при достаточном количестве в пище белков, жиров, углеводов, но при дефиците витаминов нарушаются процессы обмена.

Большинство витаминов в организме человека и животных не синтезируется и не может накапливаться, поэтому они должны регулярно поступать с пищей. Витамины синтезируются в клетках растений и микроорганизмов, в том числе обитателей кишечника человека и животных.

Витамины делят на две группы: жирно- и водорастворимые. В табл. 2 приведены сведения по основным витаминам: роль в организме, признаки недостаточности и основные источники витаминов обеих групп.

Функции и источники основных витаминов

Название, суточная потребность	Функции в организме	Признаки недостаточности	Основные источники
А (ретинол), 0,8–1,0 мг	Необходим для нормального роста и формирования эпителиальной ткани. Участвует в формировании костной ткани, обмене белков и липидов, регуляции проницаемости мембран. Альдегидная форма витамина необходима для образования зрительного пигмента	Торможение роста, сухость кожи, роговицы и дегенерация слизистых оболочек. Образование угрей, ломкость ногтей, тусклость и выпадение волос. Нарушенная адаптация к темноте	Печень рыб, животных, молоко и молочные продукты, растительные продукты, содержащие каротиноиды: морковь, тыква, облепиха, томаты, красный перец, абрикосы, укроп, шпинат, щавель, зелень петрушки и др.
Д (кальциферол), 0,005–0,01 мг	Регулирует всасывание кальция в пищеварительном тракте и связанные с ним обменные процессы. Необходим для образования костей и зубов, способствует всасыванию фосфора	У детей рахит – нарушение кальцификации растущих костей, у взрослых остеомаляция, выраженная в костных болях и спонтанных переломах	Печень и жир рыб, печень животных, яичный желток, молоко, образуется в коже из предшественников (эргостерола, холестерина) при воздействии ультрафиолетового излучения
Е (токоферол), 10–15 мг	Необходим для нормального процесса размножения, оказывает антиоксидантное действие, участвует в регуляции синтеза ферментов	Нарушения полового цикла, заболевания органов размножения, мышечная дистрофия, паралич конечностей	Растительные масла, зародыши пшеницы, ржаная мука, печень, зеленые овощи
К (филлохинон), 0,08–0,1 мг	Участвует в конечной стадии синтеза протромбина, является незаменимым фактором свертывания крови (антигеморрагическим фактором)	Замедление свертываемости крови, кровотечения, кровоизлияния под кожей	Капуста, картофель, шпинат, крапива, печень животных, синтезируется микробиотой кишечника
Ф (незаменимые жирные кислоты)	Участвует в регуляции липидного обмена, способствует выведению холестерина	Не описаны	Растительные и животные жиры

Название, суточная потребность	Функции в организме	Признаки недостаточности	Основные источники
В ₁ (тиамин), 1,5– 2,0 мг	Участвует в углеводном, белковом и жировом обмене, нормализует работу сердца, желудка, деятельность нервной системы	Болезнь бери-бери – поражение нервной системы, сердечная недостаточность, отеки, повышенная раздражительность, бессонница, нарушения функционирования пищеварительной и сердечно-сосудистой систем	Зародыши и оболочки пшеницы и риса, мука низких сортов, отруби, дрожжи пивные, печень, почки
В ₂ (рибофлавин), 1,5– 3,0 мг	Регулирует окислительно-восстановительные процессы, участвует в углеводном, белковом и жировом обмене, обеспечивает цветное и световое зрение	Сухость губ, трещины, конъюнктивит, слабость, задержка роста, заболевания кожи (себорея, псориаз), нарушения деятельности нервной системы	Пшеница, рожь, яйца, дрожжи пивные, молоко и молочные продукты, печень, почки, овощи
В ₃ (пантотеновая кислота), 5–10 мг	Участвует в жировом и азотистом обмене, нормализует функции надпочечников и щитовидной железы	Нарушение нервно-мышечной координации, утомляемость, мышечные судороги, поражение кожных покровов, выпадение волос, онемение пальцев ног	Печень, почки, сердце, пивные дрожжи, яичный желток, молоко, зеленый горошек
РР (В ₅) (ниацин), 19–20 мг	Нормализует секреторную функцию желудка, работу печени, улучшает секрецию и состав сока поджелудочной железы, регулирует ритм сокращения сердечной мышцы	Вялость, быстрая утомляемость, бессонница, сердцебиение, восприимчивость к инфекционным заболеваниям, при значительном дефиците – пеллагра (изъязвление слизистых оболочек, шелушение и пигментация кожи, нарушения функций нервной, сердечно-сосудистой систем, психики)	Пшеница, мука грубого помола, печень, почки, пивные дрожжи, мясо, бобовые, гречиха
В ₆ (пиридоксин), 1,5– 3,0 мг	Участвует в обмене аминокислот и жирных кислот, играет важную роль в азотистом обмене. Необходим для нормальной деятельности нервной системы, органов кроветворения, печени	Депрессия, раздражительность, судороги, развитие атеросклероза, дерматиты	Мясо, печень, рыба, хлеб, крупы, бобовые, овощи, зеленые части растений, дрожжи, синтезируется микробиотой кишечника

Название, суточная потребность	Функции в организме	Признаки недостаточности	Основные источники
В ₉ (фолиевая кислота), 0,2–0,3 мг	Участвует в обмене и синтезе нуклеиновых кислот и аминокислот, процессах кроветворения, способствует усвоению витамина В ₁₂ , снижает уровень холестерина в крови	Анемия, заболевания печени, органов пищеварения, ослабление иммунной системы	Печень, белая рыба, зеленые овощи, пивные дрожжи, синтезируется микробиотой кишечника
В ₁₂ (кобаламин), 2–3 мкг	Участвует в углеводном, белковом и липидном обмене, процессах кроветворения, деятельности нервной системы	Пернициозная анемия, нарушения обмена основных веществ, деятельности нервной системы, снижение аппетита, слабость, головокружение	Печень, почки, сердце, мясо, рыба, молоко, яйца, синтезируется микробиотой кишечника
Н (биотин), 0,15–0,3 мг	Участвует в биосинтезе жирных, нуклеиновых кислот, аминокислот, регулирует функции нервной системы	Анемия, дерматиты, нарушение функций нервной системы, депигментация кожи, себорея	Печень, почки, дрожжи, бобовые, орехи, яйца, молоко, синтезируется микробиотой кишечника
С (аскорбиновая кислота), 70–100 мг	Играет важную роль в обменных процессах, благоприятно действует на функции нервной системы, стимулирует деятельность эндокринных желез, способствует кроветворению, усвоению железа, снижает уровень холестерина в крови, благоприятно действует на иммунную систему, повышает прочность и эластичность стенок капиллярных сосудов	Снижение умственной и физической работоспособности, ломкость капилляров, цинга – кровоточивость и распухание десен, выпадение зубов, анемия, нарушение желудочной секреции, провоцирование фурункулеза, туберкулеза, онкологических заболеваний	Шиповник, черная смородина, сладкий перец, печень, облепиха, цитрусовые плоды, зеленые овощи, томаты, капуста, молодой картофель
Р (рутин), 35–50 мг	Укрепляет стенки капилляров, регулирует их проницаемость, способствует нормализации кровяного давления, повышает активность витамина С	Снижение умственной и физической работоспособности, ломкость капилляров	Черная смородина, рябина, сладкий перец, цитрусовые плоды

Следует учитывать, что многие витамины не устойчивы в условиях получения и хранения пищевых продуктов.

Аскорбиновая кислота легко разрушается под действием кислорода воздуха в присутствии следов железа и меди, мало чувствительна к свету, более устойчива в кислой среде, чем в щелочной. При тепловой обработке содержание витамина С уменьшается на 25–60%.

Витамины В₃ и В₁₂ достаточно термостабильны, но в кислой и щелочной среде устойчивость этих витаминов снижается. Кроме того, при варке значительная часть пантотеновой кислоты переходит из продуктов в воду.

Витамины В₁ и В₂ устойчивы в присутствии кислорода, кислот, но чувствительны к действию света, щелочей. При нагревании рибофлавин более устойчив, чем тиамин.

Витамин В₆ разрушается на свету и в щелочных средах.

Фолиевая кислота легко разрушается при тепловой обработке молока и овощей, но более устойчива в мясопродуктах и яйцах.

Наиболее стабильными при переработке и хранении продуктов являются биотин и витамин РР.

Вода и минеральные вещества

Вода. Содержание воды в организме человека составляет в среднем 65%, она входит в состав всех органов и тканей: головной мозг на 85% состоит из воды, кровь – на 80%, мышцы – на 76%, в костях и зубах содержание воды составляет около 20%.

Все жизненные процессы в организме протекают при участии воды. В ней растворяются и переносятся питательные вещества и продукты обмена, протекают биохимические реакции, вода служит смазочным материалом в суставах и местах соприкосновения органов, благодаря воде поддерживается постоянная температура тела, она равномерно распределяет тепло, предохраняет организм от переохлаждения и перегрева, участвует в реакциях гидролиза сложных органических веществ и т. д.

Потеря 6–8% воды приводит к полуобморочному состоянию, при потере 20% воды сердце не может протолкнуть сгустившуюся кровь по сосудам и человек погибает.

Человеку в среднем требуется около 2 дм³ воды в сутки, включая воду, которая поступает с пищей, питьем и которая образуется при окислении жиров, углеводов и белков.

К воде, которая используется на пищевые нужды и для получения пищевых продуктов, предъявляется ряд требований. Она должна быть безвредной по химическому составу, безопасной в эпидемическом отношении, должна обладать благоприятными органолептическими свойствами: быть бесцветной, прозрачной, без запаха и привкуса. Гигиенические требования к качеству питьевой воды в республике устанавливают Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 БР 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Для ряда технологических операций важное значение имеет жесткость воды – свойство воды, обусловленное содержанием в ней ионов кальция и магния. Единицей жесткости является моль на дециметр кубический. Величине жесткости воды 1 моль/дм³ соответствует массовая концентрация эквивалентов ионов кальция 20,04 мг/дм³ и ионов магния 12,15 мг/дм³. Величина общей жесткости воды не должна превышать 7 моль/дм³.

В некоторых пищевых технологиях предъявляются особые требования к жесткости воды. Общая жесткость воды для пивоваренного производства не должна превышать 4–5 моль/дм³, а для производства светлых сортов пива – 3 моль/дм³. В ликеро-водочном производстве общая жесткость воды не должна быть более 1 моль/дм³. В этих производствах применяют различные способы умягчения воды: добавляют реагенты, переводящие соли жесткости в нерастворимое состояние, с последующим отделением осадка фильтрованием, применяют ионообменные фильтры и др.

Макроэлементы. К макроэлементам относят те элементы, содержание которых в организме измеряется целыми процентами или десятками долями процента. Это кальций, фосфор, натрий, калий, сера, магний, хлор.

Кальций. Содержание кальция в организме составляет около 1 кг, он входит в состав костей, зубов и других тканей. Кальций играет важную роль в механизме мышечных сокращений, благодаря его присоединению к мышечному белку актину происходит взаимодействие последнего с миозином с образованием актомиозина. Он катализирует расщепление АТФ, и высвобождается энергия для мышечного сокращения. Работа сердечной мышцы, как и всех других мышц, зависит от нормального поступления ионов кальция. Кальций наряду с калием обеспечивают нормальную свертываемость крови, регулируют проницаемость клеточных мембран,

снижают аллергические реакции в организме, повышают сопротивляемость организма неблагоприятным факторам.

Определенный уровень кальция в организме поддерживается гормонами, которые вырабатывают щитовидная и околощитовидная железы. В регулировании обмена кальция в организме особая роль принадлежит витамину D, при недостатке которого замедляется поступление кальция в костную ткань и возникает рахит. При нарушениях кальциевого обмена у людей пожилого возраста соли кальция оседают на стенках кровеносных сосудов, которые становятся хрупкими и ломкими. При недостатке кальция происходит деминерализация костей, что приводит к их хрупкости (остеопороз).

В большинстве пищевых продуктов кальций находится в виде нерастворимых солей и относится к трудноусвояемым элементам. Особенно затрудняется усвояемость кальция, если в рационе высокое содержание жира, поскольку желчь и желчные кислоты участвуют в усвоении жиров и их уже недостаточно для перевода кальция в растворимое состояние. Кроме того, на усвояемость кальция влияет содержание в пище солей фосфора и магния (оптимальными соотношениями кальция и фосфора считаются 1 : 1,5, а кальция и магния – 1,0 : 0,7). Источниками кальция являются молоко и молочные продукты, особенно сыры и творог, зеленый лук, петрушка, фасоль, питьевая вода и др.

Фосфор входит в состав костей и зубов, нервных и мозговых тканей, необходим для образования АТФ, нуклеиновых кислот, некоторых ферментов, участвует в обмене углеводов, белков и жиров. При длительном дефиците фосфора в пищевом рационе нарушается структура костей, снижается умственная и физическая работоспособность, нарушается аппетит.

Фосфор усваивается организмом сравнительно легко, легче из таких продуктов животного происхождения, как печень, мясо, рыба, яичный желток и др., чем из растительных продуктов (овсяная и перловая крупы, бобовые и др.).

Натрий в организме содержится во внеклеточной жидкости. Он необходим для поддержания осмотического давления в клетках, передачи нервных импульсов и регулирования кислотно-щелочного равновесия. Натрий повышает активность пищеварительных ферментов и способствует удержанию влаги в организме.

Потребность в натрии в основном удовлетворяется за счет поваренной соли. Избыточное потребление соли приводит к повышению кровяного давления, отечности, увеличению веса, возрастанию нагрузки на почки и сердечно-сосудистую систему.

Калий в отличие от натрия практически весь сосредоточен внутри клеток. Наряду с натрием он участвует в поддержании осмотического давления в клетках, передаче нервных импульсов и регулировании кислотно-щелочного равновесия. Кроме того, калий необходим для нормальной работы сердечной мышцы и некоторых ферментов, а также способствует выведению из организма воды.

Источниками калия являются продукты растительного происхождения: картофель, капуста, курага, чернослив, изюм и др.

Магний играет важную роль в минеральном обмене, он необходим для построения скелета, является активатором ряда ферментов. Магний снимает спазмы кровеносных сосудов, оказывает сосудорасширяющее действие, снижает содержание холестерина в крови, способствует выведению из организма вредных соединений, угнетает рост некоторых злокачественных опухолей.

Магний поступает в организм с продуктами растительного происхождения (помидоры, картофель, персики, абрикосы, цветная капуста и др.) и хорошо усваивается.

Хлор принимает участие в регулировании водно-солевого баланса организма и осмотического давления в клетках, он необходим для образования хлористоводородной кислоты желудочного сока.

Хлор поступает в организм в основном с хлоридом натрия.

Микроэлементы. Количество таких элементов в организме измеряется миллиграмм-процентами. К ним относятся железо, медь, цинк, йод, фтор и др.

Железо большей частью входит в состав гемоглобина, который переносит тканям кислород. Кроме того, железо содержится в печени и некоторых других органах, оно входит в состав ферментов, клеточных ядер и цитоплазмы. Железо участвует в окислительно-восстановительных реакциях в организме.

Недостаток железа приводит к железодефицитной анемии, причем даже при достаточном содержании его в продуктах питания на его усвояемость влияет ряд факторов. Так, усвояемость железа возрастает в присутствии углеводов (глюкозы, фруктозы, сахарозы), которые образуют с железом растворимые комплексы, органических кислот (лимонной, яблочной, винной), витаминов E, D, B₁, B₂ и C. Снижают усвояемость железа полифенолы, некоторые минеральные вещества (цинк, фосфор).

Железо содержится в продуктах животного (печень, мясо, рыба, яйца) и растительного происхождения (ягоды, овощи, зеленые части растений, хлебопродукты). Их животной пищи железо усваивается примерно на треть, а из растительной – значительно хуже.

Медь принимает участие в процессах кроветворения, углеводном обмене. В небольших количествах медь входит в состав всех тканей организма, повышенное ее содержание в печени и головном мозге. Медь входит в состав некоторых ферментов, например тирозиназы (полифенолоксидазы). С недостаточной активностью этого фермента связан альбинизм – врожденное отсутствие окраски кожи, волос, чрезмерная активность тирозиназы может привести к возникновению рака кожи.

При избыточном поступлении в организм меди наблюдаются острые отравления с нарушениями функций центральной нервной системы. В организме имеются защитные системы, ограничивающие всасывание меди.

Медь присутствует в продуктах как растительного, так и животного происхождения.

Цинк входит в состав гормона инсулина, вырабатываемого поджелудочной железой, в состав большого количества ферментов, необходим для нормальной функции эндокринных желез, синтеза белков, процесса оплодотворения клеток.

Дефицит цинка может вызвать замедление роста и полового созревания, нарушение процессов пищеварения. Вместе с тем, повышенное количество цинка в тканях и органах может быть причиной возникновения злокачественных новообразований.

Как и медь, цинк в небольших количествах присутствует в продуктах растительного и животного происхождения.

Йод находится в мышечной ткани организма, коже, костной ткани, щитовидной железе, входит в состав гормона, вырабатываемого этой железой. При недостатке йода развивается зоб – тяжелое заболевание, приводящее к расстройству всех функций организма.

Природными источниками йода являются рыба, морепродукты, мясо, яйца, молоко, овощи, фрукты. Надежным способом предотвращения йододефицита является регулярное потребление йодированной соли.

Фтор выполняет пластические функции в процессах роста костной ткани и зубной эмали, некоторое количество фтора находится в щитовидной железе.

При недостатке поступающего в организм фтора развивается кариес зубов. Основным источником фтора – питьевая вода.

Кобальт входит в состав витамина В₁₂, недостаток которого вызывает малокровие, заболевания нервной системы, печени.

Ультрамикроэлементы. Такие элементы, как марганец, хром, никель, молибден, селен, серебро, золото, ванадий и другие содержатся

в организме в очень малых следовых количествах, поэтому роль их изучена недостаточно. Установлено, что марганец, хром, никель, молибден входят в состав некоторых ферментов и играют важную роль в жизнедеятельности человека.

В последнее время уделяется повышенное внимание содержанию в пищевых продуктах селена. Дефицит селена вызывает замедление роста, сосудистую патологию, дегенеративные изменения поджелудочной железы и репродуктивных органов. Селен является важнейшим антиоксидантом, он входит в состав фермента глутатионпероксидазы, который препятствует перекисному окислению липидов в клеточных мембранах и подавляет свободные радикалы.

Пищевые и биологически активные добавки

При совершенствовании технологии традиционных продуктов питания и создании продуктов нового поколения широко используют пищевые и биологически активные добавки.

В Республике Беларусь их применение регламентируется Санитарными правилами и нормами СанПиН 13-10 РБ 2002 «Гигиенические требования к качеству и безопасности пищевых добавок и их применению».

Пищевые добавки (ПД). К ним относят природные вещества и искусственные соединения, обычно не употребляемые в пищу, но преднамеренно вносимые в пищевой продукт в процессе его изготовления с целью улучшения производственного процесса, увеличения стойкости продукта к различным видам порчи, изменения его органолептических свойств или структуры.

В зависимости от целей введения выделяют следующие группы пищевых добавок:

- для улучшения внешнего вида (красители, стабилизаторы, фиксаторы окраски);
- для регулирования вкуса (подсластители, улучшители вкуса и аромата, регуляторы кислотности, ароматизаторы);
- для регулирования консистенции (загустители, гелеобразователи, стабилизаторы, эмульгаторы, разжижители, пенообразователи);
- для увеличения сроков сохранности продуктов (консерванты, антиоксиданты, влагоудерживающие агенты, пленкообразователи).

Некоторые пищевые добавки выполняют комплексные технологические функции. Например, лецитины используют в качестве эмульгаторов, стабилизаторов, антиоксидантов, синергистов (усилителей) антиоксидантов, влагоудерживающих агентов, хлебопекарных улучшителей.

На протяжении многих веков человек использовал пищевые добавки (соль, уксусную кислоту, специи, ароматические вещества). Однако в настоящее время наблюдается бурный рост производства и применения пищевых добавок. Для классификации и маркировки пищевых добавок предусмотрено использование стандартов и директив Комиссии «Codex Alimentarius» и действующих Директив ЕЭС. Пищевым добавкам, отвечающим общим требованиям к степени очистки, присвоен код, состоящий из индекса согласно Европейской цифровой системе (Е) и номера, цифры которого обозначают наименование функциональных классов.

Пищевые добавки, как любые химические соединения, могут быть токсичными. В СанПиН 13-10 РБ 2002 приведен перечень пищевых добавок, разрешенных к применению при производстве пищевых продуктов, и максимально допустимые уровни пищевых добавок в пищевых продуктах и продовольственном сырье.

В соответствии с СанПиН 13-10 РБ 2002 на потребительской упаковке пищевого продукта, приготовленного с использованием пищевых добавок, необходимо указывать название каждой пищевой добавки.

Биологически активные добавки (БАД). Представляют собой концентраты натуральных или идентичных натуральным биологически активных веществ, предназначенные для непосредственного приема с пищей или введения в состав пищевых продуктов с целью обогащения рациона отдельными пищевыми и биологически активными веществами и их комплексами. Компоненты БАД предназначены для оптимизации углеводного, жирового, белкового, витаминного обмена, нормализации и улучшения функционального состояния органов и систем организма человека, оказания общеукрепляющего, мягкого мочегонного, тонизирующего, успокаивающего и других видов действия, профилактики заболеваний, нормализации микробиоты желудочно-кишечного тракта, в качестве энтеросорбентов.

Биологически активные добавки классифицируют в зависимости от того, источниками каких групп пищевых и биологически активных веществ они являются. В соответствии с этим различают:

– нутрицевтики – дополнительные источники пищевых веществ (белков, аминокислот, эссенциальных жирных кислот, углеводов, жирос- или водорастворимых витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон);

– парафармацевтики – источники физиологически активных веществ;

– пробиотики – источники живых непатогенных нетоксигенных микроорганизмов, их структурных компонентов и метаболитов.

2. ОСНОВЫ БИОХИМИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Ферментативный гидролиз крахмала

Гидролиз крахмала под действием ферментов имеет место в спиртовом производстве, пивоварении, хлебопечении и др.

Углеводная часть крахмала состоит из двух полисахаридов – амилозы и амилопектина, построенных из остатков глюкозы.

Молекулярная масса амилозы составляет $3 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$ Да. Молекула состоит из нескольких параллельно расположенных цепочек, образованных глюкозными остатками, связанными глюкозидными α -1,4-связями (рис. 1). В каждой цепочке глюкозные остатки расположены по спирали.

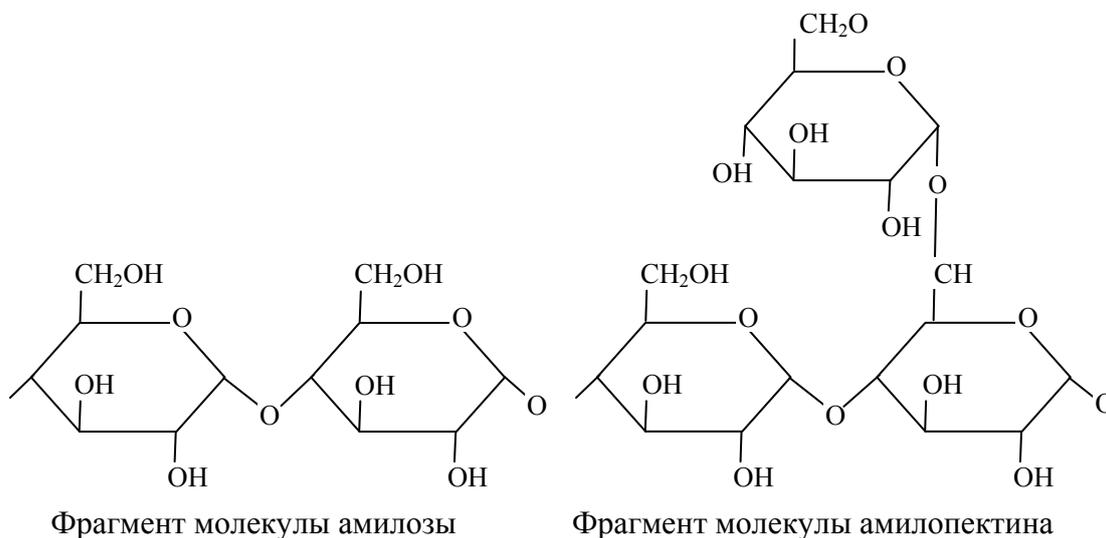


Рис. 1. Структура крахмала

Молекулярная масса амилопектина достигает сотен миллионов, молекула амилопектина содержит около 2500 глюкозных остатков и имеет вид разветвленной цепи. Главная цепочка, к которой присоединяются боковые ветви, состоит из 25–30 глюкозных остатков, каждая боковая ветвь имеет 15–18 остатков глюкозы. Боковые цепочки в свою очередь связаны с соседними цепочками. В пределах одной цепочки остатки глюкозы связаны между собой так же, как и в амилозе – α -1,4-связями. Связь же между отдельными цепочками в амилопектине осуществляется α -1,6-глюкозидными связями.

Ферментативный гидролиз крахмала проводится амилолитическими ферментами солода или ферментных препаратов. Амилолитический комплекс солода состоит из α - и β -амилазы и декстриназы (олиго- α -1,6-глюкозидазы). В ферментных препаратах присутствуют α -амилаза, олиго- α -1,6-глюкозидаза и глюкоамилаза. Каждый фермент имеет свои особенности, которые обуславливают состав получаемых продуктов.

α -Амилаза – эндофермент, гидролизующий α -1,4-связи внутри молекул амилозы и амилопектина с образованием продуктов неполного гидролиза крахмала – декстринов. α -Амилазу называют декстринирующим ферментом. При длительном воздействии α -амилазы на амилозу последняя почти полностью превращается в мальтозу, мальтотриозу и небольшое количество глюкозы. Действие α -амилазы на амилопектин приводит к образованию мальтозы и низкомолекулярных декстринов с 5–8 глюкозными остатками. Такой состав продуктов обусловлен тем, что α -амилаза не действует на α -1,6-глюкозидные связи в местах разветвления макромолекул амилопектина.

β -Амилаза – экзофермент, гидролизующий α -1,4-связи с нередуцирующих концов молекул амилозы и амилопектина с образованием мальтозы. β -Амилазу называют сахарофицирующим ферментом, она также не расщепляет α -1,6-глюкозидные связи.

При совместном действии α - и β -амилаз 95% крахмала превращается в мальтозу и 5% – в низкомолекулярные декстрины, содержащие α -1,6-связи.

α -1,6-Глюкозидные связи в амилопектине и декстринах гидролизуются под действием фермента декстриназы, который содержится в овсяном и просянном солоде.

Глюкоамилаза – экзофермент, гидролизующий как α -1,4-, так и α -1,6-глюкозидные связи. Действуя с нередуцирующих концов молекул амилозы и амилопектина, глюкоамилаза отщепляет молекулу глюкозы в β -форме.

Основными факторами, влияющими на скорость ферментативных реакций, являются температура, значение pH, концентрация субстрата и фермента.

Каждый фермент проявляет наибольшую активность при определенной температуре, а по достижении предельной температуры происходит инактивация фермента. Так, β -амилаза ячменного солода при 70°C почти полностью инактивируется за несколько минут, а более термостойкая α -амилаза теряет активность при 80°C. Опти-

мальная температура для действия β -амилазы 63°C , для α -амилазы – 70°C . В то же время α -амилаза ферментных препаратов бактериального происхождения более термостойка и имеет оптимальную температуру действия $85\text{--}95^{\circ}\text{C}$. Глюкоамилаза микроскопических грибов и бактерий наиболее активна в интервале температур $55\text{--}60^{\circ}\text{C}$.

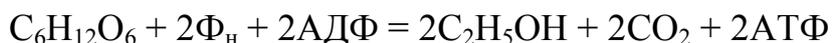
Каждый фермент имеет оптимальное значение pH, при котором он наиболее активен. В случае более высоких или более низких значений pH активность фермента снижается вплоть до полной инактивации. Оптимальное значение pH для солодовых α - и β -амилаз составляет соответственно 5,7 и 4,8. α -Амилаза микроскопических грибов проявляет максимум активности при pH 4,5–5,0, а бактериальная α -амилаза – при pH 5,0–6,0.

Сырой неоклейстеризованный крахмал расщепляется под действием амилаз очень медленно. При нагревании с водой крахмал переходит из твердого состояния в студнеобразное – клейстеризуется. Крахмальные зерна при этом набухают, а в последующем происходит их разрыв и диспергирование, т. е. разжижение крахмала. В таком состоянии крахмал значительно легче атакуется амилолитическими ферментами.

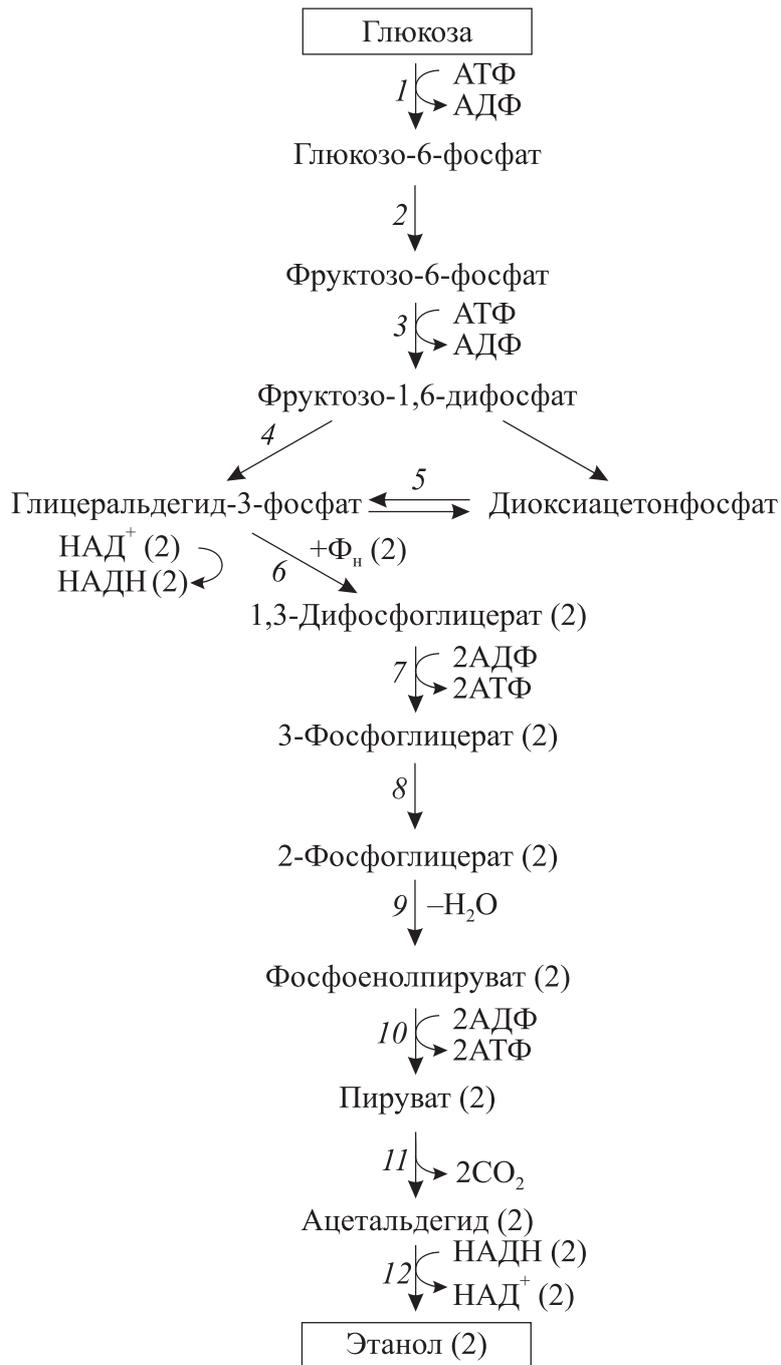
В бродильных производствах предъявляются разные требования к ферментативному гидролизу крахмала. В спиртовом производстве для получения наибольшего выхода спирта необходимо получить максимальное количество сбраживаемых сахаров. Поскольку декстрины дрожжами не сбраживаются и их осахаривание происходит на стадии брожения, когда сброжена большая часть мальтозы, важно, чтобы осахаривающие ферменты сохраняли свою активность до конца брожения. В пивоваренном производстве гидролиз крахмала должен проходить таким образом, чтобы в сусле, кроме мальтозы, оставалось определенное количество декстринов, обуславливающих полноту вкуса и вязкость пива.

Спиртовое брожение

Возбудителями спиртового брожения являются дрожжи родов *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Torulopsis*, *Kluuveromyces* и др. Они сбраживают глюкозу с образованием этанола и диоксида углерода:



Механизм спиртового брожения представлен на рис. 2.



Примечание. Цифрами обозначены ферменты, катализирующие реакции.

Рис. 2. Гликолитический путь расщепления глюкозы спиртообразующими дрожжами:

- 1 – гексокиназа; 2 – глюкозофосфатизомераза;
 3 – фосфотриозкиназа; 4 – альдолаза; 5 – триозофосфатизомераза;
 6 – глицеральдегидфосфатдегидрогеназа; 7 – фосфоглицераткиназа;
 8 – фосфоглицеромутаза; 9 – енолаза; 10 – пируваткиназа;
 11 – пируватдекарбоксилаза; 12 – алкогольдегидрогеназа

Кроме этанола и диоксида углерода, в небольших количествах образуются вторичные и побочные продукты брожения. Вторичные продукты наряду с этанолом образуются из глюкозы, побочные – из других веществ, находящихся в сбраживаемой среде, главным образом из аминокислот. Вторичными продуктами спиртового брожения являются глицерол, уксусный альдегид, уксусная, янтарная, молочная и лимонная кислоты, ацетон, 2,3-бутиленгликоль, ацетоин и диацетил; побочные продукты – высшие спирты: пропанол, изобутанол, изопентанол и др.

Молочнокислородное брожение

Молочнокислородные бактерии – специфическая группа микроорганизмов, осуществляющая сбраживание сахаров до молочной кислоты. Процесс молочнокислородного брожения каждой гексозы молочного сахара выражается суммарным уравнением:



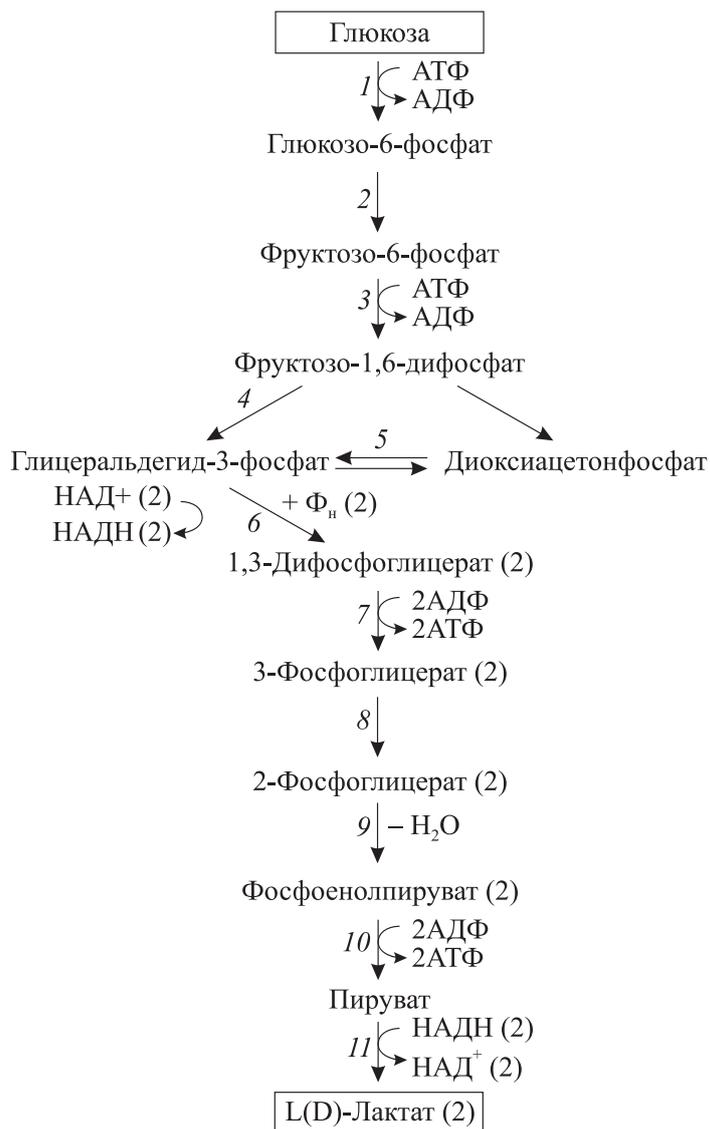
Наряду с молочной кислотой могут образовываться и побочные продукты брожения. В зависимости от характера продуктов сбраживания глюкозы молочнокислородные бактерии относят к гомоферментативным или гетероферментативным.

Гомоферментативные бактерии образуют главным образом молочную кислоту (более 90%) и незначительное количество побочных продуктов. Они сбраживают глюкозу по гликолитическому пути Эмбдена – Мейергофа – Парнаса.

Гетероферментативные бактерии около 50% глюкозы превращают в молочную кислоту, а остальное количество – в этанол, уксусную кислоту и CO₂. Эти бактерии осуществляют сбраживание глюкозы пентозофосфатным путем.

Гомоферментативное молочнокислородное брожение. Механизм гомоферментативного молочнокислородного брожения представлен на схеме (рис. 3).

Превращение глюкозы в пировиноградную кислоту происходит в результате ряда последовательных реакций при участии десяти ферментов. Далее пировиноградная кислота восстанавливается до молочной кислоты под действием фермента лактатдегидрогеназы. Роль восстановителя при этом играет НАД · Н₂, образовавшийся в реакции окисления 3-фосфоглицеринового альдегида.



Примечание. Цифры на схеме обозначают ферменты, катализирующие реакции.

Рис. 3. Гликолитический путь расщепления глюкозы молочнокислыми бактериями:

1 – гексокиназа; 2 – глюкозофосфатизомераза; 3 – фосфотруктокиназа;
 4 – альдолаза; 5 – триозофосфатизомераза; 6 – глицеральдегидфосфатдегидрогеназа;
 7 – фосфоглицераткиназа; 8 – фосфоглицеромутаза; 9 – енолаза;
 10 – пируваткиназа; 11 – лактатдегидрогеназа

Таким образом, при гомоферментативном молочнокислом брожении из 1 моля глюкозы образуется 2 моля молочной кислоты (с одновременным синтезом 2 молей АТФ).

При сбраживании глюкозы молочнокислыми бактериями могут образоваться два оптических изомера молочной кислоты: D(–)-лактат и L(+)-лактат.

Гетероферментативное молочнокислое брожение. У некоторых бактерий отсутствует фермент альдолаза, необходимый для расщепления фруктозо-1,6-дифосфата с образованием двух молекул триозофосфата. Такие бактерии не могут сбраживать глюкозу по гликолитическому пути, они используют пентозофосфатный путь, называемый также фосфоглюконатным, или гексозомонофосфатным шунтом. Механизм расщепления глюкозы гетероферментативными бактериями по пентозофосфатному пути приведен на рис. 5.

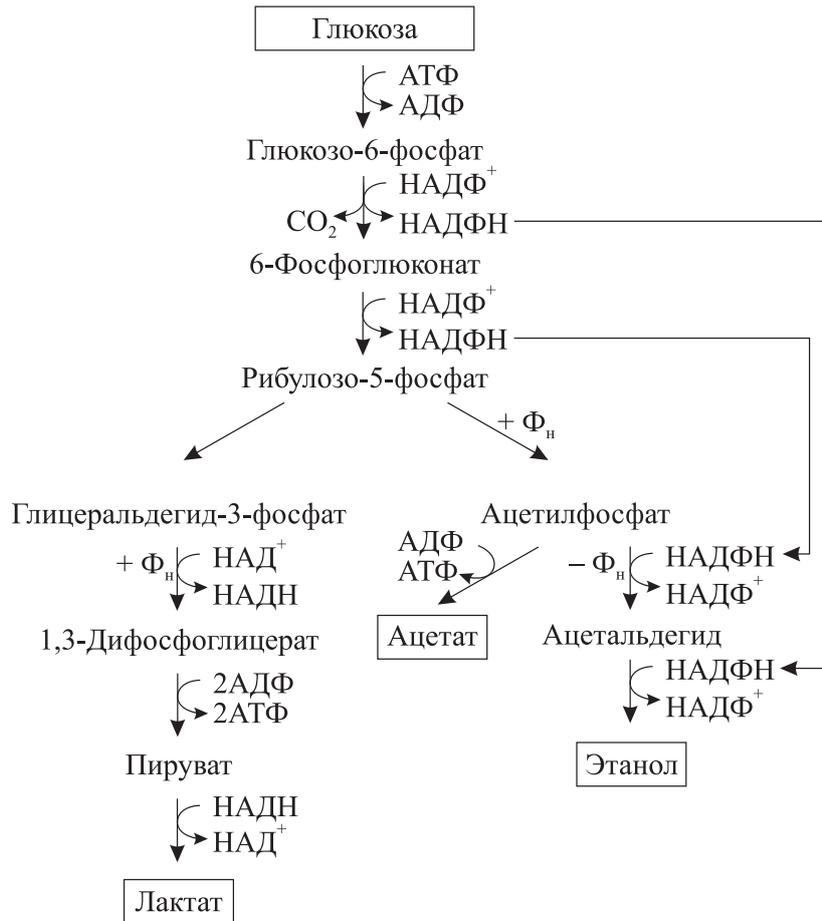


Рис. 5. Пентозофосфатный путь расщепления глюкозы гетероферментативными молочнокислыми бактериями

Суммарное уравнение этого процесса:



Из 1 моля глюкозы образуется 1 моль молочной кислоты, 1 моль этанола и 1 моль CO₂.

Фруктозо-6-фосфатный путь расщепления глюкозы бифидобактериями. Механизм расщепления глюкозы бифидобактериями

приведен на рис. 6. В этом случае образуются молочная и уксусная кислоты в молярном отношении 2 : 3.

Бифидобактерии имеют низкую β -галактозидазную активность и плохо развиваются в молоке. Для стимуляции их роста целесообразно вводить в состав заквасок термофильный стрептококк, который обладает повышенной β -галактозидазной активностью.

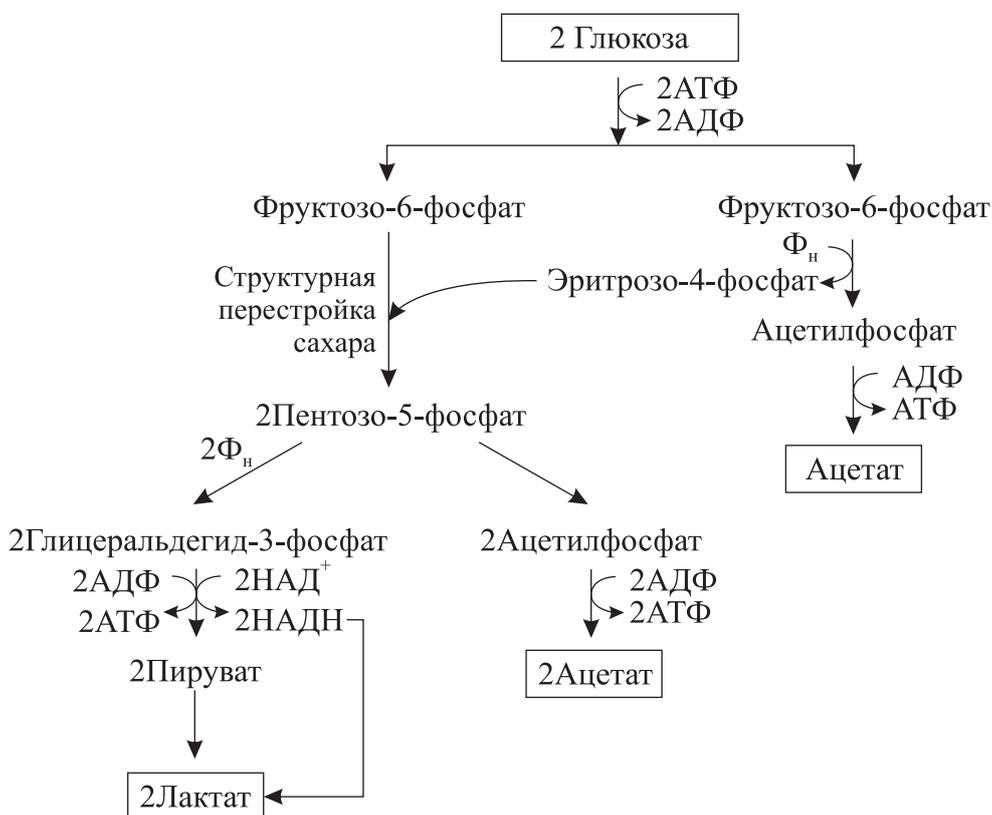
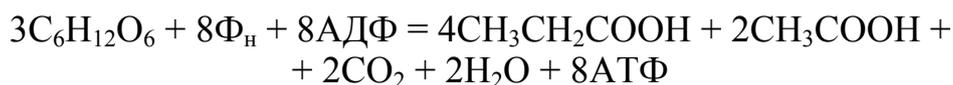


Рис. 6. Фруктозо-6-фосфатный путь расщепления глюкозы бифидобактериями

Пропионовокислородное брожение

Возбудителем пропионовокислого брожения являются бактерии рода *Propionibacterium*. Они превращают глюкозу или молочную кислоту в пропионовую и уксусную кислоты с выделением диоксида углерода. Одновременно образуется небольшое количество янтарной кислоты, ацетоина и диацетила.

Если брожение начинается с глюкозы, то до образования пировиноградной кислоты процесс идет аналогично гомоферментативному молочнокислому брожению. Суммарное уравнение сбраживания глюкозы пропионовокислыми бактериями:



Если брожению подвергается молочная кислота, то в результате дегидрирования (с помощью лактатдегидрогеназы) она также превращается в пировиноградную кислоту. В дальнейшем одна часть пировиноградной кислоты подвергается окислительному декарбоксилированию с образованием уксусной кислоты (рис. 7):

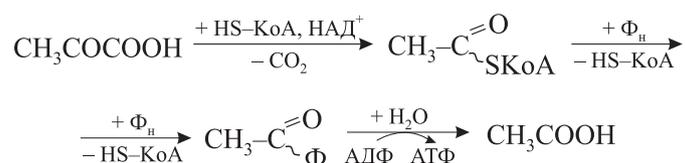


Рис. 7. Схема превращения пировиноградной кислоты в уксусную

Другая часть пировиноградной кислоты путем карбоксилирования (при участии карбоксилтрансферазы) и цепи восстановительных процессов превращается в янтарную кислоту, из которой образуется пропионовая (рис. 8):



Рис. 8. Схема превращения пировиноградной кислоты в пропионовую

Маслянокислое брожение

Известно несколько типов маслянокислого брожения, они различаются образуемыми продуктами. Конечными продуктами одного из типов брожения являются масляная и уксусная кислоты, диоксид углерода и водород:



Возбудителями маслянокислого брожения являются бактерии рода *Clostridium*, кроме глюкозы они могут сбраживать молочную кислоту. При другом типе маслянокислого брожения получают бутиловый, изопропиловый спирты и ацетон.

Масляная кислота обладает неприятным, прогорклым запахом, побочные продукты брожения также имеют резкий неприятный запах. При маслянокислом брожении наблюдается обильное газообразование.

3. ТЕХНОЛОГИЯ САХАРА

Сахар в настоящее время широко используется при изготовлении различных продуктов и для непосредственного употребления. Он способствует более быстрому усвоению пищи, повышает остроту зрения, слуха, усиливает внимание.

Вместе с тем, высокое употребление сахара перегружает кровь глюкозой, может способствовать нарушению обмена веществ, возникновению диабета, развитию ожирения. Рекомендуемая доза сахара во всех продуктах не должна превышать 100 г в день.

Потребность Республики Беларусь в сахаре – 350 тыс. т в год.

Первый сахарный завод в Беларуси был построен в селе Молодово Кобринской губернии в 1830 г. В настоящее время в республике функционирует четыре предприятия, основной продукцией которых являются сахар-песок или сахар-рафинад: Городейский и Скидельский сахарные комбинаты (производственная мощность соответственно – 7 и 5 тыс. т перерабатываемой сахарной свеклы в сутки); Жабинковский сахарный завод и Слуцкий сахаро-рафинадный комбинат (по 6 тыс. т).

Характеристика сырья

Основным сырьем для производства сахара служат сахарный тростник и сахарная свекла.

До 2003 г. в республике из сахарной свеклы производилось около 40% всего сахара, остальной – из тростникового сахара-сырца. Руководством республики была поставлена перед отраслью задача обеспечить потребность населения в сахаре только за счет собственного сырья. В результате увеличения посевных площадей, повышения урожайности заготовка сахарной свеклы, начиная с 2004 г., превышает 3 млн. т.

Сахарная свекла – это двухлетнее засухоустойчивое растение, которое принадлежит к ботаническому семейству маревых. В первый год из семян вырастает корнеплод с розеткой листьев и мощной корневой системой. На следующий год из высаженных в землю корнеплодов вырастают листья, стебель, цветы и семена. Для производства сахара используют корнеплоды первого года вегетации, масса которых составляет 200–500 г.

Химический состав корнеплода сахарной свеклы зависит от сорта свеклы, условий ее выращивания и хранения. Содержание сухих веществ в корнеплоде составляет 25%, среди них выделяют сахара и несахара (рис. 9).



Рис. 9. Химический состав сухих веществ в корнеплодах сахарной свеклы

Азотистые органические вещества представлены белками, белками, аминокислотами, аминами и солями аммония, безазотистые – инвертным сахаром, раффинозой, органическими кислотами (щавелевая, лимонная, винная) и жирами.

В 100 кг свеклы содержится около 92 кг свекловичного сока, в котором 17,5 кг сахарозы, 2,5 кг растворимых несахаров и 72 кг воды. Нерастворимые несахара (5 кг) и оставшаяся вода (3 кг) образуют мякоть.

Для характеристики сока используют понятие *чистота*, под которой понимают отношение массы сахарозы к массе сухих веществ сока. Чистота сока составляет $(17,5 : 20) \cdot 100 = 87,5\%$.

Хранение сахарной свеклы и подготовка ее к производству

Сразу после уборки на переработку направляют поврежденную свеклу, а здоровые корнеплоды, без механических повреждений, очищенные от примесей, закладывают на хранение. Свеклу хранят в кагатах – длинных кучах трапецеидального сечения. При хранении часть сахаров теряется вследствие дыхания и в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Для снижения потерь целесообразно хранить свеклу в условиях активного вентилирования, оптимальная температура хранения – 0–2°C.

На заводе для обеспечения бесперебойной работы создается 1–2-суточный запас свеклы. В производство она подается по гидротранспортеру, расход воды в 6–7 раз больше массы свеклы. В процессе транспортирования свекла освобождается от примесей: соломы,

ботвы, камней, песка. Вследствие разности плотностей свекла и примеси разделяются по высоте потока. Тяжелые примеси оседают на дно, свекла находится в воде во взвешенном состоянии, а легкие примеси всплывают в верхнюю часть потока. Тяжелые примеси удаляются в камнеловушках, где лопастями сдвигаются в специальный приемник, а легкие захватываются граблями в ботвосоломолушках и сбрасываются в приемник.

Для окончательного удаления примесей свеклу моют в моечных машинах различных систем.

После мойки свеклу направляют на электромагнитный сепаратор для удаления металлопримесей, взвешивают на автоматических весах и подают в бункер для последующего измельчения.

Для быстрого и более полного извлечения сахара из свеклы методом диффузии вымытые корнеплоды измельчают в тонкую стружку: желобчатую или пластинчатую. Качество стружки влияет на работу диффузионной установки и оценивается числом Силина (длиной 100 г стружки в метрах) и содержанием брака в стружке. Число Силина должно составлять 9–15 м, более тонкая стружка будет быстро измельчаться и забивать ситовые поверхности. Браком считается стружка короче 5 мм или толщиной менее 0,5 мм, допустимое количество брака в стружке не должно превышать 3%.

Технологическая схема получения сахара

Принципиальная технологическая схема получения сахара из свекловичной стружки приведена на рис. 10.

Получение диффузионного сока. Сахароза из стружки извлекается горячей водой, и процесс этот в свеклосахарном производстве принято называть *диффузией*.

Движущей силой диффузии является градиент концентрации сахарозы в соприкасающихся фазах – стружке и воде (диффузионном соке). В диффузионных аппаратах свекловичная стружка и диффузионный сок находятся в непрерывном противоточном движении. Стружка поступает в головную часть аппарата и движется к хвостовой части, отдавая сахар в движущийся навстречу растворитель. Во всех частях аппарата сохраняется разность концентраций. В хвостовой части аппарата сахара в стружке остается совсем мало, но диффузия продолжается, так как стружка оmyвается свежей водой. При таком противоточном процессе из стружки извлекается максимальное количество сахарозы.

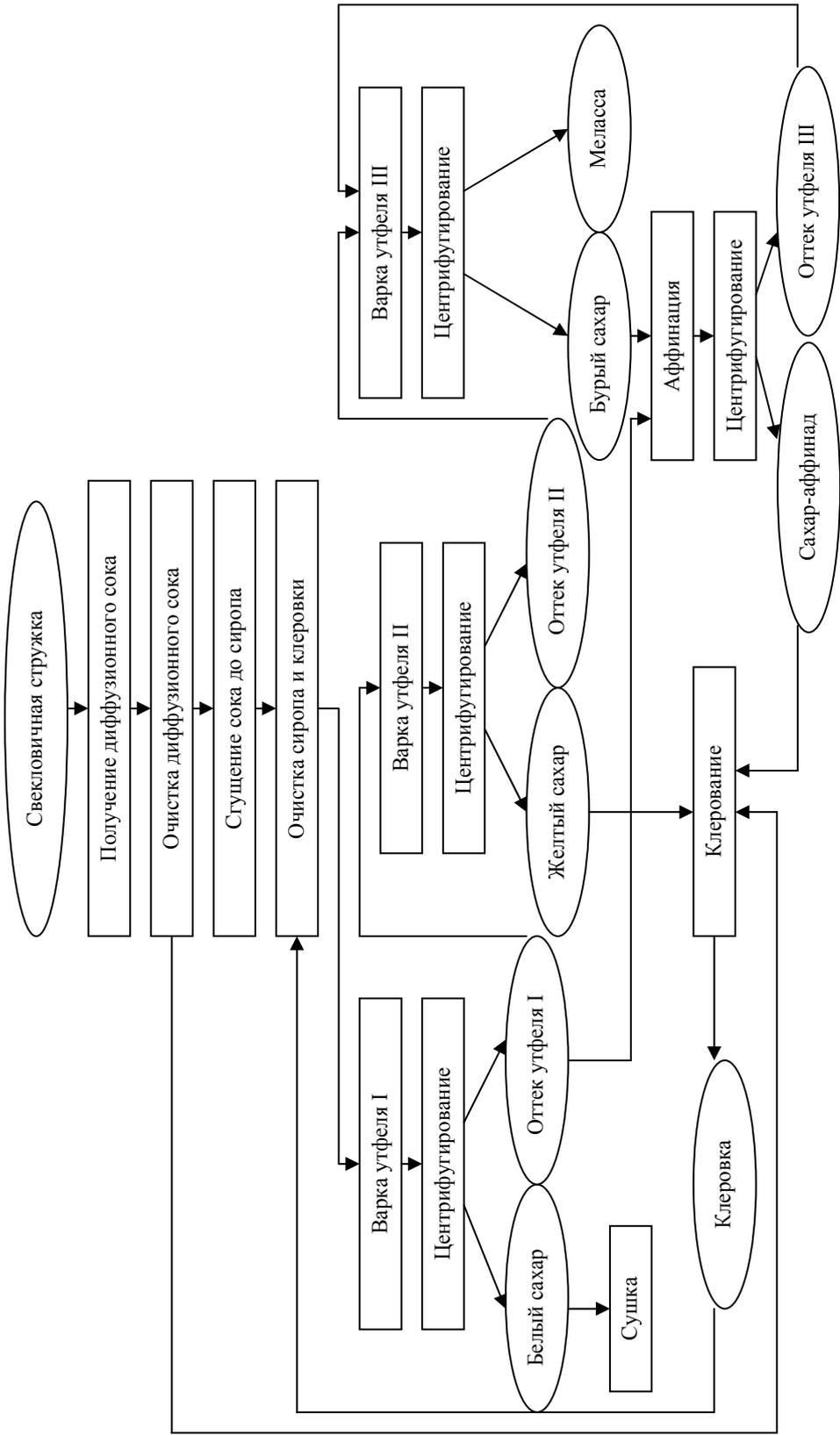


Рис. 10. Технологическая схема получения сахара

Применяют диффузионные установки с колонными (вертикальными) и наклонными ротационными шнековыми аппаратами непрерывного действия. Если температура в диффузионном аппарате ниже 70°C возможно развитие микроорганизмов и потери сахара, а при температуре более 75°C происходит быстрое набухание и растворение пектиновых веществ, в результате чего снижается упругость стружки и загрязняется диффузионный сок. Стружка в теплообменной части аппарата нагревается диффузионным соком и насосом подается снизу в колонный диффузионный аппарат. В аппарате стружка перемещается вверх с помощью вращающегося вала с лопастями и неподвижных контрлопастей, находящихся внутри аппарата. Диффузионный сок через ситовую поверхность выходит из нижней части колонны, охлаждается до температуры 45–55°C и направляется на очистку. Обессахаренная стружка (жом) из верхней части аппарата направляется в шнековый водоотделитель, затем вода окончательно отделяется прессованием, освобождается от мезги, стерилизуется и в смеси со свежей водой направляется в диффузионный аппарат. Свежая вода предварительно подогревается до 72°C и сульфитируется диоксидом серы до значения рН 5,5–6,0.

Длительность диффузии при температуре 74–75°C составляет 75–80 мин, выход диффузионного сока – 120–125 кг из 100 кг свеклы.

Очистка диффузионного сока. Диффузионный сок представляет собой пенящуюся жидкость черного цвета, содержит взвешенные частицы (обрывки клеточных стенок, скоагулированные белки), растворенные несахара, мешающие кристаллизации сахарозы и увеличивающие потери сахара. Сок имеет кислую реакцию (рН 6,0–6,5), и при упаривании такого сока будет происходить инверсия сахарозы.

Цели очистки диффузионного сока – нейтрализация кислот, удаление взвешенных частиц и растворенных несахаров. Применяется многостадийная очистка, схема которой приведена на рис. 11.

Дефекация. После отделения мезги диффузионный сок подвергают дефекации – обработке известью. При этом происходит нейтрализация кислот с образованием солей кальция, коагуляция высокомолекулярных соединений, разложение некоторых несахаров. Дефекацию проводят в две стадии.

Во время предварительной дефекации диффузионный сок медленно смешивается с дефекованным соком и соком I сатурации до достижения значения рН 10,8–11,6. На этой стадии необходимо осадить максимальное количество несахаров и получить осадок с оптимальными свойствами для дальнейших операций, в частности фильтрования.

В зависимости от качества свеклы температура сока на предварительной дефекации может составлять от 50 до 90°C. При переработке свеклы невысокого качества предпочтительна холодная дефекация, поскольку при этом в сок переходит меньше продуктов распада белков и пектиновых веществ.

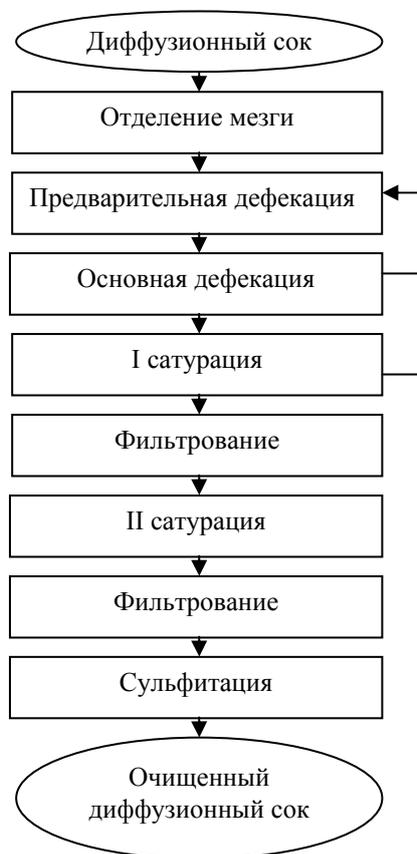


Рис. 11. Схема очистки диффузионного сока

Для основной дефекации сок нагревают до температуры 85–88°C и добавляют в избытке известковое молоко, значение рН сока при этом возрастает до 12,2–12,3, создается избыток извести, необходимый для получения достаточного количества карбоната кальция на I сатурации. В ходе основной дефекации протекает ряд процессов: донейтрализация кислот, омыление жиров, разложение органических несахаров (амидов кислот, редуцирующих сахаров, пектиновых веществ). Состав сока усложняется: при разложении сахаров образуются органические кислоты (молочная, уксусная, муравьиная), которые образуют растворимые соли кальция, из пектиновых веществ получают метиловый спирт, уксусная и полигалактуроновая кислоты. Метиловый спирт улетает при последующем выпаривании сока, уксусная кислота дает растворимый

ацетат кальция, а полигалактуриновая кислота образует пектат кальция – труднофильтрующийся слизистый осадок.

И предварительная, и основная дефекации проходят в вертикальном цилиндрическом аппарате с мешалкой, сок и известковое молоко поступают в аппарат снизу, а дефекованный сок отводится сверху.

Сатурация. Сразу же после основной дефекации сок вместе с осадком поступает в сатуратор. В дефекованном соке 90% извести находится в виде осадка и 10% – в растворенном состоянии. Сатурация заключается в пропускании через сок сатурационного газа, содержащего 30–34% диоксида углерода, избыточная известь при этом выпадает в осадок в виде карбоната кальция. На поверхности частиц осадка сорбируются различные примеси. Чем больше образуется осадка и чем меньше его частицы, тем полнее проходит очистка сока.

Сатурацию проводят в две стадии. На первой стадии (I сатурация) температура сока 80–85°C. Вторая стадия необходима для окончательного удаления извести и растворимых солей кальция с целью предупреждения образования накипи в выпарных аппаратах. Вторую стадию (II сатурацию) проводят при температуре 93–97°C, что позволяет разложить бикарбонат кальция, имеющий высокую растворимость.

Сатуратор представляет собой цилиндрическую емкость с коническим днищем. Сатурационный газ подается снизу и с помощью решетчатых перегородок равномерно распределяется по сечению аппарата. Навстречу газу стекает дефекованный сок. Чем выше скорость сатурации, тем мельче частицы образующегося осадка и выше их адсорбционная способность. Отсатурированный сок отводится из нижней конической части. После I сатурации он делится на два потока: один подается на предварительную дефекацию, второй – на фильтрование, после II сатурации весь сок направляется на фильтрование.

Фильтрование. Целесообразно перед фильтрованием подогреть сок до температуры 85–88°C, при этом его вязкость снижается и фильтрование ускоряется.

Сок после I сатурации содержит 4–5% твердых частиц. Его фильтрование проводят в две стадии: грубое и тонкое (контрольное) фильтрование. Используют различные фильтры – дисковые, фильтр-прессы, патронные фильтры – и разные фильтрующие материалы (ткань, керамика, металлические сита). Важное значение в процессе фильтрования имеет слой осадка на фильтрующем материале, между частицами осадка образуются тонкие извилистые ходы, через которые проходит жидкость. Если осадок слишком

крупный, фильтрование идет неудовлетворительно, если частицы очень мелкие – процесс длительный. С ростом толщины слоя осадка возрастает сопротивление, поэтому фильтрующую поверхность периодически очищают от осадка. Осадок на 75–80% состоит из карбоната кальция, а на 25–20% – из белков, пектиновых веществ, кальциевых солей органических кислот, минеральных веществ. Его можно использовать для известкования кислых почв.

Сок после II сатурации фильтруют в одну стадию на дисковых или патронных фильтрах.

Сульфитация. Сульфитации подвергают фильтрованный диффузионный сок после II сатурации, смесь сиропа с клеровкой (рис. 10), а также воду, подаваемую в диффузионный аппарат.

Сульфитация заключается в обработке сульфитационным газом, содержащим 10–15% диоксида серы. Его получают при сжигании серы в специальных печах. При пропускании газа через жидкость образуется сернистая кислота, которая восстанавливает и, значит, обесцвечивает красящие вещества. Одновременно сернистая кислота снижает щелочность сока и вязкость сиропа, блокирует карбонильные группы сахаров и тем самым предотвращает образование красящих веществ при выпаривании, способствует обеззараживанию сока и воды.

Оптимальное значение рН после сульфитации: сока – 8,5–8,8, сиропа – 7,8–8,2, воды – 5,5–6,0.

Очищенный диффузионный сок содержит 12–14% сухих веществ, из которых 10–12% сахароза, 0,5–0,7% азотистые вещества, 0,4–0,5% безазотистые органические вещества и около 0,5% минеральные вещества. Чистота сока 90–92%.

Сгущение сока до сиропа. Очищенный сок необходимо сгустить до получения перенасыщенного раствора. Сгущение осуществляют в два этапа.

На первом этапе сок имеет невысокую вязкость, и его сгущают до сиропа с содержанием сухих веществ 62–65% в многокорпусных выпарных установках. Это позволяет экономить энергию, поскольку греющий пар подается только в первый корпус, остальные корпуса обогреваются вторичным паром предшествующего корпуса. Сироп смешивают с клеровкой желтого сахара, сульфитируют, фильтруют на патронных фильтрах и направляют на дальнейшее сгущение.

Варка и центрифугирование утфеля I. На втором этапе очищенный сироп сгущают до содержания сухих веществ 92,5–93,5%. Уваривание проводят под разрежением при пониженной температуре кипения для предотвращения разложения сахарозы.

По мере сгущения сиропа возрастает коэффициент пересыщения, который показывает, во сколько раз в данном растворе сахарозы больше, чем в насыщенном растворе при тех же условиях. При значении коэффициента пересыщения 1,25–1,30 раствор находится в неустойчивом состоянии и в этот момент вводят тонкоизмельченную сахарную пудру для заводки («затравки») кристаллов. Своевременная заводка кристаллов и прекращение их образования имеют важное значение для качества сахара. Если момент «затравки» кристаллов упущен, то получится слишком крупный сахар, а если вовремя не остановить процесс образования кристаллов, то сахар получится мелким. Процесс образования новых кристаллов прекращают, снижая коэффициент пересыщения до 1,08–1,12 путем введения свежих порций сиропа. Такой коэффициент поддерживают при дальнейшей кристаллизации, чтобы росли уже образовавшиеся кристаллы, а не образовывались новые. Длительность уваривания утфеля I кристаллизации – 2,5–3,0 ч.

Продукт, полученный после уваривания, называют утфелем. Он представляет собой смесь кристаллов сахарозы и межкристалльной жидкости (насыщенного раствора сахарозы, содержащего сахара). В утфеле около 55% сахарозы находится в выкристаллизованном состоянии. При более высоком содержании кристаллов утфель становится малоподвижным, что затрудняет его дальнейшую обработку.

Межкристалльный раствор отделяют от кристаллов центрифугированием (оттек I). На поверхности кристаллов остается тонкая пленка межкристалльного раствора, придающая им желтый цвет. Кристаллы в центрифуге промывают горячей водой, промывную жидкость отделяют центрифугированием (оттек II). Сахар, выгружаемый из центрифуги, имеет температуру 55–60°C и влажность 0,8–1,0%, он легко высыхает в простейшей барабанной сушилке.

Оттеки утфеля I направляют на варку утфеля II кристаллизации.

Варка утфелей II и III кристаллизации. Оттеки утфеля I представляют собой насыщенные растворы сахарозы, процесс их уваривания состоит из тех же этапов, что и варка утфеля I (получение пересыщенного раствора, «затравка» и наращивание кристаллов), длительность уваривания – 5,0–5,5 ч. Утфель II имеет концентрацию сухих веществ 93,0%.

Оттеки второго утфеля, полученные после центрифугирования, направляют на уваривание утфеля III, а желтый сахар II кристаллизации подвергают клерованию.

Цикл уваривания утфеля III состоит из тех же операций, что и предыдущие варки, только длительность этого процесса в 1,5–2,0 раза больше, чем варка утфеля II. Концентрация сухих веществ в утфеле III составляет 93,5–96,0%. Из вакуум-аппарата утфель III поступает в кристаллизационную установку, где охлаждается с помощью холодной воды до температуры 35–40°C для дополнительной кристаллизации сахарозы. При центрифугировании утфеля III образуется оттек (меласса) и кристаллы, на поверхности которых остается слой мелассы, вследствие чего они имеют бурый цвет.

Аффинация и клерование. Бурый сахар III кристаллизации смешивают с разбавленным первым оттеком утфеля I кристаллизации до содержания сухих веществ 89–90%, часть несхаров с поверхности кристаллов переходит в раствор и при центрифугировании получается более чистый сахар-аффинад. Аффинационный оттек возвращают на уваривание утфеля III кристаллизации.

Желтый сахар II кристаллизации и сахар-аффинад растворяют в очищенном соке II сатурации при температуре 80–85°C до содержания сухих веществ 65–70%, смешивают с сиропом и подают на сульфитацию.

Использование отходов свеклосахарного производства

Меласса – отек, который образуется при центрифугировании утфеля III, представляет собой густую жидкость темно-коричневого цвета с острым запахом, она содержит 76–85% сухих веществ, из которых сахароза составляет 46–51%. Кроме сахарозы в состав мелассы входит небольшое количество других сахаров, органические кислоты, азотистые, минеральные, красящие вещества.

Выход мелассы составляет около 5% от массы переработанной свеклы, она находит широкое применение в биотехнологической промышленности в качестве компонента питательных сред для микроорганизмов при производстве аминокислот, этанола, кормовых и хлебопекарных дрожжей, органических кислот, ферментов, антибиотиков, используется в комбикормовой промышленности.

Свеловичный жом – обессахаренная стружка – содержит 7–8% сухих веществ, почти половину из которых (до 45%) составляют пектиновые вещества, по 20% приходится на долю целлюлозы и гемицеллюлоз, также содержатся белки, сахара и минеральные вещества. Жом используют на корм скоту в сыром виде, прессованном или высушенном состоянии.

4. ТЕХНОЛОГИЯ КРАХМАЛА И КРАХМАЛОПРОДУКТОВ

Крахмал широко используется в различных отраслях пищевой промышленности. Из него вырабатывают саго, патоку, кристаллическую глюкозу. В кондитерском производстве крахмал применяют для придания пластических свойств бисквитному тесту и как формовочный материал при отливке помадных и ликерных конфет. В кулинарии из крахмала готовят кисели, соусы, пудинги. Кроме того, он находит применение в фармацевтической, парфюмерной, текстильной, бумажной, полиграфической и других отраслях промышленности.

Производство крахмала в Республике Беларусь составляет более 12 тыс. т в год. В соответствии с республиканской Программой развития картофелеводства на 2006–2010 гг. базовыми предприятиями по выпуску крахмала являются Линовский крахмальный завод Брестской области и Рогознинский крахмальный завод Гродненской области, мощности которых превышают 1,5 тыс. т. Кроме того, крупными производителями крахмала в республике являются Гольшанский, Борковский (Гродненская обл.), Заспенский (Гомельская), Толочинский (Витебская), Поречский, Верховичский (Брестская), Любанский, Сновский (Минская) крахмальные заводы. В соответствии с Программой на двух предприятиях предусмотрена организация производства модифицированных крахмалов.

Характеристика сырья

Основным сырьем для производства крахмала в республике является картофель.

Химический состав клубней картофеля зависит от его сорта, климатических, почвенных условий, режимов хранения. Содержание крахмала в клубнях картофеля колеблется от 8 до 29%. Содержание сухих веществ составляет около 25%, в том числе: крахмал – 17,5, азотистые вещества – 2, клетчатка – 1, минеральные вещества – 0,9, сахара – 0,8, жиры – 0,2, прочие вещества (пектины, пентозаны и др.) – 1,6. В картофеле содержится витамин С, небольшое количество витаминов группы В и каротиноидов. Минеральные вещества представлены К, Р, в меньшем количестве присутствуют Na, Ca, Mg, Fe.

При производстве крахмала растворимые минеральные вещества теряются со сточной водой, нерастворимые частично остаются в мезге, а частично – в крахмале, влияя на вязкость и клеящую способность крахмального клейстера.

Из общего количества воды в клубнях около 78% находится в свободном состоянии, в ней растворены сахара, соли кислот, азотистые вещества. Именно она образует клеточный сок. Остальная вода – коллоидно-связанная.

Хранение картофеля и подготовка его к производству

Хранят картофель в буртах при температуре 2–8°C.

При хранении картофеля в клубнях происходят ферментативные изменения, которые влияют на процесс выделения крахмала и его выход. Под действием протопектиназы пектиновые вещества переходят в растворимую форму, что приводит к размягчению тканей картофеля и затрудняет его измельчение. В результате гидролиза крахмала увеличивается содержание сахаров (до 5%), а следовательно, возрастают потери сухих веществ картофеля и снижается выход готового продукта.

Значение рН картофельного сока составляет 5,8–6,6, в нем содержатся лимонная, щавелевая, яблочная, молочная кислоты. В процессе хранения в результате деятельности микроорганизмов кислотность сока резко возрастает, и это отрицательно сказывается на ходе технологического процесса.

В клубнях содержится гликозид соланин в количестве 2–10 мг на 100 г сырого картофеля. При хранении на свету клубни картофеля приобретают зеленую окраску и содержание соланина значительно увеличивается. Поскольку соланин является сильным пенообразователем, он затрудняет процесс очистки крахмала от примесей.

На производство картофель подают с помощью гидравлического транспорта, моечные машины снабжены ботво-, песко- и камнеловушками. Отмытые клубни взвешиваются на автоматических весах.

Технологическая схема получения крахмала

Основная задача картофелекрахмального производства – максимальное извлечение крахмала и очистка его от загрязнений. Процесс очистки основан на малых размерах крахмальных зерен, их сравнительно большой плотности (1650 кг/м³) и нерастворимости крахмала в холодной воде.

Принципиальная технологическая схема получения крахмала из картофеля приведена на рис. 12.

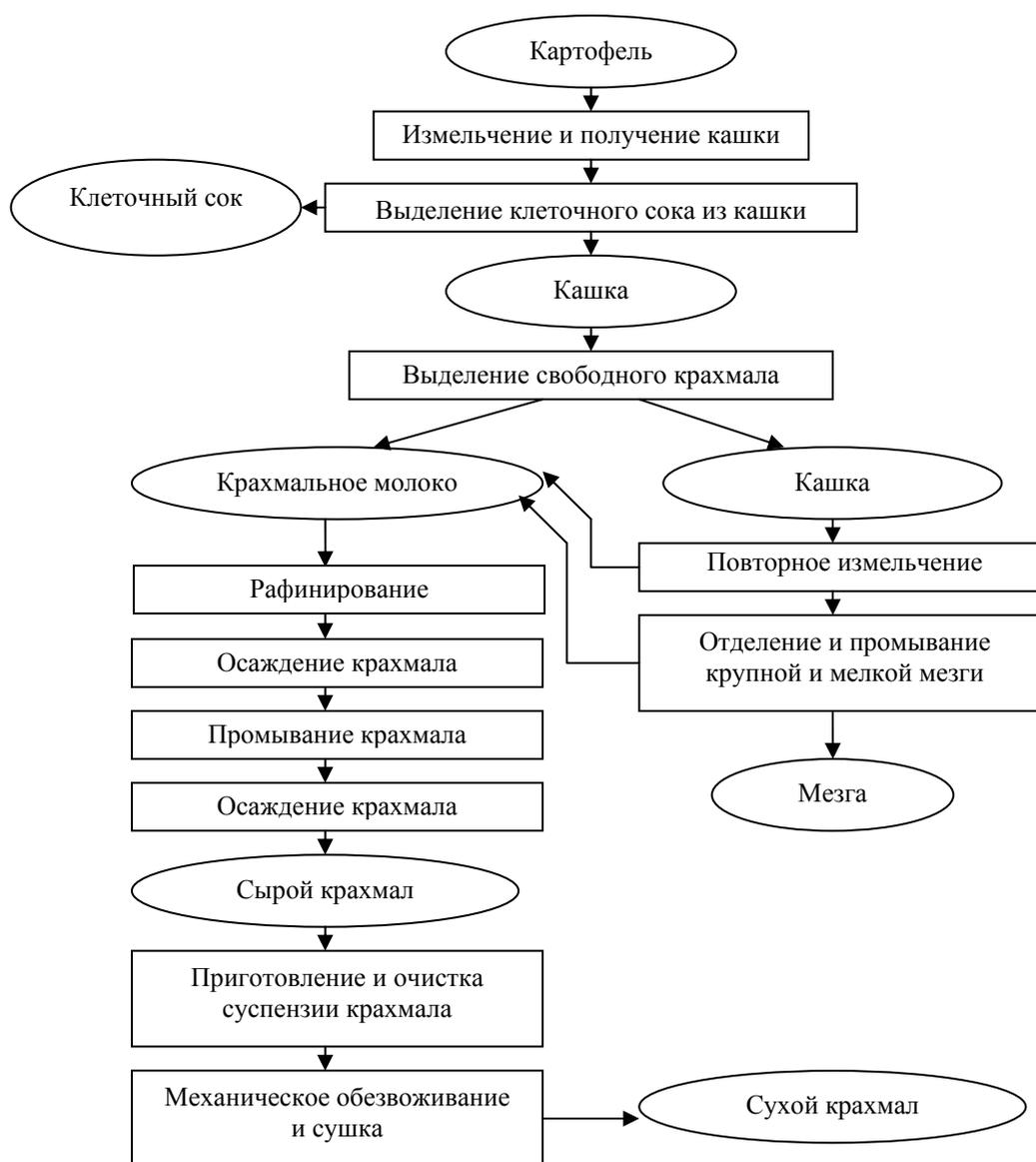


Рис. 12. Технологическая схема получения картофельного крахмала

Измельчение и получение кашки. Крахмал содержится внутри клеток картофеля в виде крахмальных зерен. При измельчении картофеля клетки разрушаются и зерна становятся доступными для отмывки водой.

Картофель измельчают на картофелетерочных машинах, имеющих стальной барабан, поверхность которого набрана зубчатыми пилками, уложенными между стальными прокладками.

Выделение клеточного сока из кашки. Картофельная кашка содержит зерна крахмала, клетчатку (остатки клеточных стенок) и клеточный сок с растворенными в нем азотистыми, безазотистыми органическими и минеральными веществами. Длительный контакт клеточного

сока и крахмала нежелателен. В присутствии фермента полифенолоксидазы происходит окисление тирозина, темноокрашенные продукты окисления сорбируются зернами крахмала. Кроме того, в результате развития микроорганизмов возможно образование пены, слизи, другие нежелательные явления, затрудняющие осаждение и очистку крахмала.

Выделение клеточного сока из кашки осуществляют на осадительной шнековой центрифуге.

Выделение свободного крахмала из кашки, отделение и промывание мезги. Сразу после осадительных центрифуг кашку направляют на ситовую станцию завода для выделения крахмала из мезги и рафинирования крахмального молока.

Крахмал из кашки отмывается на центробежных ситовых аппаратах – барабанно-струйных и центробежно-лопастных ситах. Под действием центробежной силы кашка равномерно распределяется по внутренней поверхности перфорированного вращающегося барабана и промывается водой, которая вымывает крахмал и в виде крахмального молока проходит через сита. Для более полного извлечения крахмала кашка проходит повторное измельчение (перетир), а затем снова промывается на ситовых аппаратах.

Чтобы получить крахмальное молоко достаточно высокой концентрации, для промывания мезги используют крахмальное молоко, причем процесс осуществляют по принципу противотока: свежую мезгу промывают крахмальным молоком более высокой концентрации, а обескрахмаленную мезгу – разбавленным крахмальным молоком или свежей водой.

Рафинирование крахмального молока, осаждение и промывание крахмала. Крахмальное молоко содержит от 4 до 8% мелкой мезги, поэтому его подвергают рафинированию. Для этого используют центробежные или дуговые сита, гидроциклоны.

Рафинированное крахмальное молоко еще содержит некоторое количество мезги, скоагулированных белков и растворимых компонентов клеточного сока картофеля. При длительном контакте с воздухом соковая вода розовеет, потом становится темной, цвет и качество крахмала ухудшаются. Поэтому сразу после рафинирования крахмального молока крахмал осаждают на центрифугах. Для получения крахмала высокого качества осуществляют его многократное промывание чистой водой и осаждение на центрифугах.

Сырой крахмал имеет влажность 38–52% и не может долго храниться. Его перерабатывают в сухой крахмал либо направляют на получение патоки, глюкозы, модифицированных крахмалов.

Получение сухого крахмала. Сырой крахмал разводят водой и получают крахмальное молоко с содержанием 12–14% сухих веществ. Крахмальное молоко очищают от примесей на ситах и гидроциклонах, затем на центрифугах удаляют свободную влагу. После центрифугирования крахмал имеет влажность 35–38%, это сорбционно-связанная влага, которая может быть удалена только при сушке. Наиболее широко применяют пневматические сушильные установки, в качестве теплоносителя используется подогретый воздух. Поскольку высушивание происходит очень быстро, температура теплоносителя на входе может быть достаточно высокой (до 150°C). Однако нельзя допускать перегрев крахмала, который приводит к частичной его клейстеризации, потере блеска, снижению вязкости крахмального клейстера.

После сушки крахмал охлаждается, просеивается и подается в бункер. Крахмал гигроскопичен, поэтому относительная влажность в помещении для его хранения не должна превышать 90%.

Сухой крахмал имеет влажность 20%. Выход зависит от его содержания в сырье и потерь с мезгой и сточными водами и составляет в среднем 15,7% от массы переработанного сырья.

Получение модифицированных крахмалов

На основе крахмала получают целый ряд продуктов (рис. 13), которые находят широкое применение как в пищевой, так и в других отраслях промышленности.

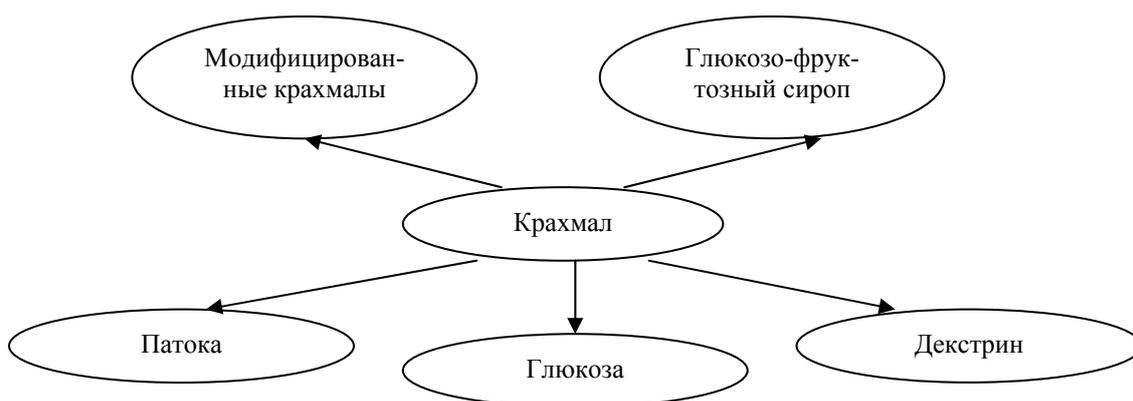


Рис. 13. Продукты, получаемые из крахмала

Модифицированными называют крахмалы, природные свойства которых изменены за счет физических, химических и биохимических воздействий.

Расщепленные крахмалы. Под действием кислот, ферментов, некоторых солей происходит частичное нарушение структуры зерен крахмала, хаотичное или направленное расщепление полисахаридных цепей. Такие крахмалы отличаются высокой растворимостью, они образуют клейстер с низкой вязкостью, способный при охлаждении давать прочный студень.

Расщепленные крахмалы применяют при проклейке бумаги, в химических анализах, пищевой промышленности – для приготовления жележных конфет, восточных сладостей и других продуктов.

Окисленные крахмалы. Под действием окислителей (перманганатов, пероксидов, йодной кислоты и ее солей) происходит гидролитическое расщепление глюкозидных связей с образованием карбонильных групп, окисление гидроксильных групп в карбонильные, а потом и в карбоксильные. Степень окисления зависит от условий проведения реакции и расхода реагента.

Окисленные крахмалы находят применение для проклейки бумаги, производства изоляционных материалов в строительстве, текстильной промышленности. Их широко используют при производстве кондитерских изделий, мороженого, продуктов молочной и пищевых концентратной промышленности, в хлебопечении.

Набухающие крахмалы. В результате влаготермической обработки происходит частичное или полное разрушение структуры крахмальных зерен и получают набухающие крахмалы. Их применяют в пищевой промышленности для производства пудингов, безбелковых продуктов (хлеба, макарон), стабилизации структуры кондитерских пен.

Для получения технических набухающих крахмалов в суспензию крахмала вводят химические реагенты (алюминиево-калиевые квасцы, соли фосфорной кислоты, метилцеллюлозу), выдерживают при определенной температуре и высушивают. Такие крахмалы используют в нефтяной и газовой промышленности, при производстве бумаги, для брикетирования кормов.

Экструзионные крахмалы. При одновременной влаготермической и интенсивной механической обработке происходят еще более глубокие изменения крахмальных зерен. Экструзионные крахмалы используют для получения новых видов крахмалобелковых продуктов, капсулирования летучих веществ, пряностей и другого в матрице из крахмала.

Замещенные крахмалы. Замещенные крахмалы и сополимеры крахмала получают путем замещения гидроксильных групп в глюкозных остатках крахмала на другие радикалы или при совместной полимеризации с другими высокомолекулярными соединениями.

Фосфатные крахмалы. Если одна или несколько гидроксильных групп глюкозного остатка крахмала этерифицированы кислотными группами фосфорной кислоты или ее солей, то полученные фосфатные крахмалы образуют клейстеры, стабильные к перепадам температур. Их используют в качестве загустителей и стабилизаторов при производстве продуктов, которые длительное время хранят в замороженном состоянии или подвергают стерилизации.

Ацетилированные крахмалы. Для их производства используют ледяную уксусную кислоту, уксусный ангидрид или другие реагенты. Ацетилированные крахмалы устойчивы к действию высоких температур, перемешиванию и низким значениям pH.

Сополимеры крахмала. При добавлении некоторых реагентов (формальдегид, эпихлоргидрин, триметафосфат натрия) образуются поперечные связи между полисахаридными цепочками и свойства крахмала резко изменяются: увеличивается вязкость и стабильность клейстера, снижается растворимость, возрастает способность к пленкообразованию. Такие крахмалы находят применение в бумажной, текстильной, пищевой промышленности.

Получение крахмальной патоки

Крахмальная патока – бесцветная или слегка желтоватая, очень вязкая, сладкая жидкость. Патока представляет собой продукт неполного гидролиза крахмала разбавленными кислотами или амилолитическими ферментами. В зависимости от степени гидролиза патока содержит разное количество редуцирующих веществ (РВ) (глюкозы, мальтозы) и декстринов (табл. 3). Мальтозная патока от карамельной отличается более высоким содержанием мальтозы, большей сладостью, более низкой вязкостью, меньшей гигроскопичностью и большей стойкостью при хранении.

Таблица 3

Виды патоки и ее применение

Вид патоки	Содержание РВ, %	Применение
Карамельная низкоосахаренная (КН)	30–34	Производство карамели
Карамельная (К)	38–44	
Карамельная высокоосахаренная (КВ)	44–60	Производство варенья, фруктовых консервов, пастилы, зефира, хлебобулочных изделий
Мальтозная	≥ 65	Производство карамели

Основные стадии технологического процесса производства патоки приведены на рис. 14.

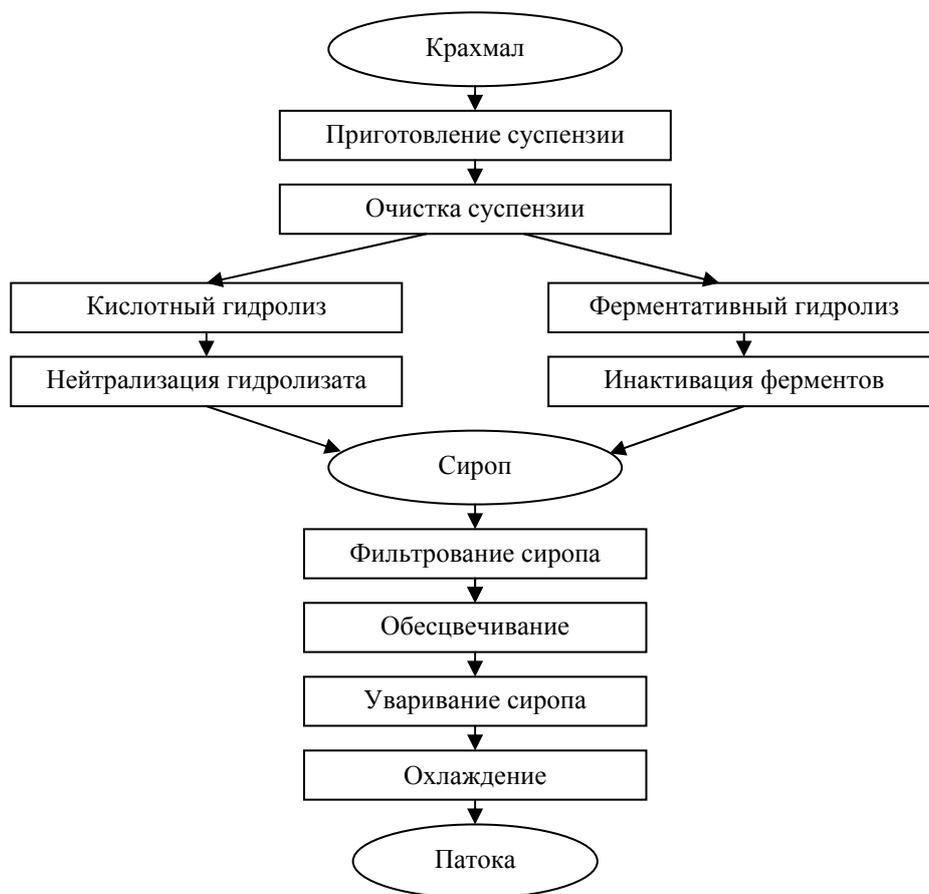


Рис. 14. Технологическая схема получения крахмальной патоки

Примеси, имеющиеся в крахмале, отрицательно влияют на ход технологического процесса и качество патоки. Приготовленную крахмальную суспензию пропускают через сита для отделения механических примесей, затем обрабатывают на гидроциклонах.

Кислотный гидролиз. В суспензию крахмала с содержанием сухих веществ 40% добавляют соляную кислоту из расчета 0,10–0,12% от массы сухих веществ. Гидролиз ведут при температуре 140–145°C, значение pH гидролизуемой массы составляет 1,8–2,2.

В процессе гидролиза можно выделить три этапа. Вначале происходит *клейстеризация* крахмала – ослабление и разрыв связей между макромолекулами амилозы и амилопектина, нарушение структуры крахмальных зерен, образуется однородная масса с высокой вязкостью. Далее происходит разрыв α -1,4- и α -1,6-глюкозидных связей и образование продуктов с различной молекулярной массой (декстрины,

мальтоза). Вязкость клейстера резко падает – происходит *разжижение*. В разжиженном продукте легче протекают дальнейшие процессы разрыва связей вплоть до образования конечного продукта – глюкозы, т. е. протекает *осахаривание*.

В зависимости от вида получаемой патоки процесс гидролиза останавливают на определенной стадии путем нейтрализации кислоты содой до рН 4,5–4,9. Нейтрализацию нужно проводить очень осторожно при интенсивном перемешивании, чтобы не допускать даже местного перещелачивания. В противном случае глюкоза разлагается с образованием окрашенных продуктов.

Кислотный гидролиз характеризуется рядом недостатков:

– патока имеет невысокое качество вследствие содержания продуктов термического и кислотного разложения сахаров, примесных белков, минеральных продуктов нейтрализации кислоты;

– при кислотном гидролизе не достигается полное осахаривание.

Ферментативный гидролиз. В суспензии крахмала раствором соды устанавливают значение рН 6,0–6,5 и подогревают суспензию до температуры 85°C. Ферментативный гидролиз крахмала проводят в два этапа.

На первом этапе в суспензию вводят разжижающий фермент – бактериальную α -амилазу – в виде ферментного препарата амилосубтилина Г10х и выдерживают в течение 1,5 ч. Полученный гидролизат подогревают до температуры 140°C и выдерживают при этой температуре в течение 5 мин для улучшения фильтрационных свойств.

На втором этапе создают условия для осахаривания с помощью фермента глюкоамилазы. Гидролизат охлаждают до температуры 60°C и устанавливают значение рН, оптимальное для действия фермента. Осахаривание ведут до достижения требуемого содержания РВ, затем сироп выдерживают при температуре 80°C в течение 20 мин для инактивации фермента.

Кисотно-ферментативный гидролиз. Совместное применение кислот и ферментов позволяет нивелировать недостатки кислотного гидролиза, ускорить процесс и вырабатывать патоку с различным содержанием углеводов.

Сначала в течение 5 мин проводят кислотный гидролиз, затем кислоту нейтрализуют и проводят ферментативное разжижение и осахаривание. В этом случае нет необходимости подогревать гидролизат перед осахариванием до 140°C, поскольку он обладает хорошими фильтрационными свойствами.

Фильтрация и обесцвечивание сиропа. Гидролизаты паточного производства содержат 0,9–1,0% взвешенных частиц. Основную массу

нерастворимых примесей составляет денатурированный под действием кислоты и высокой температуры белок, часть примесей составляет мезга, содержащаяся в крахмале. При фильтровании получается легкосжимаемый и труднопроницаемый осадок, поэтому для облегчения фильтрования в сироп добавляют пористый наполнитель (перлит, диатомит).

Гидролизат имеет темную окраску, которую придают ему продукты гидролиза белков, разложения углеводов, реакции меланоидинообразования. Кроме того, в сиропе присутствуют кислые фосфаты, минеральные вещества, растворимые белки, органические кислоты. Красящие вещества и другие примеси удаляют путем сорбции на активированном угле, адсорбент отделяют фильтрованием.

Уваривание и охлаждение сиропа. Для экономии энергии и получения густых сиропов с минимальной цветностью уваривание ведут в многокорпусных аппаратах под разрежением. При использовании трехкорпусной выпарной установки температура кипения сиропа составляет в первом, втором и третьем корпусах соответственно 100, 86 и 67,7°C, концентрация сиропа при этом возрастает с 35–40 до 55–57%.

Густой сироп дополнительно очищают, а затем уваривают до патоки с содержанием сухих веществ не менее 78%.

Патока на выходе из выпарного аппарата имеет температуру 60–65°C и при ее естественном охлаждении идет быстрое нарастание цветности вследствие разложения сахаров. Поэтому в специальных теплообменниках патоку быстро охлаждают до температуры 40–45°C.

Получение глюкозы

В зависимости от технологии переработки сырья и степени очистки получают следующие виды глюкозы: техническую, пищевую, кристаллическую, медицинскую (гидратную и ангидридную).

Техническую глюкозу применяют в кожевном производстве, при выработке вискозы, в биотехнологической промышленности для приготовления питательных сред при выращивании микроорганизмов. Пищевую глюкозу используют как заменитель сахара в хлебопечении, при производстве восточных сладостей, мягких конфет, фруктового мороженого, безалкогольных напитков. Медицинская глюкоза в гидратной форме применяется для внутривенного введения, в ангидридной – для приготовления таблеток.

При получении глюкозы из крахмальной суспензии вначале получают глюкозный сироп. Как и в производстве патоки, может применяться либо кислотный, либо ферментативный гидролиз. Сироп

очищают адсорбентом и уваривают до концентрации сухих веществ 72–80%. Дальнейшие операции зависят от вида вырабатываемой глюкозы (рис. 15).

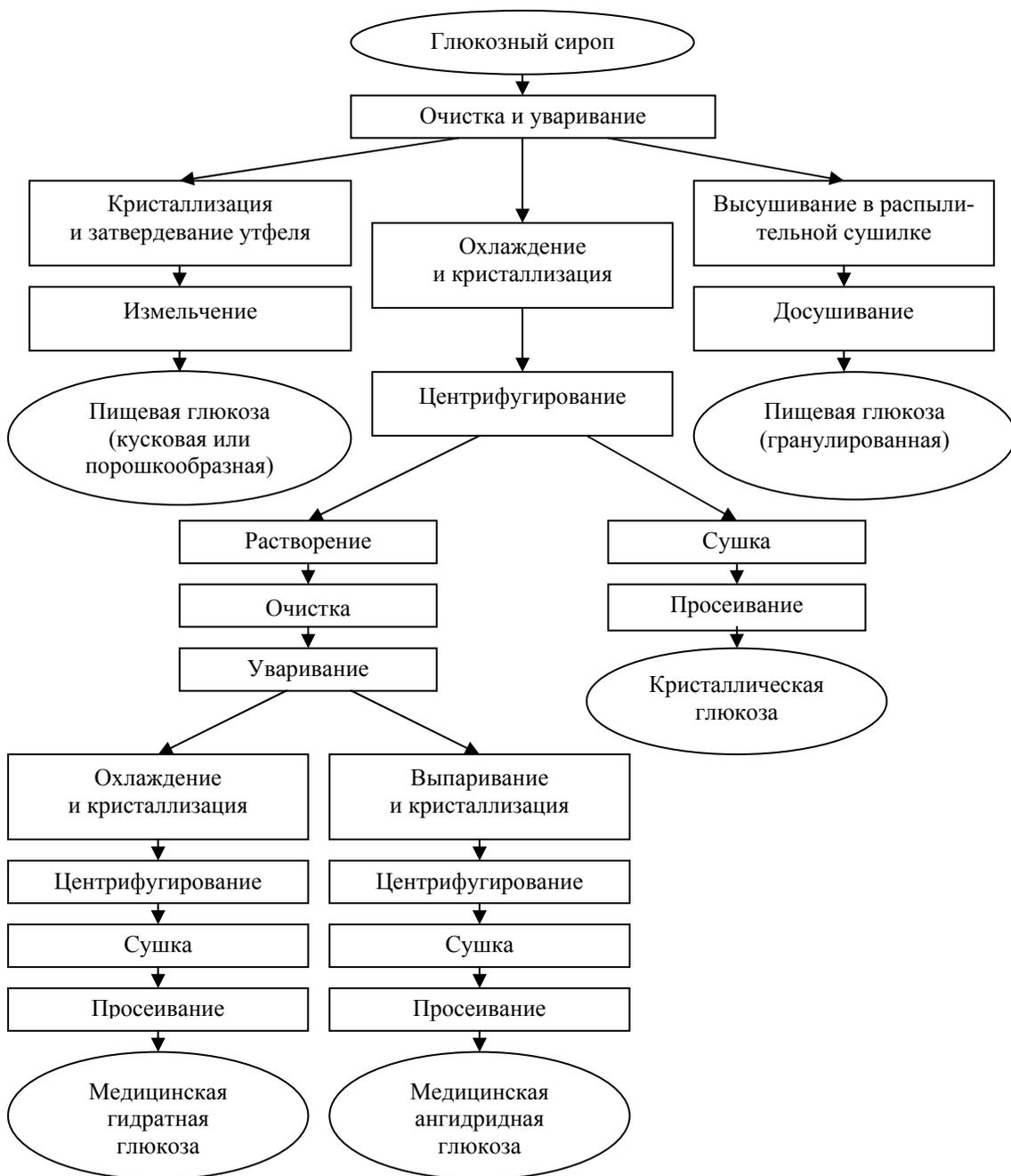


Рис. 15. Технологическая схема получения глюкозы

Техническую глюкозу вырабатывают из сиропа, полученного кислотным гидролизом крахмала. В охлажденный сироп вносят затравку (10% от массы) в виде измельченной глюкозы и при постоянном

перемешивании проводят кристаллизацию. Образуется большое количество мелких кристаллов, которые от межкристальной жидкости не отделяют. После затвердевания массу измельчают.

Пищевая глюкоза (кусковая или порошкообразная) изготавливается аналогично, только сироп получают ферментативным гидролизом. В этом случае межкристальный раствор содержит меньше примесей. Если кристаллизация проходит во время высушивания в распылительной сушилке, то получается гранулированная глюкоза.

Если после кристаллизации кристаллы отделяют центрифугированием, промывают конденсатом или умягченной водой, освобожденной от железа, а затем высушивают, то получается кристаллическая глюкоза.

Медицинскую глюкозу получают из кристаллической путем растворения кристаллов и перекристаллизации их из дополнительно очищенных активным углем сиропов. При получении гидратной формы медицинской глюкозы повторную кристаллизацию проводят из сиропа с концентрацией сухих веществ 72,0–72,5%. Кристаллы отделяют центрифугированием, промывают водой, сушат и просеивают. Для получения медицинской ангидридной глюкозы сироп после очистки дополнительно уваривают до содержания сухих веществ 82–84%. Процесс кристаллизации ведут таким образом, чтобы происходило наращивание кристаллов, а не образование новых. Для этого в кристаллизатор периодически добавляют сироп. Далее кристаллы также отделяют центрифугированием, промывают водой, сушат и просеивают.

Получение глюкозо-фруктозных сиропов

Глюкозо-фруктозные сиропы находят применение при производстве продуктов детского и диетического питания, хлебобулочных изделий, безалкогольных напитков, мороженого, мучных кондитерских изделий и др. Их применение позволяет снижать калорийность изделий, поскольку из-за более сладкого вкуса фруктозы можно снизить содержание сахара в рецептуре.

Схема получения глюкозо-фруктозного сиропа приведена на рис. 16. Разжижение и осахаривание крахмальной суспензии проводят с помощью ферментов. Гидролизат, содержащий 95–97% глюкозы, очищают и уваривают в вакуум-аппаратах при температуре 65°C и pH 6,5–8,5. Для изомеризации глюкозы во фруктозу используют фермент глюкоизомеразы, иммобилизованный на носителе. Полученный сироп

очищают ионообменным способом, обесцвечивают активным углем и уваривают при температуре не более 60°C. Глюкозо-фруктозный сироп охлаждают до температуры 30°C и хранят при такой же температуре во избежание кристаллизации глюкозы и нарастания цветности. Такой сироп содержит 42% фруктозы.

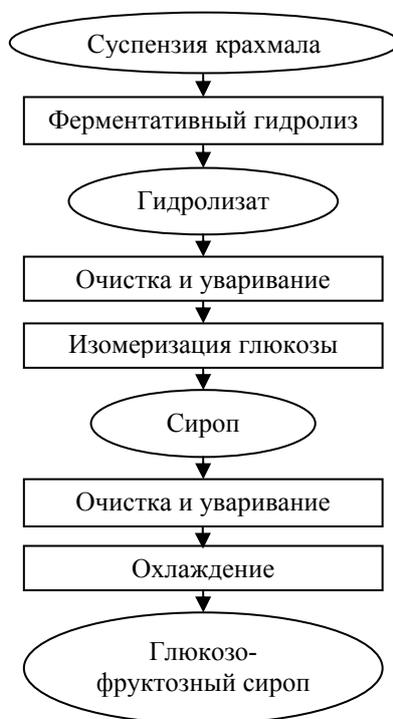


Рис. 16. Технологическая схема получения глюкозо-фруктозного сиропа

Для выработки сиропов с содержанием фруктозы более 60% проводят частичную кристаллизацию и извлечение из сиропа глюкозы. Такие сиропы легче сохраняются и транспортируются.

Получение декстрина

Декстрин используют в качестве клеящего средства в различных отраслях народного хозяйства. Получают его с разной степенью расщепления при термической обработке крахмала в присутствии катализатора или без него. В качестве катализатора могут быть использованы кислоты, щелочи, соли (алюминиево-калиевые квасцы).

5. ТЕХНОЛОГИЯ СОЛОДА

Солод – это пророщенное зерно злаковых культур. Основная цель солодоращения заключается в накоплении ферментов гидролитического действия, главным образом амилолитических (α - и β -амилазы, декстриназы), кроме того протеолитических, цитолитических и др.

Солод, полученный из зерна разных культур, имеет неодинаковое количество каждого из ферментов. В соответствии с этим все злаки делят на четыре группы.

К *группе ячменя* относят ячмень, рожь, тритикале и пшеницу. Солод, полученный из этой группы злаков, имеет высокую α - и β -амилолитическую и низкую декстринолитическую активность.

Группа проса включает само просо и его разновидность чумизу и дает солод с очень слабой β -амилолитической, средней α -амилолитической и очень высокой декстринолитической активностью.

Группа овса включает только этот злак, амилолитическая активность овсяного солода занимает промежуточное положение между двумя предыдущими группами.

Группа кукурузы, в которую входит только этот злак, дает солод, совершенно не обладающий β -амилолитической активностью, имеющий слабую α -амилолитическую, но значительную декстринолитическую активность.

В пивоварении традиционно применяют ячменный солод, он является и основным сырьем, и осаживающим материалом. Значительно реже используют пшеничный солод. В производстве спирта, где требуется максимально полное осаживание крахмала с целью получения высокого выхода спирта, используют смесь солодов зерна групп ячменя и проса. Ржаной солод применяют для приготовления хлебного кваса и заварных сортов хлеба.

Потребность пивоваренной отрасли Республики Беларусь в солоде составляет в настоящее время 72 тыс. т в год. В соответствии с Программой развития пивоваренной отрасли Республики Беларусь на 2006–2010 гг. предусматривается увеличение выпуска пива в 1,5 раза, следовательно, будет возрастать и потребность в солоде. Следует отметить, что мощности имеющихся в республике солодовен позволяют получать более 100 тыс. т солода в год. Наиболее крупными производителями пивоваренного солода являются: ОАО «Белсолод» (65 тыс. т солода в год), ОАО «Криница» (13,5 тыс. т в год), СП «Речицапиво» (9,9 тыс. т в год), ОАО «Слуцкий пивзавод» и ОАО «Брестское пиво» (по 6,6 тыс. т в год) и др.

Все виды свежепросоженного солода получают по единой технологической схеме. В зависимости от назначения свежепросоженный солод либо сушат (пивоваренный и неферментированный ржаной), либо подвергают ферментации, а затем сушат (ферментированный ржаной), либо готовят из него солодовое молоко (солод для спиртового производства).

Технология пивоваренного солода

В пивоварении применяют светлый и темный ячменный солод, а также специальные виды ячменного солода: карамельный и жженный, которые добавляют в пиво для придания соответствующего цвета, вкуса и аромата, и диафарин, имеющий высокую амилолитическую активность, его используют при получении пива с добавлением несоложенных материалов.

Технологическая схема производства пивоваренного солода представлена на рис. 17.

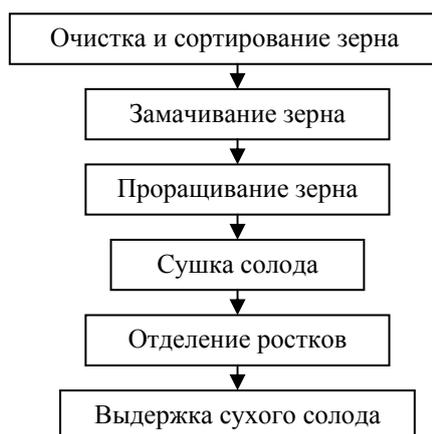


Рис. 17. Технологическая схема получения солода

Очистка и сортирование зерна. В пивоварении используют специальные сорта ячменя с низкой пленчатостью, содержанием крахмала не менее 60%, белка – не более 12%. Экстрактивность солода (способность сухих веществ переходить в раствор) должна быть не ниже 75%.

Зерно очищают дважды: при приемке на хранение, а затем перед подачей на замачивание.

От сорной и минеральной примеси зерно освобождается на зерновом сепараторе. Из приемного бункера сепаратора зерно тонкой струей поступает на наклонные сита, совершающие возвратнопоступательное движение, и обдувается сильной струей воздуха

на входе в сепаратор и на выходе. Грубые примеси задерживаются на первом сите, на втором из зерна отбираются оставшиеся более крупные примеси, а на третьем сите с отверстиями диаметром 1,5 мм задерживается зерно, а мелкие примеси проходят через сито и выводятся из сепаратора. Зерно, удаляемое с третьего сита, проветривается сильной струей воздуха и проходит через магнит, где отделяются оставшиеся металлопримеси. Запыленный воздух поступает в циклон, где примеси оседают вследствие потери скорости воздушного потока, а затем очищается на фильтре.

На сортировочной машине с помощью сит зерно разделяют по толщине на три или четыре фракции, для получения пивоваренного солода используют самое крупное зерно.

Замачивание зерна. Зерно хорошо хранится, если влажность его составляет 14,0–15,5%. Основная цель замачивания – довести зерно до необходимой для прорастания влажности. В увлажненном зерне активизируются ферменты, ускоряются биохимические процессы, усиливается дыхание.

Скорость замачивания зависит от температуры: чем она выше, тем быстрее вода проникает в зерно. Однако при повышенных температурах происходит интенсивное развитие микроорганизмов. Наиболее благоприятный режим замачивания, позволяющий получить солод высокого качества, – это температура 18°C, но при условии дезинфекции зерна и интенсивной аэрации.

В начальный период замачивания необходимо энергичное перемешивание зерна в воде. Зерно при этом очищается от грязи и примесей, которые всплывают на поверхность воды и должны своевременно удаляться во избежание пропитывания водой и осадения. В качестве дезинфицирующих средств при замачивании зерна используют хлорную и негашеную известь, формалин, пероксид водорода, перманганат калия. Два последних дезинфектанта стимулируют жизнедеятельность зерна. Применяют и стимуляторы биологического происхождения: ферментные препараты, гибберелиновую кислоту.

Наиболее благоприятные условия создаются при воздушно-оросительном способе замачивания. После мойки и дезинфекции зерно оставляют под слоем воды на 6 ч. Затем воду спускают и начинают орошение зерна, причем проходящая через слой зерна вода, уносящая продукты его жизнедеятельности, спускается в канализацию. Периодически через зерно снизу вверх подают вентилятором воздух. Таким образом, орошение с аэрированием и выдержку зерна под водой чередуют до достижения необходимой влажности зерна.

Степень замачивания зерна для получения светлого солода составляет 42–45%, темного – 45–47%, длительность замачивания – 48–72 ч. Важно не допускать перезамачивания зерна, которое может поглотить до 68% влаги. В таком зерне хорошо развиваются плесневые грибы, появляются признаки брожения, повышается кислотность, оно плохо прорастает.

Проращивание зерна. В процессе проращивания ферменты, находившиеся в зерне в неактивном состоянии, становятся активными, синтезируются новые ферменты. В результате интенсивно протекает ряд биохимических превращений, изменяется химический состав зерна, происходят морфологические изменения.

Наибольшее значение имеют ферменты гидролитического действия: амилазы, протеазы, липазы, цитаза. Под действием этих ферментов происходит гидролиз запасных веществ эндосперма (крахмала, белков, гемицеллюлоз) и компонентов клеточных стенок (целлюлозы, пектиновых веществ, белков).

Образующиеся низкомолекулярные (растворимые) соединения диффундируют в зародыш и расходуются на синтез новых веществ, а также на дыхание, которое становится интенсивнее. Выделяется больше теплоты, температура прорастающего зерна повышается, все процессы еще более ускоряются.

В зерне появляются корешки и зародышевый лепесток (росток). Лепесток растет по направлению к верхнему кончику зерна, между семенной и мякиной оболочками, поэтому у пленочного зерна он не виден. Вышедший из кончика зерна лепесток называют проростком. При производстве пивоваренного солода проращивание зерна прерывают до появления проростков. К концу проращивания длина корешков в 1,5–2,0 раза больше длины зерна, длина зародышевого лепестка составляет 2/3–3/4 длины зерна, эндосперм становится рассыпчато-мягким, легко растирается между пальцами.

Повышение активности ферментов обуславливает изменение химического состава зерна. В нем увеличивается содержание моно- и олигосахаридов, аминокислот, полифенольных соединений. В зависимости от степени аэрации, кроме диоксида углерода, всегда образуется некоторое количество продуктов неполного окисления сахаров и продуктов их взаимодействия – альдегидов, этанола, эфиров, органических кислот. Эти соединения придают солоду специфический приятный запах.

Глубина биохимических процессов в прорастающем зерне определяется следующими факторами: влажностью зерна, температурой, степенью аэрации и продолжительностью процесса.

В первые 2–4 суток высокая влажность зерна (45–48%) поддерживается путем орошения водой. Предпочтительная температура проращивания для светлого солода находится в пределах 13–18°C, для темного солода в первые сутки поддерживают температуру 15–17°C, а в последующие повышают до 22–25°C. В начале проращивания зерно интенсивно аэрируют кондиционированным воздухом, а начиная с четвертых суток, аэрирование ограничивают, что приводит к снижению потерь сухих веществ зерна на дыхание, торможению роста корешков и ростка, в то время как накопившиеся ферменты остаются активными. Длительность проращивания светлого солода составляет 6–7 суток, темного – 9 суток.

С целью уменьшения продолжительности проращивания и снижения потерь сухих веществ применяют активаторы и ингибиторы роста зерна. При использовании активаторов на стадиях замачивания и проращивания продолжительность солодоращения сокращается на 1 сутки. Совместно с активаторами применяют ингибиторы (бромид и бромат калия, хлориды кальция и натрия), ограничивающие рост корешков и действие ферментов.

Проращивание зерна осуществляют в специальных помещениях – солодовнях. Различают токовые и пневматические солодовни.

Токовое солодоращение – это устаревший способ, требующий больших площадей и затрат ручного труда. Он не позволяет регулировать температуру. В токовых солодовнях проращивание зерна происходит на току – ровной цементной площадке, в грядке толщиной 25–30 см, для аэрации и отвода тепла 2–3 раза в сутки проводят ворошение зерна перелопачиванием или с помощью передвижного ворошителя.

При *пневматическом* солодоращении замоченное зерно насыпают в ящики слоем от 0,6 до 1,5 м на внутреннее сетчатое дно. Наружное цементированное дно имеет небольшой уклон для стока воды. Кондиционированный воздух подается в пространство между внутренним и наружным днищами, над ящиком движется шнековый ворошитель.

Качество свежепророщенного пивоваренного солода определяется скоростью его самоосахаривания, которая зависит от амилолитической способности (АС) – количества мальтозы, образующейся из крахмала, под действием ферментов 100 г солода. АС светлого свежепророщенного солода 300–400 г мальтозы, темного – 400–500 г мальтозы.

Сушка солода. Цель сушки солода – удаление влаги и повышение стойкости при хранении, накопление веществ, придающих солоду характерный цвет, вкус, аромат, также приобретение хрупкости для удаления ростков, поскольку они придают пиву неприятный горький вкус.

Во время сушки в солоде протекают процессы тепло- и массообмена, биохимические и химические превращения.

Процесс сушки можно разделить на три фазы: физиологическую, ферментативную и химическую.

В *физиологической* фазе температура повышается до 45°C, а влажность снижается до 30%. В этих условиях еще продолжается жизнедеятельность зерна.

В *ферментативной* фазе температура возрастает до 70°C, влажность достигает 10%. Рост и дыхание зерна прекращаются, ферментативные процессы активизируются при прохождении через зоны оптимальных температур для соответствующих ферментов, накапливаются продукты распада белков и углеводов.

В *химической* фазе температура светлого солода повышается до 80°C, темного – до 100–105°C, конечная влажность составляет соответственно 3,5–4,0% и 1,5–2,0%. В этих условиях прекращаются ферментативные процессы, происходит химическое взаимодействие сахаров и аминокислот с образованием меланоидинов. Это полимерные соединения, имеющие характерный вкус, аромат и цвет, являющиеся хорошими пенообразователями.

Режимы сушки светлого и темного солода различаются. Светлый солод должен обладать хорошей осахаривающей способностью, иметь светлый цвет и ярко выраженный солодовый аромат. Для формирования этих свойств сушку ведут сначала при относительно низкой температуре, а затем температуру повышают. Чтобы темный солод накопил значительное количество красящих, вкусовых и ароматобразующих веществ, должна быть достаточно длительная ферментативная фаза, в ней накапливаются продукты распада белков (аминокислоты) и крахмала (сахара), а химическую фазу нужно проводить при высокой температуре для энергичного образования меланоидинов.

Отделение ростков. Сразу после сушки, пока солод не потерял хрупкость, его направляют в росткоотбивную машину для отделения ростков. Они не только придают пиву горький вкус, но и чрезвычайно гигроскопичны, способствуют быстрому возрастанию влажности солода при хранении. Затем солод охлаждают и направляют на выдержку.

Выдержка сухого солода. Свежевысушенный солод не дает нужного качества помола и не обладает способностью к полному осахариванию. Его необходимо выдержать не менее 3–4 недель. При этом влажность солода увеличивается на 5–6%, повышается активность амилолитических ферментов вследствие перехода их из связанного в свободное состояние.

Особенности получения других видов солода

Получение специальных видов солода для пивоварения. *Карамельный* солод придает пиву ярко выраженный вкус и аромат. Для его получения свежепророщенный солод увлажняют до 42–46% и осаживают в течение 40–50 мин при температуре 70–75°C. При этом в солоде накапливаются аминокислоты и сахара, из которых затем при повышении температуры до 120–170°C образуются меланоидины.

Жженый солод также используется для придания вкуса и цвета темному пиву. Сухой светлый солод выдерживают при температуре 160–170°C в течение 0,5 ч, а затем при температуре 200°C в течение 1,5 ч.

Диафарин обладает высокой амилолитической активностью и используется в качестве дополнительного источника ферментов при переработке несоложенного сырья. Для получения диафарина ячмень замачивают при температуре 10–12°C в течение 60–72 ч до влажности 43,5–47,0%. Проращивание ведут при температуре не выше 15–16°C в течение 8–9 суток. Сушат диафарин в мягких условиях при интенсивной подаче воздуха температурой 50°C до влажности 4–5%.

Получение солода для спиртового производства. На спиртовых заводах солод применяют для осаживания крахмала, поэтому он должен содержать активные α - и β -амилазы, а также декстриназу. В связи с этим используют смесь солодов, полученных из различных злаков, причем содержание просяного и овсяного солодов в смеси должно быть не менее 30%.

Замачивают злаки (пшеницу, рожь, ячмень, овес) до влажности 38–40% и направляют на проращивание. Температуру проращивания регулируют таким образом, чтобы в первые двое суток она составляла 19–20°C, а затем к концу проращивания постепенно снижалась до 13–14°C. Длительность проращивания ячменя, овса и пшеницы – 12–13 суток, ржи – 7–8 суток. Просо замачивают при температуре 25–30°C до влажности 35–38%, проращивают в течение 5–6 суток, постепенно повышая температуру до 30–35°C.

Солод, применяемый в спиртовом производстве, не требует сушки. Его измельчают, смешивают с водой, дезинфицируют и получают солодовое молоко.

Получение ржаного солода. Получают ржаной солод ферментированный и неферментированный (диастатический). От технологии получения ячменного пивоваренного солода технология получения ржаного отличается только режимами процесса.

Ржаной ферментированный солод используют для приготовления хлебного кваса и заварных сортов хлеба.

Особенностью технологии ржаного ферментированного солода является наличие стадии томления (ферментации) свежепророщенного солода с целью накопления красящих и ароматических веществ.

По окончании проращивания солод орошают водой с температурой 40–50°C до достижения влажности 53–56% и оставляют в покое. За 13–14 ч происходит саморазогревание солода до температуры 45–50°C, после чего его подогревают до 60–65°C и поддерживают эту температуру до окончания ферментации. Общая продолжительность томления составляет 2–3 суток.

По окончании томления солод сушат, поддерживая температуру теплоносителя на уровне 80°C.

Ржаной неферментированный солод в основном используется в хлебопечении, в производстве кваса используется реже, чем ферментированный. Он должен иметь высокую ферментативную активность, поэтому температурные режимы его производства мягче, чем для ферментированного солода, стадия томления отсутствует. Температура теплоносителя на начальной стадии сушки должна составлять 55°C, на конечной – не более 65°C. Конечная влажность неферментированного солода – 8%.

6. ТЕХНОЛОГИЯ ПИВА

При раскопках Вавилона была обнаружена дощечка, отнесенная к VI в. до н. э., на которой изображен процесс приготовления пива.

Пиво – это слабоалкогольный напиток, насыщенный диоксидом углерода, с характерной хмелевой горечью и ароматом. Оно прекрасно утоляет жажду, оказывает на организм тонизирующее воздействие, способствует повышению усвояемости пищи. Благодаря определенной питательной ценности, характерному приятному освежающему вкусу, этот напиток получил широкое распространение. Потребление пива на душу населения составляет, л/год: Ирландия – 181, Чехия – 180, Германия – 177, Литва – 83, Россия – 63, Украина – 50, Беларусь – 41.

Производство пива в республике осуществляют 12 специализированных предприятий и 5 минипивзаводов. Производственные мощности пивоваренных предприятий республики составляют 52 млн. дкл пива в год. Почти половина мощностей (39%) сконцентрирована в г. Минске. Это два крупнейших предприятия – ОАО «Пивзавод "Оливария"» и ОАО «Криница», на которых объем производства пива в 2006 г. составил соответственно 3,7 и 13,7 млн. дкл. Кроме того, крупными производителями пива являются: СЗАО «Пивоваренная компания "Сябар"» (5,85 млн. дкл за 2006 г.), СП «Речицапиво» и ОАО «Лидское пиво» (по 4,2 млн. дкл), ОАО «Брестское пиво» (почти 3 млн. дкл) и др.

В целом в республике объем производства пива в 2006 г. составил 40 млн. дкл. В соответствии с Программой развития пивоваренной отрасли Республики Беларусь на 2006–2010 гг. объем производства к 2010 г. должен возрасти в 1,5 раза (до 60 млн. дкл), что составит 61 л на душу населения.

На сегодняшний день предприятиями отрасли выпускается около 100 сортов пива. За последние 2–3 года разработано и внедрено более 15 наименований новых сортов, в том числе «Речицкое кварта» (СП «Речицапиво»), «Бобров крепкое», «Сябар самабытнае», «Сябар светлае», «Сябар моцнае» (СЗАО «Пивоваренная компания "Сябар"»), «Кельт» (ОАО «Пивзавод "Оливария"»), «Брестское экспорт», «О.К. Брестское премиум», «Брестское люкс» (ОАО «Брестское пиво»), «Криница экспортное», «Криница легкое» «Кальтенберг» (ОАО «Криница»), «Николаевское светлое», «Николаевское темное», «Николаевское пилзнер», «Николаевское премиум» (СООО «Двинский browар»), «Губерния экстра», «Губерния панская» (ОАО «Лидское пиво») и т. д.

При разработке новых видов пива взято направление на разработку сортов пива «Премиум» (сорта улучшенного качества, изготавливаемые по современной технологии).

Характеристика сырья

Солод и несоложенные материалы. Применяют светлый и темный солод для получения соответственно светлых и темных сортов пива. Кроме того, может использоваться карамельный, жженный солод и диафарин (гл. 5).

В качестве несоложенных материалов применяют ячмень, рис, обезжиренную кукурузную муку и тритикале, редко – пшеницу.

Хмель. Хмель придает пиву приятный горький вкус и специфический аромат, повышает биологическую стойкость, пенообразование и пеностойкость.

В пивоварении используют женские соцветия – шишки, в которых при созревании появляются желто-зеленые клейкие шарики, содержащие зерна лупулина.

В них содержатся горькие, полифенольные и ароматобразующие вещества хмеля. Горькие вещества представлены мягкими и твердыми смолами, из которых наибольшую ценность представляет α -кислота (гумулон). Содержание ее определяется сортом хмеля и условиями его произрастания и составляет от 2,5 до 9,5%.

Аромат хмеля обусловлен эфирными маслами, которые представляют собой смесь углеводов терпенового ряда и кислородсодержащих соединений (сложных эфиров, альдегидов, спиртов, кислот).

Полифенольные вещества благоприятно влияют на формирование вкуса пива, способствуют осаждению белковых веществ, повышают коллоидную стойкость пива.

В мировой практике пивоварения только 40% хмеля используют в шишках, остальной хмель применяется в гранулированном виде или в виде экстрактов хмеля. По сравнению с шишками эти продукты легче транспортируются и хранятся, при их применении полнее используются горькие вещества хмеля.

Пивоваренные предприятия Беларуси в основном закупают хмель за рубежом (Англия, Германия). В республике имеется единственное совместное белорусско-германское предприятие «Бизон» в г. Малорита Брестской обл., занимающееся выращиванием и переработкой хмеля. Предприятие может производить до 40 т хмеля в год.

Вода. Содержание воды в пиве достигает 90%, поэтому ее качество оказывает большое влияние на качество готовой продукции. Вода должна удовлетворять требованиям на питьевую воду, иметь благоприятные органолептические показатели, быть безвредной по химическому составу и микробиологическим показателям.

Кроме того, в пивоваренном производстве предъявляются индивидуальные требования. Общая жесткость воды не должна превышать 5 моль/дм³, а для светлых сортов пива требуется еще более мягкая вода (общей жесткостью до 3 моль/дм³). Значение рН воды должно находиться в пределах 6,8–7,3, окисляемость – не выше 2 мг/дм³, содержание сухого остатка – не более 600 мг/дм³.

Дрожжи. Большинство применяемых в пивоварении дрожжей относятся к роду *Saccharomyces*: *S. cerevisiae*, *S. carlsbergensis* (*S. uvarum*).

Наиболее часто используют дрожжи *низового* брожения. В бродящем сусле они собираются в виде хлопьев (их называют хлопьевидными), а к концу брожения оседают на дно аппарата, образуя плотный осадок. Это имеет важное практическое значение. Во-первых, на поверхности хлопьев дрожжей сорбируются взвешенные примеси, которые вместе с дрожжами увлекаются в осадок, и пиво быстро осветляется, во-вторых, плотный осадок легко собрать из бродильных танков, поэтому существует возможность использовать дрожжи многократно.

Дрожжи *верхового* брожения в бродящем сусле находятся во взвешенном состоянии (их называют пылевидными), а к концу брожения собираются на поверхности суслу в виде шапки. В пивоварении они используются реже (только при получении определенных сортов пива).

Чистую культуру дрожжей наращивают в несколько стадий, начиная из пробирки, получаемой из музейной коллекции.

На первом этапе наращивание проводят в микробиологической лаборатории сначала в пробирке, затем в колбе, далее в лабораторном ферментаторе. Первые две стадии размножения ведут при температуре 18–20°C, затем температуру снижают до 8–10°C с целью адаптации дрожжей к условиям брожения в производственном бродильном аппарате (танке).

На втором этапе дрожжи выращивают в отделении чистой культуры путем последовательного пересева в нескольких аппаратах (3–5) увеличивающегося объема, заканчивая резервуаром предварительного брожения, откуда дрожжи направляются уже в бродильный танк.

Осевшие при брожении дрожжи собирают и направляют в дрожжевое отделение. Там их обрабатывают на вибросите для

отделения крупных хлопьев белковых веществ и хмелевых смол, а затем тщательно промывают водой с температурой 1–2°C. С поверхности дрожжей смываются оставшиеся питательные вещества, дрожжи прекращают брожение и хорошо оседают. Благодаря промывке, повышается проницаемость клеточных оболочек и дрожжи опять становятся способными к активному брожению, их снова вносят в бродильный аппарат. Каждый такой оборот дрожжей называется *генерацией*.

Только при обнаружении в дрожжах посторонних микроорганизмов (бактерий, диких дрожжей), увеличении количества мертвых дрожжевых клеток (> 5%) получение чистой культуры начинают заново с лабораторного этапа.

Технологическая схема производства пива

Технологический процесс производства пива включает подготовку сырья, получение охмеленного пивного сусла, сбраживание сусла дрожжами с дальнейшим созреванием и осветлением пива (рис. 18).

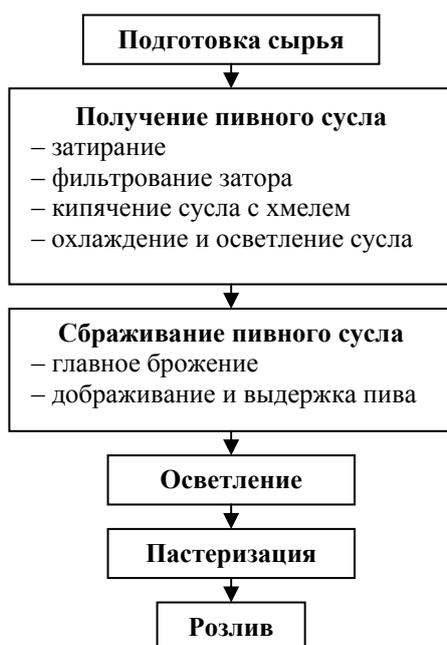


Рис. 18. Технологическая схема производства пива

Подготовка сырья. Подготовка солода и ячменя включает их очистку и дробление.

Сухой солод перед поступлением в варочный цех очищают от металлических примесей на магнитном сепараторе, а от пыли и

остатков ростков – на полировочной машине. Ячмень очищают так же, как в солодовенном производстве.

Дробление солода является важной операцией, влияющей на процесс приготовления сусла. Дробленый солод состоит из частиц разных размеров: шелухи, крупной и мелкой крупки и муки. Эти частицы различаются по химическому составу и по разному ведут себя при приготовлении сусла.

В состав оболочки зерна в основном входит целлюлоза, а также органические и неорганические вещества, которые, переходя в раствор, ухудшают вкус пива. Кроме того, при измельчении оболочек зерна затрудняется фильтрование сусла. Таким образом, размол солода нужно проводить так, чтобы оболочка была сохранена, в последующем при отделении сусла от дробины она служит фильтрующим слоем.

Чем тоньше помол, тем полнее извлекаются экстрактивные вещества, однако тем более ухудшается фильтрование. Наиболее оптимальный состав помола, %: шелуха – 15–18, крупная крупка – 18–22, мелкая крупка – 30–35, мука – 25–30.

Содержание муки в помоле может достигать 45% только в том случае, если дробина отделяется от сусла с помощью фильтр-пресса.

Целесообразно проводить дробление увлажненного до 30–32% солода, поскольку при этом снижаются потери на распыл, сохраняется целостность оболочек и обеспечиваются оптимальные условия для дробления эндосперма.

При помоле ячменя соблюдают те же требования, что и при помоле солода.

Получение пивного сусла. Процесс смешивания дробленых зернопродуктов с водой называют *затирием*, а полученную смесь – *затором*.

Основная цель затириания – перевод сухих веществ солода и несоложенных материалов в растворимое состояние под действием ферментов солода. Если доля несоложенных материалов в составе сырья выше 15%, то ферментов солода недостаточно для гидролиза всех компонентов, в этом случае применяют ферментные препараты.

Основной процесс при затириании – гидролиз крахмала. Продуктами его являются сбраживаемые дрожжами сахара (глюкоза, мальтоза) и декстрины различной молекулярной массы, которые обеспечивают полноту вкуса пива. В то же время важное значение имеет гидролитическое расщепление белков под действием протеолитических ферментов. Состав белков и их превращения влияют на пенообразование, стойкость и вкусовые качества пива, а продукты расщепления

белков (пептиды, аминокислоты) необходимы для питания и размножения дрожжей.

Ферменты, катализирующие гидролиз крахмала (α - и β -амилазы, декстриназа) и белков, имеют разные температурные оптимумы, поэтому требуемая степень гидролиза обеспечивается выдержкой затора при следующих температурных паузах:

- 45–52°C – белковая пауза – оптимальные условия для действия полипептидаз, расщепляющих белки до пептидов и аминокислот;
- 61–63°C – мальтозная пауза – оптимальные условия для накопления сбраживаемых сахаров под действием β -амилазы солода и глюкоамилазы ферментных препаратов, а также для протеиназ, катализирующих расщепление белков до полипептидов и высокомолекулярных пептидов;
- 70–72°C – пауза осахаривания – оптимальный температурный режим для действия α -амилазы, обеспечивающей расщепление крахмала до декстринов, β -амилаза и глюкоамилаза в этих условиях инактивируются. Активность α -амилазы сохраняется до температуры 75–77°C.

Существует два основных способа затирания: настойный и отварочный.

При настойном способе сухой дробленый солод смешивают в воде и медленно (со скоростью 1°C/мин) нагревают затор с выдержкой соответствующих пауз длительностью 20–30 мин для оптимального действия ферментов. Этот способ применяют при использовании солода с высокой ферментативной активностью, процесс затирания не длительный и не требует больших затрат энергии.

При отварочном способе часть затора (отварка) подвергается кипячению с целью клейстеризации крахмала, что повышает атакуемость крахмала ферментами и увеличивает выход экстракта. В зависимости от количества отварок различают одно-, двух- и трехотварочный способы.

С целью наиболее полного затирания при отварочном способе сначала затор нагревают до температуры 50–52°C и выдерживают белковую паузу. Далее при одноотварочном способе отбирают отварку (густую часть) в отдельный аппарат, медленно нагревают с выдержкой мальтозной паузы и паузы осахаривания до кипения, кипятят 20–30 мин, после чего смешивают отварку с основным затором. Температура всего затора повышается до 70°C, и его выдерживают до полного осахаривания. При двухотварочном способе объемы отварок меньше, поэтому после возвращения первой отварки в основной затор температура его составляет 63–65°C, затем выдерживают

мальтозную паузу, отбирают вторую отварку, проводят ее осахаривание и кипячение и возвращают в основной затор. Температура основного затора повышается до 75°C, происходит его полное осахаривание. При трехотварочном способе объемы отварок еще меньше, поэтому после кипячения и возврата первой отварки достигается температура белковой паузы, после кипячения и возврата второй отварки – мальтозная пауза, после кипячения и возврата третьей отварки – пауза осахаривания.

Затор, полученный отварочными способами, имеет более высокую степень сбраживания, однако способы эти более длительны, трудоемки и сложны.

В случае замены части солода несоложенными материалами, которые труднее измельчаются, содержат крахмал и белки в неизменном состоянии, процесс затирания затрудняется. Для осахаривания такого сырья применяют ферментные препараты.

Заторный аппарат представляет собой цилиндрический сосуд с двойным днищем, образующим рубашку, в которую подают пар для нагревания затора. Аппарат имеет стяжную трубу для удаления жидкой части затора из верхней части. В аналогичном аппарате проводят и кипячение суслу с хмелем. Различие заключается только в том, что варочный аппарат по сравнению с заторным имеет более развитую поверхность для быстрого выпаривания воды за короткое время.

При *фильтровании* затор разделяют на сусло (фильтрат) и дробину (твердую фазу) в фильтрационном аппарате. Он имеет ситчатое дно, на котором из дробины формируется фильтрующий слой. Фильтрование имеет две стадии: на первой собирается сусло, образующееся при фильтровании затора, на второй – сусло, которое получается при промывке дробины горячей водой с целью наиболее полного извлечения из нее экстрактивных веществ.

На скорость фильтрования влияют степень дробления солода, высота слоя дробины, вязкость суслу. Для успешного фильтрования помол солода должен быть не слишком тонким, скоагулированные белки, затрудняющие прохождение суслу, должны быть хорошо перемешаны с твердыми частицами дробины. Оптимальная высота слоя дробины – 30–40 см, при большей высоте слоя скорость фильтрования снижается, при меньшей – затор быстрее охлаждается, вязкость его возрастает и фильтрование также затрудняется. Оптимальная температура затора – 75–78°C, промывной воды – 78–80°C.

Для отделения от суслу твердой части можно применять фильтр-прессы, но они трудоемки в обслуживании. Перспективно использование центробежных способов с применением центрифуг и сепараторов.

При *кипячении* в сусло переходят горькие и ароматобразующие вещества хмеля. Из всего количества экстрагированных горьких веществ в пиве остается около 25%, остальные теряются с хмелевой дробинкой, белковым и дрожжевым осадками. Ароматобразующие вещества хмеля (эфирные масла) при кипячении улетучиваются, поэтому после внесения последней порции хмеля продолжительность кипячения сокращают.

Наряду с формированием характерного вкуса и аромата пива при кипячении сусла с хмелем решается еще ряд задач:

- испарение избыточной влаги и установление требуемого для данного сорта пива содержания сухих веществ;
- коагуляция и осаждение белков (продолжительное кипячение может привести к разрушению крупных хлопьев скоагулированных белков и ухудшению их осаждения);
- инактивация ферментов;
- стерилизация сусла.

Количество вносимого хмеля зависит от сорта пива, качества хмеля, состава воды. Количество хмеля тем больше, чем выше концентрация сухих веществ в сусле, светлые сорта пива охмеляют сильнее, чем темные. Для охмеления пива, приготовленного на мягкой воде, расход хмеля выше, чем при использовании жесткой воды.

Хмель задают в сусло в два или три приема, причем последнюю порцию незадолго до конца кипячения.

Правильно охмеленное сусло – прозрачное с блеском и быстрооседающими хлопьями свернувшихся белков. Такое сусло направляют в хмелеотделитель, где на сите задерживается хмелевая дробина. Ее промывают горячей водой, присоединяя промывную воду к суслу.

Цель *охлаждения* и *осветления* сусла – установление оптимальной температуры для брожения, удаление из сусла взвешенных частиц и насыщение его кислородом.

Охлаждение сусла осуществляют в два этапа: вначале медленно до температуры 60°C, а на втором этапе быстро до температуры 6–7°C при низовом брожении и 14–16°C при верховом.

При охлаждении сусла содержащиеся в нем вещества, растворимые в горячем сусле, становятся нерастворимыми и выпадают в осадок, происходит осветление сусла. С понижением температуры сусла увеличивается растворимость в нем кислорода, благодаря чему интенсивнее протекает коагуляция белков и осветление сусла. Вместе с тем, энергичнее протекают и окислительные процессы, которые ухудшают качество сусла, поэтому продолжительность процессов охлаждения и осветления сусла не должна превышать 2 ч.

Для осветления сусла применяют отстойные чаны, гидроциклонные аппараты, сепараторы, для охлаждения используют пластинчатые теплообменники, позволяющие исключить инфицирование сусла.

Сбраживание пивного сусла. В подготовленное сусло вносят дрожжи из расчета 0,5–0,8 л/гг (гектолитр = 100 л). На некоторых заводах дрожжи с холодным суслом перемешивают в монжу путем продувания стерильным воздухом или диоксидом углерода либо механическим перемешиванием.

В соответствии с классической технологией сбраживание сусла осуществляется в два этапа.

На первом этапе протекает бурное брожение, сбраживается большая часть сахаров. Этот этап называют *главным брожением*; пиво, полученное после главного брожения, – молодое пиво.

Второй этап (*дображивание*) более продолжительный (от 3 недель до нескольких месяцев), протекает при очень низкой температуре (–0,5...–3°C). Происходит медленное сбраживание оставшихся сахаров, осветление, созревание пива, насыщение его диоксидом углерода.

Главное брожение. В период главного брожения протекают микробиологические, биохимические и физико-химические процессы.

В первые сутки брожения протекает интенсивное размножение дрожжей, для развития которых в сусле есть все необходимые вещества. По мере потребления этих веществ и накопления продуктов брожения скорость размножения дрожжей снижается.

Основной биохимический процесс – спиртовое брожение. Сбраживание отдельных сахаров происходит в определенной последовательности, которая определяется скоростью их проникновения в дрожжевую клетку. В первую очередь сбраживаются моносахариды (глюкоза, фруктоза), затем дисахариды (мальтоза, сахароза) и, наконец, трисахарид (мальтотриоза), который потребляется в основном в период дображивания.

Наряду с главными продуктами спиртового брожения (этанолом и диоксидом углерода) в молодом пиве находятся вторичные и побочные продукты.

Из вторичных продуктов образуются глицерин, ацетальдегид, пировиноградная, уксусная, янтарная, лимонная и молочная кислоты, ацетоин, 2,3-бутиленгликоль, диацетил. В преобладающем количестве находятся уксусная и янтарная кислоты, 2,3-бутиленгликоль, ацетальдегид, в значительно меньшем количестве – ацетоин и лимонная кислота. Присутствие диацетила в пиве нежелательно, поскольку он придает характерные медовые запах и привкус. Он образуется

в начале главного брожения, когда дрожжи интенсивно размножаются. В стадии дображивания и созревания пива в изменившихся условиях диацетил восстанавливается в ацетоин. Содержание последнего считается нормальным на уровне 1 мг/дм^3 , при увеличении содержания ацетоина в пиве появляется затхлый привкус.

Побочными процессами, сопутствующими спиртовому брожению, являются образование высших спиртов и сложных эфиров. Высшие спирты (пропиловый, изобутиловый, амиловый, изоамиловый, тирозол, триптофол) образуются из аминокислот, они обладают характерным запахом и оказывают влияние на вкус и аромат пива. Высшие спирты, кислоты, альдегиды, присутствующие в пиве, участвуют в реакциях эфиروобразования под действием ферментов (эстераз) дрожжей.

Основные физико-химические процессы при брожении – это увеличение активной кислотности и снижение окислительно-восстановительного потенциала. Исходное сусло имеет значение рН 5,3–5,6, а молодое пиво – 4,2–4,6. Дрожжи затрачивают кислород на обменные процессы, выделяющийся при брожении диоксид углерода вытесняет кислород из сусла, и окислительные процессы затухают. Это положительно сказывается на качестве пива, поскольку при высоком значении окислительно-восстановительного потенциала пиво становится темнее, ухудшается его вкус, может появиться муть.

В результате повышения кислотности снижается растворимость части белков, дубильных и горьких веществ хмеля, однако их осаждению препятствуют пузырьки выделяющегося диоксида углерода. Легкие частицы выносятся на поверхность бродящего сусла, и образуется пена в виде завитков различной высоты и формы.

В зависимости от внешнего вида бродящего сусла выделяют четыре стадии главного брожения.

Первая стадия длится около суток, на поверхности сусла образуется равномерный слой белой пены, поэтому стадия называется *забел*. Дрожжи в основном размножаются и выделение CO_2 незначительно.

На второй стадии интенсифицируется брожение, выделение CO_2 , образуется плотная пена в виде низких завитков. Стадия *низких завитков* длится 2–3 суток.

Далее брожение протекает бурно, высота завитков растет, диоксид углерода выносит на поверхность дубильно-белковые соединения, хмелевые смолы, которые, окисляясь на воздухе, придают завиткам коричневую окраску. Соответственно, третья стадия носит название *высоких*, или *коричневых завитков*. Продолжительность этой стадии – 3–4 суток.

Четвертая стадия – стадия *образования деки*. Вследствие уменьшения количества сбраживаемых сахаров и накопления продуктов брожения уменьшается выделение CO_2 , завитки опадают, на поверхности образуется слой низкой и густой пены (деки). Происходит хлопьеобразование дрожжей и их оседание на дно, молодое пиво осветляется. Эти процессы длятся около 2 суток, на этом главное брожение заканчивается.

Таким образом, общая продолжительность главного брожения составляет 7–12 суток. На скорость процесса брожения влияют температура, расход дрожжей и их активность, состав сусла.

Брожение осуществляется в бродильных аппаратах (танках), которые расположены в охлаждаемом до 6–8°C помещении. Танки представляют собой цилиндрические емкости с полусферическими днищем и крышкой, изготовленные из нержавеющей стали или алюминия, могут быть расположены вертикально или горизонтально. Внутри бродильных танков имеются змеевики для подачи холодной воды или рассола с целью поддержания требуемой температуры брожения. Выделяющийся при брожении CO_2 собирают и используют для промышленных целей.

Брожение осуществляется периодическим или полунепрерывным способом.

В первом случае брожение осуществляется в одном аппарате, куда одновременно подают сусло и дрожжи. Этот способ имеет ряд недостатков: длительное осветление молодого пива, недостаточная глубина сбраживания экстракта и др., которые влияют на качество пива.

Этих недостатков лишен второй способ, согласно которому брожение осуществляется в батарее аппаратов, включающей аппарат для предварительного брожения и пять бродильных аппаратов. В аппарат для предварительного брожения подают сусло и дрожжи, оставляют на сутки для размножения дрожжей, затем половину содержимого аппарата перекачивают в первый бродильный аппарат и доливают обе емкости свежим суслom. Через 24 ч очередную половину содержимого аппарата для предварительного брожения перекачивают во второй бродильный аппарат и снова доливают эти аппараты свежим суслom. Эти операции повторяют в течение 5 суток до заполнения всех аппаратов. Затем молодое пиво из первого бродильного аппарата перекачивают в аппарат дображивания, а освободившийся аппарат вновь готовят для брожения, затем также поступают со вторым бродильным аппаратом и т. д.

Дображивание и выдержка пива. Основная цель дображивания – насыщение пива CO_2 , который придает ему приятный освежающий вкус, способствует пенообразованию, служит консервантом, предохраняя от развития посторонних микроорганизмов и контакта с кислородом.

Содержание диоксида углерода в молодом пиве составляет 0,15–0,20%, а после дображивания в готовом пиве оно достигает 0,35–0,40%. Связывание и накопление CO_2 в пиве становятся возможными потому, что дображивание протекает при пониженной температуре и избыточном давлении на уровне 0,030–0,045 МПа.

При дображивании протекают те же процессы, что и при главном брожении, только более медленно. Это обусловлено более низкой температурой и невысокой концентрацией дрожжевых клеток, основная масса которых удаляется в конце главного брожения.

Так же, как и при главном брожении, к концу дображивания оседающие дрожжи увлекают на дно танка взвешенные вещества. Однако на этой стадии взвесь очень тонкая, удаляется медленно и необходима длительная стадия выдержки пива для удовлетворительного его осветления и созревания. В пиве исчезает дрожжевой привкус, смягчается хмелевая горечь, благодаря продолжающимся процессам эфиروобразования пиво приобретает приятный вкус и аромат.

Для дображивания используют шпунт-аппараты, оснащенные манометром и предохранительным клапаном. Манометр устанавливают на требуемое избыточное давление, которое при превышении заданной величины выравнивается медленным выпуском избытка диоксида углерода. В начале дображивания шпунтовать (герметически закрывать) танки нельзя, поскольку воздух, имеющийся в свободном пространстве над пивом, может раствориться в пиве и будет препятствовать созреванию. После того, как воздух вытеснится диоксидом углерода, аппарат шпунтуют.

Ускоренные способы брожения и дображивания. В последнее время все более распространенным становится проведение процессов брожения и дображивания в одном аппарате – цилиндро-коническом танке (ЦКТ). Такие аппараты, в частности, установлены на ОАО «Криница».

Цилиндро-конический танк представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат с коническим днищем, имеющий четыре охлаждающих рубашки в цилиндрической части и одну в конической.

В ЦКТ подают сусло и дрожжи, и при температуре 10°C начинается брожение. В течение 2 суток температура повышается

до 14°C и поддерживается на этом уровне. На 5–6 сутки брожение заканчивается, коническую часть аппарата охлаждают до температуры 2°C, вызывая оседание дрожжей, которое длится около 2 суток. Далее аппарат зашпунтовывают и поддерживают избыточное давление 0,05–0,07 МПа, а температуру пива во всем аппарате доводят до 0,5–1,5°C. В этих условиях в течение 6–7 суток протекает дображивание. Затем дрожжи спускают из конической части в отдельную емкость, где хранят при температуре 0–1°C до следующего использования. Пиво после удаления дрожжей еще выдерживают в ЦКТ около 2 суток. Общая продолжительность брожения и дображивания составляет 13–14 суток.

Ускорить брожение и дображивание можно еще повышением температуры (до 12–15°C), однако при этом накапливается большое количество побочных продуктов, пиво в должной степени не насыщается СО₂ и его приходится подвергать карбонизации, что снижает его качество.

Осветление и розлив пива. Цель осветления – удаление из пива твердых частиц (клеток дрожжей, белков, полифенолов и др.) для придания ему прозрачности, биологической и коллоидной стойкости без ухудшения вкуса, аромата и снижения пеностойкости. Наилучший эффект осветления достигается при температуре около 0°C.

Пиво осветляют сепарированием, фильтрованием или сочетанием этих методов.

Сепарирование – высокопроизводительный процесс, хорошо подходит для удаления дрожжевых клеток, в том числе плохо флокулирующих. Однако сепарирование недостаточно эффективно для частиц высокой дисперсности, этим способом нельзя получить пиво с блеском.

Наиболее эффективным способом осветления пива является *фильтрование*. В качестве фильтрующего материала чаще всего используют намывной слой диатомитовых порошков, которые механически задерживают частицы мути. Диатомит представляет собой остатки кремнистых панцирей одноклеточных водорослей – диатомий.

Если после фильтрования пиво оказывается недостаточно насыщенным СО₂, то его подвергают карбонизации. После насыщения пива диоксидом углерода его выдерживают в течение 4–12 ч при температуре не выше 2°C и давлении не ниже 0,05 МПа.

Пиво разливают в бутылки (новые или оборотные), изготовленные из прозрачного стекла оранжевого или зеленого цвета для сохранения качества, в новые полимерные бутылки, бочки, кеги, автотермоцистерны.

С целью повышения биологической стойкости пива проводят ряд мероприятий: пастеризацию пива в бутылках, проточную пастеризацию, холодную пастеризацию.

Пастеризация в бутылках наиболее распространена. Температура пастеризации (60°C) выдерживается в центре бутылки в течение 15–20 мин, а затем пиво охлаждают. За время тепловой обработки в пиве может возникать пастеризованный (хлебный) привкус и возрастает цветность.

Проточная пастеризация пива осуществляется в пластинчатых теплообменниках, общее время пастеризации от начала нагревания до охлаждения составляет 90–100 с, а выдержка пива при температуре пастеризации – около 30 с. Розлив пива осуществляется в асептических условиях в стерильную тару. Такое пиво имеет высокую биологическую стойкость, качество его не ухудшается.

Если пиво после проточной пастеризации не охлаждать и разливать в бутылки, имеющие температуру выше 40°C, это препятствует вспениванию. Биологическая стойкость пива горячего розлива практически не ограничена.

В последнее время все больше распространяется обеспложивающее фильтрование, так называемая холодная стерилизация пива. Фильтрование через мембранные фильтры позволяет освободить пиво от микроорганизмов, розлив осуществляется в стерильные бутылки. Такое пиво имеет лучший вкус, чем пастеризованное, и очень высокую биологическую стойкость.

Качественные показатели пива

Качество пива оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям.

Вырабатывают пиво трех типов: светлое, полутемное и темное. Экстрактивность начального сусла для разных сортов пива находится в пределах от 8 до 23%. В зависимости от экстрактивности объемная доля спирта составляет 2,8–9,4%. Во всех типах пива массовая доля диоксида углерода должна быть не менее 0,33%, высота пены – не менее 30 мм, пеностойкость – не менее 2 мин. Стойкость непастеризованного пива должна быть не менее 8 суток, пастеризованного и обеспложивенного – не менее 30 суток. Энергетическая ценность пива в зависимости от экстрактивности начального сусла находится в пределах 1200–3500 кДж/кг.

Органолептическую оценку пива осуществляют по 25-балловой системе. Пиво должно быть прозрачным, без осадка и посторонних включений, иметь чистый вкус и аромат с хмелевой горечью, без посторонних запахов и привкусов.

Получение безалкогольного пива

В последнее время достаточно широкое распространение получило производство и употребление безалкогольного пива. Это связано с рядом причин: приверженность здоровому образу жизни, религиозные запреты, невозможность употреблять алкогольсодержащие напитки при управлении автомобилем.

Содержание этанола в безалкогольном пиве не должно превышать 0,5% об. Применяют разные способы получения пива с пониженным содержанием алкоголя.

Мембранные методы предполагают использование полупроницаемых мембран, они могут быть по-разному организованы. При обратном осмосе вода и спирт, проходя через мембрану, удаляются из пива. Для установления требуемой плотности в пиво добавляют обессоленную и деаэрированную воду. Диализ обеспечивается при использовании мембран в виде полых волокон, через которые продавливается пиво. В обратном направлении волокна обтекает вода, в которую переходит спирт.

Термический метод заключается в испарении спирта при разрежении.

Подавление образования спирта при брожении достигается следующими способами:

- применением специальных дрожжей (*Saccharomyces ludwigii*), которые сбраживают фруктозу и глюкозу, но не сбраживают мальтозу;

- обеспечение контакта дрожжей с суслом при очень низких температурах ($< -2^{\circ}\text{C}$), когда спирт практически не образуется, а жизнедеятельность дрожжей способствует появлению пивного аромата и исчезновению вкуса сусла;

- прерывание брожения при достижении концентрации спирта 0,5% об. путем фильтрования или центрифугирования дрожжей либо пастеризацией пива в потоке;

- применение иммобилизованных дрожжей, что позволяет управлять процессом брожения, регулируя температуру, скорость прохождения сусла и др.

Использование отходов пивоваренного производства

Зерновые отходы, образующиеся при очистке и сортировке зерна, а также сплав зерна, формирующийся на стадии мойки, включающий неполноценное зерно, солому, мякину, используют в кормовых целях.

На корм скоту также используют пивную дробину, которая выделяется на стадии фильтрования и содержит белковые вещества, жиры, минеральные вещества. Дробина имеет высокую влажность (около 88%), поэтому должна быть использована в течение 24 ч.

Хмелевая дробина содержит большое количество горьких веществ, поэтому чаще всего ее используют в качестве удобрения.

Солодовые ростки содержат горькие вещества и вещества со специфическим запахом, что затрудняет их использование в кормовых целях. Присутствие в ростках биологически активных и питательных веществ (ферменты, стимуляторы роста, витамины, клетчатка, жиры, минеральные вещества и др.) обусловило их использование в качестве компонента питательных сред для выращивания микроорганизмов в биотехнологических производствах.

Остаточные дрожжи, оседающие при брожении и дображивании, используют как семенные. Поскольку происходит прирост дрожжей, образуются избыточные дрожжи. Высокое содержание в дрожжевых клетках витаминов и ферментов обусловило применение остаточных дрожжей в производстве ферментных и лечебных препаратов.

Диоксид углерода, выделяющийся при брожении пивного сусла, собирают и применяют для собственных нужд пивоваренного производства, а также в производстве безалкогольных напитков, минеральных вод, газированных вин и соков, в фармацевтической промышленности.

7. ТЕХНОЛОГИЯ ВИНОГРАДНЫХ ВИН

Виноградное вино получают спиртовым брожением виноградного сока, оно отличается многообразием вкуса и букета. Натуральные виноградные вина имеют естественный химический состав. Благодаря содержанию таких компонентов, как аминокислоты, полифенолы, витамины, минеральные соли и др. они обладают диетическими и лечебными свойствами и при умеренном употреблении благоприятно воздействуют на организм человека.

Производство виноградных вин в республике отсутствует. Имеющиеся производители занимаются в основном обработкой и розливом вин. Крупнейшими из них являются ЗАО «Минский завод виноградных вин», выпускающий продукцию под торговой маркой «Амбассадор», СООО «Завод виноградных вин "Дионис"», а также «Минский завод игристых вин».

Классификация виноградных вин

Особенностью винодельческой промышленности является богатство ассортимента. Разнообразие вкуса и букета обусловлено не только спецификой сортов винограда и технологией производства вин, но и местными природными условиями винодельческих районов.

Все виноградные вина делят на сортовые и купажные (фр. *cuiper* – резать). Сортовые вина получают из одного сорта винограда, примеси других сортов того же ботанического вида не должны превышать 15%. Купажные вина получают из смеси разных сортов винограда.

Выделяют два типа виноградных вин: тихие и насыщенные диоксидом углерода.

Тихие вина делят на три группы: столовые, крепленые и ароматизированные.

Столовые вина получают сбраживанием свежего виноградного сока, останавливая брожение на определенной стадии либо доводя его до полного сбраживания сахара в сусле. Содержание спирта в столовых винах составляет 9–14% об., в зависимости от содержания сахара выделяют вина сухие (до 0,3%), полусухие (до 2,5%), полусладкие (до 8,0%).

Крепленые вина получают сбраживанием виноградного сока с добавлением спирта-ректификата. В зависимости от содержания спирта крепленые вина бывают крепкие (17–20% об., в том числе спирта естественного брожения не менее 3% об.) и десертные (12–17% об., в том

числе спирта естественного брожения не менее 1,2% об.). По содержанию сахара крепкие крепленые вина подразделяются на сухие (1–3% об.) и полусладкие (4–14% об.), а десертные – на полусладкие (5–12% об.), сладкие (14–20% об.) и ликерные (21–35% об.).

Ароматизированные вина готовят по специальной рецептуре с использованием спирта-ректификата, сахара и ароматических настоев трав, почек, листьев, корней, цветов различных растений. Содержание спирта в ароматизированных винах составляет 16–18% об., сахара – 6–16%.

Существует три основные категории качества тихих вин: ординарные, марочные и коллекционные.

Ординарные – это вина, выпускаемые без выдержки. Вина, реализуемые в возрасте до 1 года, называют молодыми.

Марочными считаются высококачественные вина, прошедшие полный цикл созревания в бочках или бутылках. Их вырабатывают из определенных сортов винограда в отдельных винодельческих районах по специальной технологии. Срок выдержки марочных столовых вин – не менее 1,5 лет, крепленых – не менее 2 лет.

Коллекционные – это марочные вина особого качества, которые после окончания срока выдержки в бочках или крупных емкостях дополнительно выдерживают не менее 2 лет в бутылках.

Вина, насыщенные диоксидом углерода, делят на две группы: игристые – насыщенные CO_2 естественным путем при брожении в герметичных емкостях под давлением и шипучие – искусственно насыщенные CO_2 . В игристых винах давление диоксида углерода должно быть не менее 150 кПа при температуре 10°C, содержание спирта 10,5–13,5% об., сахара в зависимости от марки – до 12% об. Шипучие вина насыщают диоксидом углерода до давления не менее 100 кПа при температуре 10°C, содержание спирта в них составляет 9–12% об., сахара – 3–8%.

Приведенная классификация вин принята в России, Беларуси и других странах СНГ. Другие страны имеют свои особые классификации.

Франция является столицей мирового виноделия, ежегодно в ней производится до 75 млн. гл вина (почти четверть мирового объема). Она имеет самую старую и изощренную систему законов о вине. Большинство вин классифицируется и получает свои специфические названия по регионам. В соответствии с качественными характеристиками французские вина делят на категории: столовые вина (содержание спирта 9–15% об. в зависимости от района производства), местные вина, соответствующие определенным категориям качества (получены из рекомендованных сортов винограда, произведены в определенной местности) и вина контролируемых названий по происхождению, правила производства которых включают множество моментов (регион, в котором выращивают виноград и получают вино,

сорт винограда, способы его возделывания, способ изготовления вина, минимальная крепость, условия хранения вина во время его формирования и др.).

Италия соперничает с Францией за титул самого крупного в мире производителя вина и лишь незначительно уступает по объему производства (70 млн. гл). По экспорту вин Италия является мировым лидером. Система классификации итальянских вин очень похожа на французскую, одни итальянские вина называют по наименованию местности, другие – по сорту винограда.

Кроме того, крупными производителями виноградных вин в Европе являются Испания, Германия, Португалия, Греция, Кипр, Венгрия, Румыния, Болгария, Молдова, Армения, Грузия и др.

На американском континенте первое место по производству вина занимает Аргентина, на втором находится США. Лучшими по качеству признаны вина из Чили. Производят вина в Бразилии, Канаде, Мексике, Перу и других странах.

В Африке и Азии, несмотря на благоприятный для виноградарства климат, развитию виноделия препятствует ислам. Наиболее крупными производителями на этих континентах являются ЮАР (8-е место в мировом производстве), Алжир, Тунис, Израиль, Турция, Китай.

Характеристика сырья

Для получения виноградных вин используют виноград в стадии технической зрелости, здоровый, свежий или завяленный, определенных сортов.

Виноградная гроздь состоит из ягод и гребня. Гребни, на долю которых приходится 3–7% массы грозди, содержат дубильные вещества, которые придают вину специфический терпкий вкус, однако при длительном контакте гребней с соком вино приобретает неприятный вкус.

В состав ягоды входят кожица, мякоть и семена. Кожица состоит в основном из клетчатки, в ней содержатся органические кислоты, дубильные, красящие, ароматизирующие вещества. Красящие вещества при обычной температуре плохо растворяются в виноградном сусле, но хорошо растворяются в спирте. Это учитывают при получении белого вина из красного винограда – кожицу от сока отделяют до начала брожения, т. е. до образования спирта. Мякоть составляет до 90% массы ягоды, в ней содержатся сахара, органические кислоты, пектиновые, азотистые и минеральные вещества, эфирные масла и др. В состав семян наряду с клетчаткой входят виноградное масло, дубильные вещества, ванилин, а также смолистые вещества с очень неприятным запахом, который передается вину, если при дроблении винограда семена были разрушены.

В виноградном соке содержится 10–30% сахаров (глюкоза, фруктоза, сахароза), 0,5–1,7% органических кислот (винная, яблочная и др.), 0,1–0,9% белковых веществ, 0,1–0,3% пектиновых веществ, 0,1–0,5% минеральных веществ, витамины С, В₁, В₂, РР, ароматизирующие вещества.

Технология виноделия

Различают три типа винодельческих заводов.

На заводах первичной переработки получают виноматериалы. За 2–3 месяца до начала сезона виноделия следующего года все вина с такого завода удаляют.

На заводах вторичного виноделия молодые вина, полученные с винзаводов первичной переработки, проходят выдержку и обработку.

Заводы третьего типа имеют оборудование и для первичной переработки винограда, и для его обработки и выдержки.

Технология виноградных вин включает три основные стадии (рис. 19): получение виноградного сусла, брожение сусла или мезги, обработка и выдержка вина.

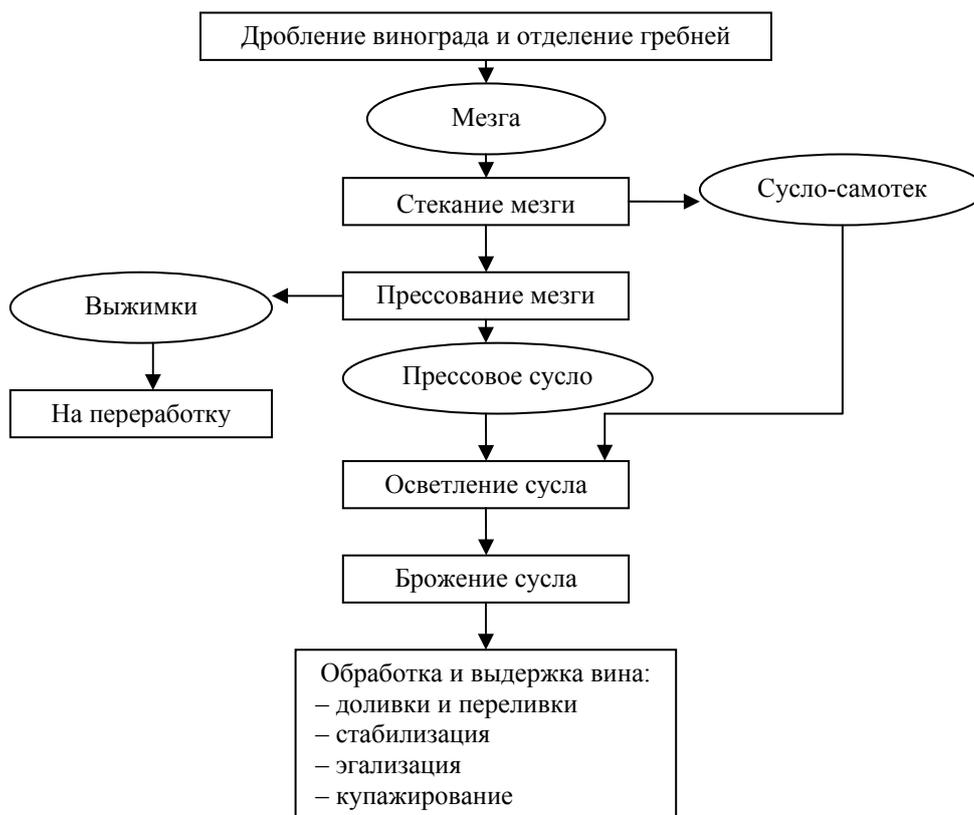


Рис. 19. Общая технологическая схема получения виноградных вин

Получение виноградного сусла. Дробление винограда и отделение гребней осуществляют на валковых дробилках-гребнеотделителях, которые имеют дробильное устройство (два восьмиллопастных резиновых вала), гребнеотделяющее (вращающийся перфорированный цилиндр, внутри которого вал с бичами для удаления гребней) и сборник для мезги. При дроблении должны быть исключены деформация и разрушение семян, поскольку переход в сусло содержащихся в семенах полифенолов и других веществ приводит к ухудшению вкусовых качеств вина. Из гребней также могут перейти в сусло вещества, придающие вину неприятный травянистый привкус, излишнюю терпкость и грубость. Только при производстве некоторых высокоэкстрактивных вин гребни не отделяют.

Мезга состоит на 80% из жидкой фазы (сок) и твердой (кожица и семена). Семена достаточно твердые, а кожица упругая, благодаря чему обеспечивается хорошее дренирование и создаются благоприятные условия для выделения сока. С целью обогащения жидкой фазы экстрактивными веществами применяют различные технологические приемы – настаивание сусла на мезге, обработку теплом, ферментными препаратами, спиртование мезги и др.

Сок из мезги выделяют сначала стеканием под действием силы тяжести, а затем прессованием. При стекании выделяется до 60% общего количества сока, получается самая ценная фракция – сусло-самотек, из которого получают самые высококачественные вина. Прессовое сусло содержит больше фенольных и азотистых веществ и меньше сахара, чем сусло-самотек. Виноградные выжимки поступают на переработку для получения спирта и винной кислоты.

Полученное сусло содержит взвешенные вещества, от полноты удаления которых зависит качество будущего вина. Осветляют сусло отстаиванием, центрифугированием, электрофлотацией и другими методами. Во избежание забраживания сусла его охлаждают или сульфитируют.

Брожение. Это основной процесс виноделия, в результате которого накапливаются вещества, придающие вину характерные вкус и букет. Винные дрожжи наращивают из чистой культуры до количества, необходимого для сбраживания всего сусла. Дрожжевая разводка должна иметь концентрацию клеток $(100-150) \cdot 10^6$ кл/см³, количество почкующихся клеток – 30–50%, мертвых – не более 5%. Расход разводки дрожжей для сбраживания сусла составляет 1–3%, для сбраживания мезги – 3–5%. Продолжительность брожения и состав получаемого виноматериала зависят от температуры, для

большинства вин она не должна превышать 20–22°C. Брожение проводят периодическим способом в одном бродильном аппарате либо непрерывным способом в бродильных установках, включающих несколько последовательно соединенных бродильных аппаратов.

Обработка и выдержка. В процессе выдержки формируются вкус и букет, характерные для данного типа вина, вино осветляется, становится стабильным к помутнению. При выдержке происходят физические и биохимические процессы. Основные физические процессы – осаждение взвешенных частиц и испарение летучих компонентов. Из биохимических процессов наибольшее значение для развития вкуса и аромата имеют окислительно-восстановительные реакции. Например, при выдержке столовых вин, для которых наличие окисленных тонов во вкусе и букете недопустимо, доступ кислорода исключают. При выдержке виноматериалов для крепленых вин, напротив, создают благоприятные условия для протекания окислительных процессов (дозирование определенных количеств кислорода, температура – 60–65°C).

В процессе выдержки виноматериалы подвергают обработке: доливке, переливке, стабилизации, эгализации, купажированию.

Цель доливки – исключить образование над вином свободного пространства, заполненного воздухом, во избежание излишнего окисления и развития аэробных микроорганизмов, приводящих к порче вина. Для доливки используют такой же или более обработанный виноматериал.

Переливку проводят для отделения осветленного вина от выпавшего осадка. На начальных стадиях выдержки, чтобы интенсифицировать окислительные процессы, проводят открытые переливки, в дальнейшем ограничивают либо исключают контакт вина с воздухом.

Для придания винам стабильности при выдержке их подвергают фильтрованию, оклейке, воздействию тепла и холода. Это ускоряет выделение из молодых вин избытка нестойких коллоидных веществ, фенольных и азотистых соединений, полисахаридов, металлов и других компонентов, присутствие которых может привести к порокам и порче вина. В качестве фильтрующих материалов применяют капрон, целлюлозу, диатомит, фильтр-картон, для удаления катионов железа и других тяжелых металлов проводят обработку гексоциано-(II)-ферратом калия ($K_4[Fe(CN)_6]$). Оклеивка заключается во введении в вино белковых материалов (желатин, яичный белок, рыбный клей, казеин и др.), они образуют обильные хлопьевидные осадки, на которых сорбируются и увлекаются клетки

микроорганизмов и взвеси. Охлаждение и тепловая обработка ускоряют созревание, при низких температурах снижается растворимость виннокислых солей, осаждаются дубильные, пектиновые, красящие вещества, улучшаются вкусовые свойства.

Эгализация – смешение молодых вин одного сорта для достижения однородности, *купажирование* – смешение различных винома- териалов и других компонентов для исправления недостатков и полу- чения типа вина, отвечающего установленным стандартам.

Особенности производства столовых вин

Белые столовые вина. Эти вина, как правило, характеризуются светло-желто-соломенным цветом, нежным вкусом, тонким ароматом без терпкости и грубости.

Переработку винограда при производстве столовых вин ведут в щадящем режиме, чтобы не допускать перетиранья кожицы, дробле- ния семян, контакт сока с твердыми частицами винограда и воздухом должен быть минимальным. На всех стадиях технологического процес- са обеспечивается низкий уровень окислительно-восстановительного потенциала. С этой целью широко применяют диоксид серы, который понижает окислительно-восстановительный потенциал в случае неко- торого избытка кислорода.

Используют только сусло-самотек, отбираемое в количестве не более 60 дкл из 1 т винограда.

Температуру брожения поддерживают на уровне 14–18°C, что- бы избежать потерь ароматизирующих веществ. Виноматериалы бы- стро отделяют от дрожжевого осадка во избежание перехода в вино продуктов автолиза дрожжевых клеток. При производстве сухих сто- ловых вин весь сахар сока сбраживается дрожжами полностью, «на- сухо». Полусухие и полусладкие вина получают в результате непол- ного сбраживания путем остановки брожения на определенной ста- дии охлаждением, оклейкой или пастеризацией. Полусладкие вина также получают купажированием сухих виноматериалов и консерви- рованного виноградного сусла.

Для предупреждения окисления содержание свободной серни- стой кислоты в белых столовых винах перед подачей на розлив дово- дят до 20 мг/дм³. С этой же целью из вина перед розливом удаляют растворенный кислород путем смешивания вина в потоке с инертны- ми газами (смесь азота и диоксида углерода). Газы подаются в вино в диспергированном состоянии в виде мелких пузырьков, кислород,

растворенный в вине, диффундирует в газовые пузырьки и вместе с ними удаляется из вина.

Для повышения стойкости проводят горячий розлив – вино, подогретое до температуры 50–55°C разливают в бутылки, подогретые до температуры не ниже 40°C. Такому розливу подлежат только хорошо обработанные розливостойкие вина.

Красные столовые вина. Красное вино представляет собой особый тип вина со специфичными для него органолептическими показателями и диетическими свойствами.

В формировании вкуса и букета красных вин участвуют не только вещества виноградного сока, но и вещества, которые содержатся в кожице и семенах. В основном это вещества фенольной природы. Они придают вину характерный цвет, который с возрастом становится менее интенсивным и меняет оттенки: сине-фиолетовый и сине-голубой оттенки молодых вин заменяются в процессе выдержки последовательно вишневыми, гранатовыми и рубиновыми тонами. У старых вин, прошедших многолетнюю выдержку, в окраске появляются кирпичные и коричневые тона.

Значительную часть фенольных соединений винограда составляют дубильные вещества (энетанин и др.), которые придают вкусу вина полноту и терпкость, без неприятной вяжущей горечи у высококачественных вин. Красные вина обладают более высокой биологической ценностью, чем белые, в них выше содержание витаминов, ферментов, флавоноидов, минеральных и других полезных для организма веществ.

Для производства красных вин используют сорта винограда с большим запасом красящих веществ (450–600 мг антоцианов на 1 кг винограда), с содержанием сахара не менее 17%, кислот – 6–9 г/дм³.

Существует несколько способов получения виноматериалов для красных вин: брожение на мезге, экстрагирование мезги в потоке, нагревание мезги или гроздей винограда и сбраживание окрашенного сусла, обработка мезги ферментными препаратами, брожение мезги в условиях повышенного давления СО₂, брожение целых гроздей винограда. Все они направлены на обеспечение хорошего контакта сусла с мезгой, в результате чего в сусло полнее переходят красящие, дубильные и ароматизирующие вещества.

При брожении сусла на мезге под действием выделяющегося СО₂ на поверхность бродящего сусла всплывает кожица винограда, образуется «шапка». С целью более полного выделения из нее красящих и дубильных веществ «шапку» периодически, 3–4 раза

в сутки перемешивают. Молодое вино отделяют от мезги, которую затем прессуют.

Экстрагирование мезги проводят в специальных аппаратах – экстракторах. Экстрактор заполняют мезгой, отбирают из нее сусло-самотек в количестве 50 дкл с 1 т винограда, сбрасывают отобранное сусло в отдельных бродильных установках, а затем экстрагируют свежую мезгу сброженным суслом, многократно подавая его насосом в верхнюю часть экстрактора через разбрызгиватель. Экстрагирование предварительно подогретой до 40–50°C мезги протекает значительно быстрее и полнее. Полученное сусло направляют на дображивание при температуре 16–30°C. Вина, выброженные при температуре 27–30°C, обладают более приятным вкусом и ароматом.

Выдержка и обработка красных столовых виноматериалов позволяет улучшить их качество, обеспечить созревание и готовность к розливу, сохранить достаточно интенсивный цвет. Антоцианы нестойки, в процессе выдержки подвергаются окислительной конденсации, образуя коричнево-красные продукты, придающие вину коричневатый «луковичный» оттенок. В дальнейшем конденсированные антоцианы полимеризуются и переходят в нерастворимое состояние, образуя плотные осадки. Цвет вина зависит и от применяемых обработок: при обработке бентонитом удаляется до 40% антоцианов, при деметаллизации также уменьшается ярко-красный оттенок, а при добавлении трилона Б окраска не изменяется. При пастеризации усиливается интенсивность цвета красных вин, а обработка холодом приводит к осаждению нестойких фракций антоцианов.

При выдержке происходит формирование букета красных вин. В результате окисления фенольных веществ образуются хинонные формы катехинов и других полифенолов, они катализируют процесс окислительного дезаминирования аминокислот, в результате чего образуются альдегиды, обладающие приятным запахом, характерным для красных вин.

Особенности производства крепленых вин

Вина типа портвейн. Название этого вина происходит от названия г. Порто (Португалия), где портвейн был впервые получен.

Для приготовления портвейна собирают виноград при сахаристости не ниже 18%. При производстве используют следующие технологические приемы: интенсивное дробление мезги, настаивание, нагревание либо подбраживание мезги, объединение сусла-самотека и

сусла прессовых фракций, спиртование его до 4% об., сбраживание и снова спиртование при остаточном сахаре 10–12% до 17,5–18,5% об., купажирование виноматериалов из нескольких сортов винограда, тепловую обработку виноматериалов на солнечных площадках либо путем искусственного нагрева, выдержку в бочках или металлических резервуарах с соответствующей обработкой.

Вина типа мускат. Используют мускатные сорта винограда с высокой сахаристостью, выраженным ароматом в стадии легкого подвяливания. Сусло настаивают на мезге, затем проводят ее спиртование и прессование. Далее сусло подбраживают, проводят окончательное спиртование и выдержку вина в бочках.

Вина типа мадера. Этот тип вина получил название от о. Мадейра (Португалия).

Для получения мадеры используют сорта винограда, способные давать виноматериалы с повышенным содержанием экстрактивных веществ, в частности фенольных соединений. Виноматериалы готовят сбраживанием сусла на мезге с последующим спиртованием либо выдержкой мезги при температуре 45–70°C с последующим прессованием, сбраживанием и спиртованием. Виноматериалы могут получаться сухие, с остаточным содержанием сахара и сладкие.

Специфической операцией при получении мадеры является термическая обработка – мадеризация, которая проводится в условиях, обеспечивающих доступ к вину кислорода воздуха. Для этого бочки с вином выдерживают на солнечных площадках, в остекленных оранжереях либо в специальных обогреваемых помещениях – мадерных камерах.

Вина типа кагор. Получают из интенсивно окрашенных сортов винограда с содержанием сахара не менее 20%. Нагретую до температуры 75–80°C мезгу выдерживают в течение 18–24 ч при тщательном перемешивании. Затем вносят дрожжи, сбраживают, отделяют сусло прессованием и спиртуют.

Вина типа херес. Название вина происходит от названия испанского города Херес-де-ла-Фронтера. Особенностью технологии хересных вин является гипсование мезги, сусла или виноматериала (1,3–2,0 кг гипса на 1 т винограда). Гипсование приводит к повышению содержания в вине эфиров винной кислоты, которые придают вину специфические хересные тона, а также способствуют прозрачности и стойкости напитка.

Виноматериал для хереса получают по классической технологии белых столовых вин. Для брожения используют чистые культуры

специальных хересных пленкообразующих дрожжей. Хересные дрожжи окисляют этанол легче, чем глюкозу, что дает им возможность хорошо развиваться на поверхности сброженных субстратов.

При выдержке вина в неполных бочках эти дрожжи в аэробных условиях образуют пленку, благодаря которой происходят значительные изменения химического состава вина.

Хересные дрожжи энергично потребляют органические кислоты, в большей степени летучие, чем нелетучие. Хорошим источником азота для этих дрожжей являются аминокислоты, и при их достаточном количестве в вине повышается активность обменных процессов в клетках дрожжей, в частности использование этанола, глицерина и уксусной кислоты. Поскольку аминокислоты являются источником высших спиртов, альдегидов, ацеталей, летучих эфиров и других соединений, их превращения в процессе выдержки вина играют важную роль в формировании аромата и вкуса хереса.

Содержание глицерина, фенольных соединений и витаминов в процессе хересования уменьшается. Фенольные соединения сорбируются дрожжевыми клетками, поэтому в винах, богатых танинами, дрожжи отмирают, пленка темнеет и оседает на дно. По этой причине в красных винах пленка хересных дрожжей появляется на короткое время либо совсем не образуется.

Технология ароматизированных вин

Ароматизированные вина относятся к аперитивам – напиткам, возбуждающим аппетит. Такие напитки готовят на основе вина или спирта, а в качестве ароматизирующих компонентов применяют настои из цветов, листьев, стеблей, плодов, корневищ различных растений.

Из аперитивов на базе вин наиболее распространены вермуты. Их производство было начато в конце XVIII в. в Италии в г. Пьемонт (ныне г. Турин). Для приготовления вермутов наиболее часто используют полынь, цветы бузины, кориандр, шалфей, корку горького апельсина, василек, хинную кору, корни дягиля, аира, девясила, калгана, ириса, корицу, кардамон, гвоздику, мускатный орех, шафран. В качестве добавочных компонентов могут применяться чабрец, ваниль, анис, розмарин, хмель, китайский ревеня и др.

При получении ароматизированных вин используют виноматериалы со слабовыраженным ароматом. Для полного удаления красящих и ароматизирующих веществ их обрабатывают активным углем, бентонитом, желатином, проводят демееталлизацию $K_4[Fe(CN)_6]$.

Обработанный виноматериал смешивают с ректифицированным спиртом, раствором сахарозы в вине, настоями растительного сырья. Доля виноматериала в составе такого купажа составляет 80%. Приготовленный купаж оклеивают бентонитом или желатином, обрабатывают холодом, фильтруют и направляют на отдых. Обработка теплом улучшает вкус вина, придает ему большую зрелость, хотя несколько снижает интенсивность аромата.

Технология вин, насыщенных диоксидом углерода

Шампанские вина. Шампанское – игристое вино со специфическим букетом, вкусом и другими органолептическими показателями. В букете шампанского сочетаются ароматизирующие вещества винограда и вторичные ароматизирующие вещества, полученные в результате биохимических процессов, протекающих при шампанизации. Вкусовые свойства шампанского отличаются свежестью, легкостью, тонким гармоничным вкусом.

Шампанское производство прошло в своем развитии сложный и трудный путь. Впервые оно появилось во Франции в провинции Шампань в середине XVII в., однако распространение получило только спустя 100 лет.

Основным сдерживающим фактором развития производства шампанских вин являлись разрывы бутылок с броющим вином (число разорвавшихся бутылок нередко достигало 30–60%). Причина такого явления, как и процесса брожения в целом, оставалась непонятной. А она заключалась в незнании соотношения между количеством содержащегося в вине (или вносимого в него) сахара и количеством образующегося при сбраживании углекислого газа.

Целый ряд затруднений вызывался также отсутствием знаний физико-химических свойств и состава виноматериалов, используемых для шампанизации. Крайне осложняли производственный процесс остановки брожения, появление недобродов, образование осадков, которые плотно прилипали к внутренним стенкам бутылок с шампанизированным вином, и другие непонятные в то время явления.

Только тогда, когда была раскрыта сущность брожения, появилась возможность управлять им. Виноделы научились вносить в тиражную смесь научно обоснованные дозировки сахара и тем самым регулировать давление углекислого газа в бутылках с шампанским, было достигнуто резкое сокращение производственных потерь.

Начался подъем шампанской промышленности во Франции, а во второй половине XIX в. ее расцвет. Опыт Франции в области производства шампанского получил распространение во многих странах Европы, особенно в Италии, Испании, Германии, а затем и в России.

С момента зарождения и до настоящего времени во Франции шампанское получают бутылочным способом. Согласно французскому законодательству о вине, шампанским может называться только такое игристое вино, которое приготовлено в провинции Шампань из определенных сортов винограда методом вторичного брожения в бутылках с последующей выдержкой не менее трех лет. Аналогичную продукцию, выработанную по такой же технологии, но в другой местности называют не шампанским, а игристым вином.

В Советском Союзе была разработана технология «Советского шампанского», которым называют вино, приготовленное методом вторичного брожения под давлением в герметически закрытых сосудах. Это могут быть бутылки или специальные резервуары большой емкости (акратофоры), процесс может быть периодическим или непрерывным.

В Республике Беларусь в настоящее время на производстве «Советского шампанского» резервуарным и непрерывным методом специализируется ОАО «Минский завод игристых вин», мощности которого составляют 847,5 тыс. дкл в год. Кроме того, предприятие выпускает игристые вина, ассортимент которых постоянно расширяется.

Получение шампанских виноматериалов. К винограду, предназначенному для получения шампанских виноматериалов, предъявляют повышенные требования. Он должен быть свежим, здоровым, без повреждений гроздей и ягод. Виноградный сок для получения шампанских виноматериалов должен иметь следующие показатели: содержание сахара – 17–20 г/100 см³, фенольных веществ – 100–200 мг/дм³, титруемую кислотность – 8–11 г/дм³, рН 2,8–3,0.

Важным критерием качества виноградного сока является глюкоцидометрический показатель – отношение количества сахаров к общей кислотности, который не должен превышать 20. Вкусовая гармония шампанского зависит от соотношения в соке отдельных кислот. Так, отношение винной и яблочной кислот должно составлять 2,0–2,6. В незрелом винограде содержание винной и яблочной кислот чрезмерно высоко, вино при этом имеет негармоничный кислый вкус. При созревании винограда количество этих кислот в нем снижается, а содержание молочной, янтарной, щавелевой кислот возрастает. Высокая кислотность сока снижает активность окислительных ферментов, виноматериалы получают менее окисленными и более светлыми.

Шампанские виноматериалы готовят в основном по технологии белых столовых вин, используют только сусло-самотек и сусло первого прессования с общим выходом не более 50 дкл из 1 т винограда. Сусло осветляют отстаиванием при температуре 10–14°C и сульфитируют.

Сбраживают сусло при температуре 18°C, что способствует лучшему осветлению и сохранению букета. В молодых шампанских материалах должен пройти процесс яблочно-молочного брожения, при этом смягчается вкус и повышается стойкость к помутнению.

Шампанские виноматериалы должны иметь следующие показатели: содержание спирта – 10–12% об., остаточного сахара – не более 0,2 г/100 см³, титруемая кислотность – 6–10 г/дм³.

Подготовка виноматериалов к шампанизации. Поступившие на заводы вторичного виноделия виноматериалы подвергают ассамблированию, купажированию и сопутствующим обработкам. Это ответственные операции, которые закладывают основу для формирования органолептических качеств и свойств готовых вин.

Ассамблирование – это смешивание виноматериалов для создания крупных однородных партий в пределах одного сорта, года урожая, поставщика. При необходимости проводят деметаллизацию $K_4[Fe(CN)_6]$, оклейку рыбным клеем, фильтруют и обрабатывают холодом.

Купажирование состоит в гармоничном объединении ассамбляжных партий виноматериалов с целью повышения тонкости вкуса и букета вина, обеспечения физико-химических свойств, благоприятных для формирования игристых и пенистых свойств.

Шампанизация и выдержка вина. Цель шампанизации – естественное насыщение вина диоксидом углерода путем вторичного спиртового брожения, накопление вторичных и побочных продуктов (высших спиртов, эфиров, альдегидов, глицерина, органических кислот и др.), формирование игристых свойств, вкуса, букета.

Диоксид углерода в игристых винах находится в трех формах: газообразной, растворенной (в виде угольной кислоты) и связанной (сложные соединения типа эфиров, которые угольная кислота образует со спиртами и другими компонентами вина). Эти формы находятся в подвижном равновесии. Чем больше давление в сосуде, тем больше накапливается в вине растворенной и связанной форм угольной кислоты, тем выше качество шампанского. При вскрытии бутылки резко падает давление, из раствора освобождается газообразный диоксид углерода, равновесие смещается, растворенный диоксид углерода переходит в газообразный, связанный – в растворенный. Однако из-за наличия растворенной и связанной форм диоксид углерода высвобождается из вина медленно, продолжительное интенсивное выделение пузырьков создает игру напитка.

В качестве продуцентов этанола в производстве «Советского шампанского» и игристых вин применяются дрожжи *Saccharomyces*

vini и *Saccharomyces bayanus*. Используют шампанские расы дрожжей, обеспечивающих сбраживание сахара в условиях высокой концентрации спирта и диоксида углерода.

Кроме основных продуктов спиртового брожения – этилового спирта и диоксида углерода – образуются вторичные и побочные продукты. Основными факторами, влияющими на образование и соотношение этих продуктов, являются условия брожения, состав виноматериалов и раса дрожжей.

Альдегиды синтезируются в вине в результате химических и ферментативных реакций. Поскольку они имеют характерный запах, их повышенное присутствие обуславливает появление резких, неприятных тонов в вине.

С точки зрения формирования букета и вкуса вина важным является процесс эфиروобразования. Синтез эфиров начинается в процессе брожения, усиливаясь при выдержке. Образование сложных эфиров жирных кислот и высших спиртов положительно влияет на букет шампанского. Легколетучие сложные эфиры влияют на качество в зависимости от их концентрации: в небольших количествах они улучшают букет вина, а при повышенном содержании придают ему грубость, негармоничность.

Качественный и количественный состав органических кислот определяют гармонию вкуса. Содержание органических кислот в виноматериалах может быть различным в зависимости от сорта винограда, почвенно-климатических условий его произрастания и степени созревания в отдельные годы. В связи с анаэробными условиями в процессе шампанизации значительных изменений состава органических кислот не происходит, лишь несколько уменьшается количество яблочной кислоты и возрастает содержание лимонной.

В значительной степени формируют букет и вкус шампанского высшие спирты, причем они по-разному влияют на свойства вина. Повышенные концентрации изобутанола и изопентанола, имеющих резкий запах и вкус, отрицательно влияют на качество игристых вин, а высококипящие спирты (*n*-октанол, нонанол, деканол) при разбавлении придают тонкие цветочные тона. Положительное воздействие на букет шампанского оказывают спирты с циклическим строением: α -фенилэтанол, тирозол, триптофол. При их содержании качество вина улучшается, букет становится более развитым, в нем появляются тона, свойственные выдержанному шампанскому.

Важным фактором, регулирующим синтез высших спиртов, является температура. При пониженных температурах синтез высших спир-

тов минимален. Температуры, оптимальные для размножения дрожжевых культур, наиболее благоприятны и для синтеза высших спиртов.

Температурный фактор играет значительную роль в производстве шампанского. Он влияет не только на активность дыхания и брожения, но и на биосинтез продуктов обмена, обуславливающих качество шампанского.

Низкая температура при вторичном брожении вина способствует большей насыщенности шампанского углекислым газом, меньшему образованию альдегидов, значительному накоплению высококипящих эфиров, играющих положительную роль в формировании тонкого букета и гармоничного вкуса.

В условиях производства процессы культивирования дрожжей и вторичного брожения проводят отдельно, поэтому целесообразно выращивать дрожжи при температуре, оптимальной для аэробного размножения, после чего их следует подготовить к низкотемпературным условиям шампанзации.

Технология шампанского бутылочным способом. Этот способ гарантирует наиболее высокое качество продукта. Вместе с тем он требует больших затрат ручного труда, отличается длительностью и высокими потерями вина.

Технологическая схема приготовления шампанского бутылочным способом включает ряд стадий (рис. 20).

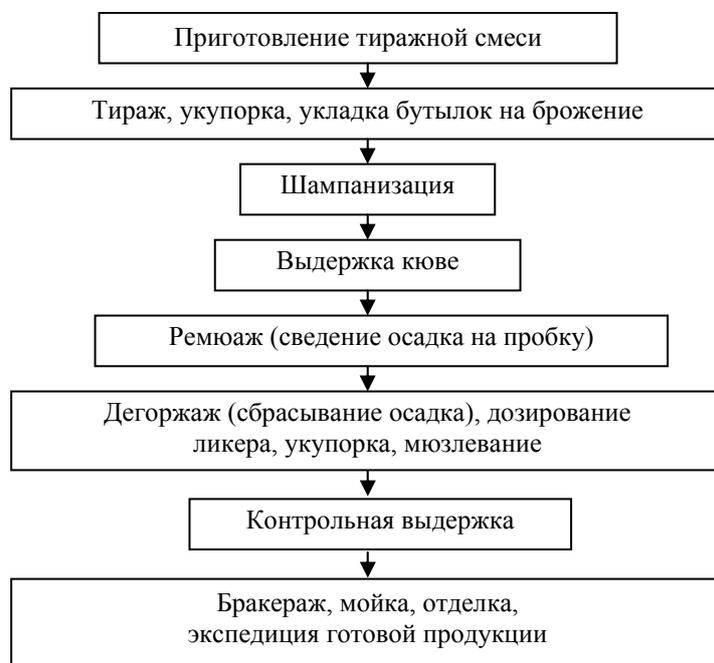


Рис. 20. Технологическая схема приготовления шампанского бутылочным способом

Приготовление тиражной смеси. В состав тиражной смеси входят подготовленный виноматериал, тиражный ликер, разводка дрожжей чистой культуры, растворы танина и рыбьего клея, бентонит или другие дисперсные материалы. Тиражную смесь обрабатывают диоксидом серы, при необходимости в нее вводят лимонную кислоту.

Тиражный ликер – раствор сахара в обработанном виноматериале, который должен обеспечить содержание сахара в тиражной смеси 22 г/дм^3 . В этом случае сахара достаточно для достижения в результате вторичного брожения избыточного давления диоксида углерода порядка 500 кПа при температуре 10°C .

Используют специальные шампанские расы дрожжей, которые после окончания брожения дают зернистый осадок, не прилипающий к стеклу и легко сдвигающийся по его поверхности. Дрожжевую разводку готовят из чистой культуры методом накопления биомассы путем последовательных пересевов на питательные среды, включающие обработанный виноматериал и тиражный ликер, при температуре $15\text{--}18^\circ\text{C}$. Разводку дрожжей вносят в таком количестве, чтобы концентрация дрожжевых клеток в тиражной смеси составляла около 10^6 кл./см^3 .

Танин, рыбий клей и дисперсные материалы способствуют увеличению прозрачности вина и улучшению структуры осадка.

Температура тиражной смеси, поступающей на розлив, должна быть в пределах $12\text{--}18^\circ\text{C}$.

Тираж – розлив тиражной смеси в бутылки. Применяют только новые высококачественные бутылки повышенной прочности. Их герметически укупоривают специальными пробками, которые прикрепляют к венчику горлышка. Бутылки с тиражной смесью укладывают в штабеля в помещениях с устойчивой температурой (в пределах $10\text{--}12^\circ\text{C}$), при этом должны отсутствовать интенсивные воздушные потоки и сквозняки. Пробка внутри бутылки должна полностью смачиваться вином во избежание ее подсыхания и нарушения герметичности. У пробки не должно быть газовых пузырьков, в каждой бутылке отмечают местоположение газовой камеры.

Шампанизация. Продолжительность вторичного брожения зависит от химического состава вина, активности дрожжей и температуры. В начальный период дрожжи потребляют содержащийся в вине кислород, азотистые вещества. Постепенно вино обогащается продуктами брожения, насыщается, а затем и пересыщается диоксидом углерода, который начинает переходить в связанное состояние.

Вторичное брожение обычно заканчивается на 30–40-тые сутки, избыточное давление CO_2 в бутылках достигает 400–500 кПа, содержание спирта повышается на 1,2% об., остаточное содержание сахара не превышает 0,3 г/100 см³. В бутылках образуется осадок, состоящий из дрожжевых клеток, винного камня и других веществ, вино становится прозрачным.

Вино, в котором прошел процесс вторичного брожения, называют кюве.

Выдержка кюве. После окончания брожения бутылки с кюве выдерживают в штабелях при температуре 10–15°C в течение 3 лет. В первый год в вине интенсивно протекают окислительно-восстановительные процессы, происходит автолиз (распад) дрожжевых клеток, идут превращения азотистых веществ, синтез сложных эфиров. В последующие 2 года в вине медленно протекают биохимические процессы.

В результате выдержки формируется характерный вкус и букет выдержанного шампанского, в нем увеличивается содержание связанного CO_2 , улучшаются игристые, пенные свойства. Осадок постепенно приобретает зернистую структуру, теряет способность прилипать к стеклу и легко передвигается по внутренней поверхности бутылки.

В процессе выдержки бутылки с вином перекалывают со взбалтыванием (2 перекалки в первый год, по одной в последующие). Цель перекалок – отмывка частиц осадка от стенок бутылок и улучшение контакта дрожжевых клеток с вином, создание лучших условий для дображивания сахара и созревания шампанского. Если во время последней перекалки обнаружены прилипшие к внутренней поверхности бутылок осадки, которые не смываются вином, то такие бутылки обрабатывают холодом (до появления кристаллов льда) и взбалтывают на специальных устройствах до полного стирания осадков.

Переложённые бутылки должны находиться в том же положении, что и до перекалки – газовый пузырь и место скопления осадка должны быть там же, где были раньше. Если некоторая часть осадка окажется в газовой камере и прочно пристанет к стенке бутылки, возникнут трудно устранимые недостатки шампанского.

При перекалках удаляют лопнувшие бутылки и бутылки с утечкой вина (кулезом), устраняют выявленные дефекты укупорки.

После окончания выдержки содержимое бутылок тщательно взбалтывают и бутылки направляют на последующую обработку.

Ремюаж. Осадок, образовавшийся при вторичном брожении и послетиражной выдержке вина, необходимо удалить. Для этого его переводят в горлышко бутылки на внутреннюю поверхность пробки. Этот сложный процесс выполняют высококвалифицированные мастера вручную на станках-пюпитрах или с помощью специальных машин.

Дегоржаж – удаление пробки вместе со сведенным на нее осадком. Для уменьшения потерь вина осадок и содержащееся в нем вино предварительно замораживают при температуре $-15\dots-20^{\circ}\text{C}$ до образования льдинок. Дегоржер при наклонном положении бутылок расшатывает пробку, постепенно вытаскивает ее и сбрасывает вместе с осадком. Пена омывает внутреннюю поверхность горлышка. Дегоржер определяет аромат шампанского, при необходимости вкус, и, убедившись в его прозрачности, направляет на дозирование экспедиционного ликера.

Экспедиционный ликер не только доводит содержание сахара до требуемого для данной марки вина, но и придает вкусу мягкость и гармоничность, участвует в формировании букета. Его готовят из выдержанных высококачественных виноматериалов, добавляя сахар, коньячный спирт и лимонную кислоту, фильтруя и выдерживая в бескислородных условиях не менее 100 суток. При дозировании ликера с помощью специальной машины давление в бутылке поддерживается на определенном уровне. Бутылки укупоривают новыми экспедиционными пробками, которые закрепляют проволочными уздечками – мюзле.

Контрольная выдержка проводится не менее 10 суток при температуре $17-25^{\circ}\text{C}$. После выдержки бутылки, не имеющие дефектов, направляют на оформление.

Технология «Советского шампанского» непрерывным способом. Способ производства шампанского в непрерывном потоке разработан советскими специалистами, он внедрен в винодельческую промышленность в 1954 г. Этот способ применяется и в настоящее время на «Заводе игристых вин» (г. Минск) для получения вина, которое называют «Советское шампанское». Новые виды напитков, которые выпускает это предприятие, маркируются уже как игристые вина.

Приготовление бродильной смеси. Обработку виноматериала проводят также, как и для получения шампанского бутылочным способом. Дальнейшая последовательность технологических операций в производстве Советского шампанского непрерывным способом приведена на рис. 21.

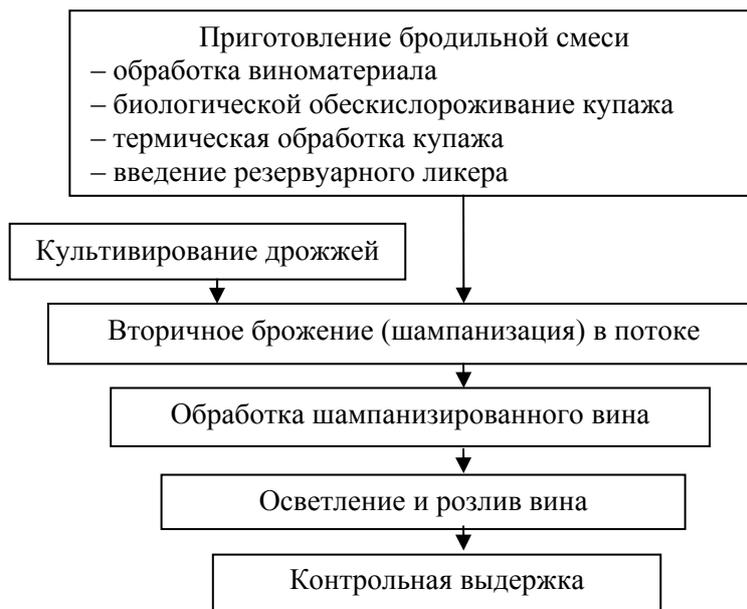


Рис. 21. Технологическая схема получения «Советского шампанского» непрерывным способом

Биологическое обескислороживание. Обработанный шампанский виноматериал подвергают биологическому обескислороживанию при температуре 10–12°C с целью удаления из него кислорода, снижения окислительно-восстановительного потенциала, обогащения веществами, обладающими восстановительными свойствами и поверхностно-активными веществами.

Обескислороживание виноматериала проводится в потоке в установке, состоящей из нескольких последовательно соединенных вертикальных ферментаторов, заполненных насадкой. Перед подачей на обескислороживание в купаж вводят разводку дрожжей чистой культуры. Дрожжи, поступающие в ферментатор вместе с купажем, равномерно распределяются по поверхности насадки, фиксируются на ней и активно потребляют растворенный в вине кислород. Одновременно вино обогащается биологически активными веществами, в нем уменьшается содержание альдегидов и диацетила. Наряду с этим повышаются восстановительная способность вина и активность ферментов, в результате автолиза дрожжевых клеток увеличивается содержание общего и аминного азота, что способствует интенсификации биохимических процессов.

Термическая обработка. Обескислороженный купаж выдерживают при температуре 55–60°C в течение 12–24 ч, вводят в него резервуарный ликер для доведения концентрации сахара до 22 г/дм³. Резервуарный ликер готовят также, как тиражный. Полученную бродильную смесь охлаждают до температуры 10–15°C.

Культивирование дрожжей. Дрожжевую разводку получают с более высокой концентрацией клеток, чем для бутылочного способа ($90\text{--}100 \cdot 10^6$ кл./см³), дрожжи адаптируют к высоким спиртуозности, кислотности, концентрации CO₂. Наращивания дрожжей во время вторичного брожения не происходит, оно протекает в строго бескислородных условиях.

Шампанизация. Вторичное брожение осуществляется в потоке в установках батарейного типа, включающих 6–8 бродильных резервуаров. В поток бродильной смеси, поступающей на вторичное брожение, вводят дрожжевую разводку. Непрерывная шампанизация позволяет автоматически контролировать и регулировать ход вторичного брожения, поддерживать условия, благоприятные для глубокого протекания биохимических и физико-химических процессов, формирующих типичные свойства шампанского.

Обработка шампанизированного вина. Дальнейшая обработка прошедшего шампанизацию вина способствует накоплению веществ, улучшающих вкус, букет, типичность шампанского.

После вторичного брожения вино в потоке пропускают через биогенераторы – это вертикальные цилиндрические резервуары с насадкой, на поверхности которой находится большое количество дрожжевых клеток. В результате автолиза дрожжей вино обогащается биологически активными веществами. Оно контактирует с дрожжами в биогенераторе не менее 36 ч.

Далее вино охлаждают до температуры $-3\text{...}-4^\circ\text{C}$ и выдерживают в термосах-резервуарах, в результате чего вино становится более стабильным против выпадения винного камня, освобождается от значительного количества дрожжей и веществ, выпадающих в осадок под воздействием холода, снижаются потери CO₂ при розливе.

После обработки холодом в вино вводят экспедиционный ликер для обеспечения требуемого содержания сахара в выпускаемой марке «Советского шампанского». Готовят экспедиционный ликер так же, как при бутылочном способе.

Осветление и розлив. Производство шампанского не требует абсолютной стерильности, так как развитию микроорганизмов препятствует достаточно высокая концентрация этанола, растворенного диоксида углерода, а также избыточное давление в продукте. Тем не менее, для достижения микробной стабильности и увеличения срока хранения на ОАО «Минский завод игристых вин» в настоящее время проводится обеспложивающее фильтрование с использованием мембранных фильтров. Благодаря этому из вина выводятся не только

микроорганизмы, но и другие включения, которые не всегда могут быть удалены с помощью других фильтровальных материалов. К наиболее трудно фильтруемым соединениям, присутствующим в вине, относятся белки, имеющие коллоидную структуру, полифенолы и полисахариды.

Как можно более полное удаление взвешенных частиц из шампанского важно еще и потому, что они могут служить центрами кавитации диоксида углерода и, как следствие, приводить к вспениванию продукта.

Мягкое фильтрующее действие при мембранном фильтровании гарантирует сохранение ценных характеристик шампанизированного вина, а также превосходную устойчивость цвета продукции.

Бутылки перед розливом желательно охладить до температуры $-1 \dots -2^{\circ}\text{C}$ во избежание вспенивания вина и потерь диоксида углерода. Перед розливом из бутылок удаляют воздух, розлив проводят в мягком режиме во избежание дешампанизации и потерь вина. Давление в процессе розлива должно быть не ниже 200 кПа.

Контрольную выдержку укупоренных бутылок проводят при температуре $17-25^{\circ}\text{C}$ не менее 5 суток.

Игристые вина. Резервуарный способ шампанизации появился во Франции в конце XIX в. для производства игристых вин.

По этому способу вторичное брожение проводится в статических условиях в крупных герметизированных металлических резервуарах – акратофорах – с последующим охлаждением вина до температуры $-4 \dots -5^{\circ}\text{C}$, фильтрованием в условиях повышенного давления и розливом осветленного вина в бутылки под давлением.

Подготовка виноматериала, брожение и последующая обработка осуществляются по технологии, утвержденной для каждого наименования вина. Используют шампанский и спиртованный (мистель) виноматериалы.

Вторичное брожение должно протекать не менее 20 суток при общей продолжительности процесса шампанизации в акратофоре 25 суток. В результате сбраживается не менее 18 г/дм^3 сахара и достигается конечное рабочее давление в акратофоре 400 кПа при температуре 10°C .

Периодические условия брожения менее благоприятны для качественной шампанизации. Это связано с тем, что резервуарная смесь, поступающая в акратофор, содержит кислород, а вино не обогащается в достаточной степени продуктами автолиза дрожжей. В результате вино имеет более или менее выраженные тона окисленности, худшие игристые и пенистые свойства.

Газированные (шипучие) вина. Получают искусственным насыщением осветленных вин диоксидом углерода до давления не менее 100 кПа при температуре 10°C. В этом случае CO₂ только растворяется в вине, не вступая во взаимодействие с составными частями вина, что обуславливает его быстрое обильное выделение при откупоривании бутылки. Вкус такого напитка имеет неприятную остроту.

Болезни, пороки и недостатки вин

Болезни вина вызываются развитием микроорганизмов. В результате их жизнедеятельности происходят глубокие изменения химического состава вина, приводящие к его порче. «Больные» вина могут заражать «здоровые». Жизнедеятельность возбудителей болезни прекращают пастеризацией или сульфитацией.

Болезни вина могут вызывать аэробные и анаэробные микроорганизмы.

Развитие аэробных микроорганизмов наиболее часто приводит к таким заболеваниям, как цвель и уксусное скисание.

Цвель (винная плесень) возникает в столовых винах, которые после брожения хранят в неполных емкостях. На поверхности вина появляется характерная пленка, вино приобретает неприятный вкус, прогорклый запах.

Уксуснокислое скисание – наиболее распространенное заболевание вин. Уксуснокислые бактерии также образуют на поверхности вина пленку, они осуществляют окисление этанола в уксусную кислоту. Это заболевание трудно поддается лечению.

Анаэробные микроорганизмы вызывают такие заболевания, как маннитное, молочнокислое и пропионовокислое брожение.

Пороки вина возникают под действием химических, биохимических и физико-химических факторов. Наиболее распространенными пороками являются кассы: черный, оксидазный, белый и медный.

Черный касс возникает в результате обогащения вина железом, которое образует с дубильными и красящими веществами нерастворимые осадки от голубого до черного цвета. Для предупреждения черного касса вино обрабатывают гексоциано-(II)-ферратом калия.

Оксидазный касс (побурение вина) также связан с изменением дубильных и красящих веществ, но под действием фермента эноксидаза, который содержится в несвежем винограде.

Белый касс (посизение вина) возникает в малоокислотных белых винах, содержащих избыток железа и фосфатных соединений.

Медный касс развивается также в белых винах при повышенном содержании меди в результате протекания реакций восстановительного характера.

Недостатки вин – это резкие изменения состава, негармоничность вкуса.

Использование побочных продуктов и отходов виноделия

Отходы виноделия (виноградные выжимки, гребни, дрожжевые и гущевые остатки и др.) составляют до 20% объема перерабатываемого винограда. Эти отходы представляют собой ценные вторичные материальные ресурсы. Их используют для получения этанола, уксуса, винной кислоты, виноградного масла, энантового эфира, ферментных препаратов, кормовой муки и других ценных продуктов.

8. ТЕХНОЛОГИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ ВИН

Фруктово-ягодное вино получают путем спиртового брожения сока или мякоти свежих плодов и ягод с добавлением (или без добавления) спирта и сахара. Технология фруктово-ягодных вин включает ту же последовательность технологических операций, что и технология виноградных вин. Вместе с тем виноград содержит сахара и кислоты в таком количестве и соотношении, которые позволяют получать вино с определенными вкусовыми качествами. Плоды и ягоды, используемые в виноделии, уступают винограду по содержанию сахара, что обуславливает необходимость использования сахара для получения требуемого набора спирта. Кислотность плодов и ягод колеблется в очень широких пределах, и для получения гармоничного вкуса в случае низкокислотного сырья добавляют лимонную кислоту, а при использовании высококислотных плодов и ягод добавляют воду. Можно получить гармоничные вина смешиванием соков плодов и ягод с разной кислотностью.

По аналогии с виноградными винами фруктово-ягодные могут быть столовыми (сухие, полусухие, полусладкие), креплеными (крепкие, сладкие, ликерные), ароматизированными. Для фруктово-ягодного виноделия специфичной является группа некрепленых вин с достаточно высокой сахаристостью и спиртуозностью, их получают без добавления спирта-ректификата. Выпускают фруктово-ягодные вина, насыщенные диоксидом углерода (игристые, шипучие). По цвету фруктово-ягодные вина делят на белые, розовые и красные.

Крупнейшие производители фруктово-ягодных вин в республике: Гомельский винзавод, РУП «Минск-Кристалл», Комбинат по производству медицинской и спиртосодержащей продукции "Этанол", Малиновщизненский спирто-водочный завод «Аквадив», Слонимский, Пинский, Полоцкий, Витебский и другие винодельческие заводы.

Характеристика сырья

Для производства фруктово-ягодных вин используют семечковые и косточковые плоды, ягоды. Содержание сухих веществ в ягодах составляет 10–12%, в косточковых плодах – 15–18%, в семечковых – от 17 до 27%. Основными компонентами плодов и ягод являются углеводы, органические кислоты, фенольные соединения, азотистые и минеральные вещества, витамины.

Основная масса углеводов представлена такими сахарами, как глюкоза, фруктоза и сахароза, в некоторых ягодах (красная смородина, черника, облепиха, морошка) сахароза отсутствует. В плодах и ягодах содержатся пектиновые вещества, которые затрудняют их переработку, а также могут быть причиной повышенного содержания метилового спирта в крепких напитках.

Органические кислоты представлены в плодах и ягодах в основном яблочной, лимонной, изолимонной и хинной кислотами. Яблочная кислота содержится во всех плодах за исключением цитрусовых и клюквы, поэтому общую кислотность выражают в пересчете на яблочную кислоту.

Фенольные соединения (антоцианы, флавонолы) определяют окраску плодов и ягод, влияют на их вкус. С ними связано потемнение яблок, груш и других плодов в результате ферментативного действия α -дифенолоксидазы на катехины. Продукты конденсации флавоноидов придают терпкость и горечь некоторым плодам.

Азотистые вещества представлены в основном белками, и это затрудняет брожение, поскольку в соке недостаточно усвояемых форм азотистых соединений. Более богаты азотистыми веществами ягоды (смородина, земляника, малина, ежевика, рябина), меньше их в плодах.

Из минеральных веществ преобладающими являются К, Са, Р, в меньших количествах содержатся Na, Mg, Fe, Mn, S, в небольших количествах обнаружены Zn, Cu, Co, I, Cl. Минеральных веществ в соке, как правило, достаточно для жизнедеятельности дрожжей при брожении.

Плоды и ягоды собирают в стадии технической зрелости. Из незрелых плодов получается меньший выход сока, в нем ниже содержание экстрактивных и ароматизирующих веществ. В перезревших плодах содержится много растворимых пектиновых веществ, что повышает вязкость сока, затрудняет его отделение и осветление.

Кроме плодово-ягодного сырья при производстве плодово-ягодных вин используют этанол, сахарозу, мед натуральный, воду, водно-спиртовые настои плодов и различных частей растений, лимонную кислоту.

Технологическая схема получения плодово-ягодных вин

Технология плодово-ягодных вин включает получение сока, его сбраживание и обработку виноматериала (рис. 22).

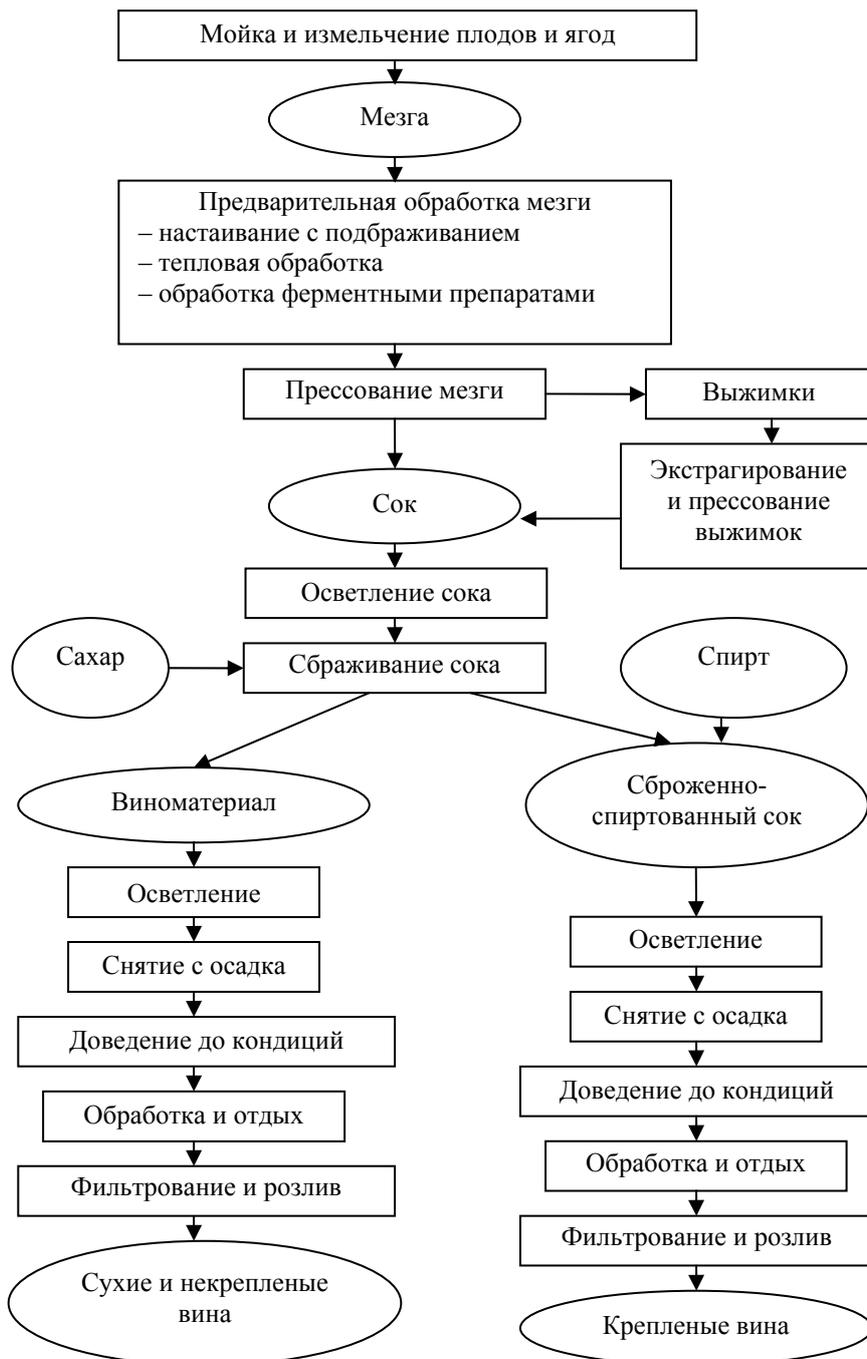


Рис. 22. Технологическая схема производства плодово-ягодных вин

Плоды и ягоды хранят в специальных охлаждаемых складских помещениях или на крытых площадках. При поступлении на переработку их тщательно моют и после инспекции сразу же направляют на измельчение. Степень измельчения сырья оказывает значительное влияние на выход сока. Оптимальным является измельчение плодов и ягод до рыхлой массы, состоящей из частиц определенного размера,

который определяется состоянием плодовой ткани. Например, семечковые плоды с плотной тканью должны быть измельчены до частиц размером 2–5 мм, косточковые плоды и ягоды измельчают на более крупные кусочки (6–10 мм). Дробление до пюреобразного состояния приводит к уменьшению выхода сока.

Для предотвращения развития микроорганизмов и окисления в полученную мезгу вводят до 100 мг/кг SO₂.

С целью повышения выхода сока и облегчения его выделения проводят предварительную обработку мезги: настаивание с подбраживанием, тепловую обработку, обработку пектолитическими ферментными препаратами.

Для подбраживания в мезгу задают разводку чистой культуры дрожжей (не менее 3% от объема), перемешивают и настаивают в течение 24–48 ч в закрытых резервуарах во избежание контакта с воздухом и развития уксуснокислых бактерий. Образующийся этанол способствует отмиранию растительной ткани и увеличению проницаемости клеточных оболочек.

Тепловая обработка снижает вязкость сока, содержание в нем слизистых веществ, способствует лучшему переходу в сок из кожицы и мякоти ароматизирующих соединений и красящих веществ, улучшает органолептические показатели сока. Режимы нагревания (60–85°C, 10–20 мин) зависят от вида перерабатываемых плодов и ягод.

Обработка пектолитическими ферментными препаратами позволяет увеличить выход сока на 5–15% и повысить скорость фильтрации в 2–3 раза. Используют ферментные препараты пектаваморин П10х и Г10х, пектофоетидин П10х и Г10х. Для повышения эффективности обработки ферментными препаратами совмещают с нагреванием.

Сок из мезги извлекают прессованием. Сусло-самотек и сок после прессования объединяют и получают сок I фракции. В выжимках после прессования остается значительное количество экстрактивных и ароматизирующих веществ, которые извлекают сульфитированной водой. После 6–12-часового экстрагирования выжимки вновь прессуют и получают сок II фракции, который используют для получения вина либо в смеси с соком I фракции либо отдельно.

Полученный сок осветляют отстаиванием, сепарированием или фильтрованием и направляют на приготовление вина, сброженно-спиртованных соков либо на консервирование и хранение.

При получении вина для корректировки кислотности и сахаристости свежий сок купажируют с другими соками или водой и подсахаривают, при изготовлении сброженно-спиртованных соков

разбавление водой не допускается. В связи с недостатком азотистых веществ в соке некоторых плодов и ягод в него вносят аммоний хлорид или двузамещенный аммоний фосфат в количестве 0,1–0,5 г/дм³. Сбраживание сока проводят периодическим или непрерывным способом с использованием чистых культур винных дрожжей при температуре 20–25°C. Виноматериал осветляют отстаиванием, снимают с осадка и доводят до кондиций. В зависимости от группы вина смешивают различные виноматериалы, вводят сахар, спиртуют, проводят выдержку и после фильтрования разливают.

Консервируют соки спиртованием до 16% об. либо насыщением диоксидом углерода с последующим хранением в резервуарах под давлением 70–80 кПа при температуре не выше 15°C.

Получение различных групп плодово-ягодных вин имеет некоторые особенности.

Для получения столовых вин используют сок-самотек с добавлением прессовых фракций, применять сок II фракции не допускается. Белые столовые вина готовят в основном из осеннее-зимних сортов яблок, крыжовника, белой смородины, клюквы, а также из яблок в сочетании с черной смородиной или черникой. Сахар в сок вносят с таким расчетом, чтобы накопление спирта соответствовало кондиционной крепости вина. Сахар вносят либо весь сразу, в этом случае накапливается больше глицерина, что улучшает вкус вина, либо в два приема (сначала 2/3 расчетного количества, остальной во время брожения), в этом случае брожение проходит быстрее.

Для получения сухого виноматериала сок сбраживают до содержания остаточного сахара не более 0,3%. Полусухие и полусладкие столовые вина готовят из сухих виноматериалов, подсахаривая их до требуемых кондиций. Для повышения стабильности при хранении в полусухие и полусладкие вина вносят сорбиновую кислоту или диоксид серы и разливают их горячим способом.

Для получения некрепленых плодово-ягодных вин сок подсахаривают до 270 г/дм³ и сбраживают, причем сахар вносят в два приема. Сначала добавляют сахар до получения сахаристости 19–20%, проводят брожение в течение 30–35 суток до получения 11–12% об. спирта, затем добавляют оставшийся сахар, который дображивается на протяжении 30–70 суток.

Крепленые вина составляют основную массу плодово-ягодных вин, что обусловлено простотой их изготовления. Для получения крепленых вин используют свежие соки или сброженно-спиртовые.

Для ароматизации плодово-ягодных вин используют те же компоненты, что и для виноградных.

9. ТЕХНОЛОГИЯ ЭТАНОЛА

Этанол представляет собой прозрачную бесцветную жидкость с характерным запахом и жгучим вкусом. Химически чистый этанол имеет нейтральную реакцию, ректификованный спирт содержит некоторое количество карбоновых кислот, поэтому его реакция слабокислая. Этанол очень гигроскопичен, он поглощает воду из воздуха, а также из животных и растительных тканей, что приводит к их разрушению.

Этанол ядовит для человека, животных и микроорганизмов. Спирт летуч, предельно допустимая концентрация паров этанола в воздухе составляет 1000 мг/м³. Спирт обладает взрывоопасными свойствами.

Основные способы производства этанола – химический и микробиологический синтез. Спирт, полученный химическим синтезом, а также микробиологическим из гидролизатов растительного сырья и сульфитного щелока, используется в технических целях. Пищевой этанол вырабатывают только из пищевого сырья: зерна злаковых культур, картофеля, свекловичной и тростниковой мелассы. Его используют в ликероводочной, винодельческой, консервной, витаминной, биотехнологической промышленности и в медицине для приготовления лекарственных препаратов и в качестве дезинфицирующего средства.

Вырабатывают спирт-сырец с содержанием этанола не менее 88% об. и спирт-ректификат 1 сорта (96% об.), высшей очистки (96,2% об.), люкс (96,3% об.), экстра (96,5% об.). Спирт люкс и экстра производят только из крахмалсодержащего сырья, причем доля картофеля в составе сырья регламентируется (не более 35% для спирта люкс и не более 60% для спирта экстра).

В Республике Беларусь, как правило, установки для ректификации имеют ликероводочные заводы, спиртовые заводы производят спирт-сырец, который далее направляют на ректификацию. Ежегодно в республике производится более 7,5 млн. дал спирта-ректификата. Крупнейшие производители – РУП «Минск-Кристалл» и его филиал в г. Уречье, спиртзаводы в Чашниках, Богушевске, Бобруйске, Гомеле, Лынтупах, Климовичах, Костюковичах, Мозыре, Бресте, Поречье и др.

Технология получения этанола

Подготовка сырья. *Картофель* – это лучший вид сырья для спиртового производства. С 1 га посевной площади из картофеля получают в 3–4 раза больше крахмала, чем из зерновых культур. Крахмал картофеля быстрее разваривается, полученное сусло в достаточном

количестве содержит азотистые и фосфорные соединения, необходимые для питания дрожжей. Недостатки картофеля, обусловленные его высокой влажностью (содержание сухих веществ в клубнях около 25%), – это плохая сохраняемость и высокие затраты на транспортирование.

Технология получения этанола из крахмалсодержащего сырья

Технологическая схема производства представлена на рис. 23.



Рис. 23. Технологическая схема производства этанола из крахмалсодержащего сырья

На спиртовых заводах используют технические сорта картофеля, высокоурожайные, стойкие при хранении. Основное требование к картофелю как сырью для спиртового производства – высокое содержание крахмала. В зависимости от сорта, условий выращивания и хранения оно находится в пределах от 8 до 30%.

Картофель хранят в буртах и доставляют на производство с помощью гидротранспорта. При транспортировании он очищается от примесей в соломо- и камнеловушках, проходит мойку в барабанных моечных машинах и взвешивается на автоматических весах.

Картофель измельчают в кашку на молотковых дробилках или картофелетерках. Большая часть клеток разрушается и около 70% крахмала высвобождается. Для повышения текучести в кашку добавляют 15–20% воды, получают замес.

Зерновые культуры используют в спиртовом производстве для получения солода и непосредственно для переработки в спирт. В спирт перерабатывают любое зерно, в том числе дефектное, не пригодное для использования в пищевых и кормовых целях. Используют пшеницу, рожь, ячмень, овес и другие зерновые культуры.

Зерно очищают от примесей, отличающихся размерами и аэродинамическими свойствами, на воздушно-зерновых сепараторах, от металлических примесей – на магнитных сепараторах.

Зерно измельчают на молотковых дробилках или вальцовых станках. Степень помола должна быть такой, чтобы через сито с диаметром отверстий 1 мм проходило 60–90% полученной крупки. Измельченное зерно смешивают с водой в соотношении 1,0 : 2,8–3,0, чтобы обеспечить концентрацию сухих веществ в сусле 16–18%. Замес не должен содержать комков, поскольку они плохо развариваются и выход спирта снижается.

Разваривание и охлаждение крахмалсодержащего сырья.

Основная задача разваривания сырья – подготовка его к осахариванию крахмала амилолитическими ферментами. Осахаривание происходит наиболее полно и быстро, если клеточные стенки разрушены, крахмал находится в свободном состоянии, он клейстеризован и тем более, если он растворен. Кроме того, в процессе разваривания происходит стерилизация сырья, что создает хорошие условия для процессов осахаривания и брожения.

По мере нагревания замеса крахмал набухает, каждая крахмальная гранула поглощает воды в 25–30 раз больше своего объема. В определенном температурном интервале (температура клейстеризации) связи между отдельными структурными элементами ослабевают и целостность крахмальных гранул нарушается. Вязкость раствора резко увеличивается, он превращается в гель. Температура клейстеризации зависит от природы крахмала: для пшеничного она составляет 54–62°C, ржаного – 50–55°C, ячменного – 60–80°C, картофельного – 59–64°C. При дальнейшем повышении температуры (до 90°C) вязкость достигает максимума, а при еще более высокой температуре (120–130°C) трехмерная структура сетки клейстера разрушается – вязкость резко снижается.

При разваривании сырья в зависимости от режимов в большей или меньшей степени происходят изменения всех его компонентов. Частичный гидролиз крахмала под действием ферментов и кислот сырья приводит к увеличению содержания сахаров и декстринов. Однако слишком высокая температура на стадии разваривания может привести к уменьшению количества сбраживаемых сахаров вследствие их карамелизации и меланоидинообразования (взаимодействия

сахаров с аминокислотами). При жестких режимах разваривания происходит гидролиз пектиновых веществ с образованием метанола, который трудно отделить от этанола при ректификации. В условиях разваривания происходит коагуляция, частичная денатурация и пептизация белков. Кислотность среды возрастает за счет распада сахаров и высвобождения фосфорной кислоты из ее органических и неорганических соединений. Чрезмерное повышение кислотности нежелательно, поскольку приводит к усилению гидролитических реакций.

Наибольшее распространение получил непрерывный способ разваривания, схема которого представлена на рис. 24.

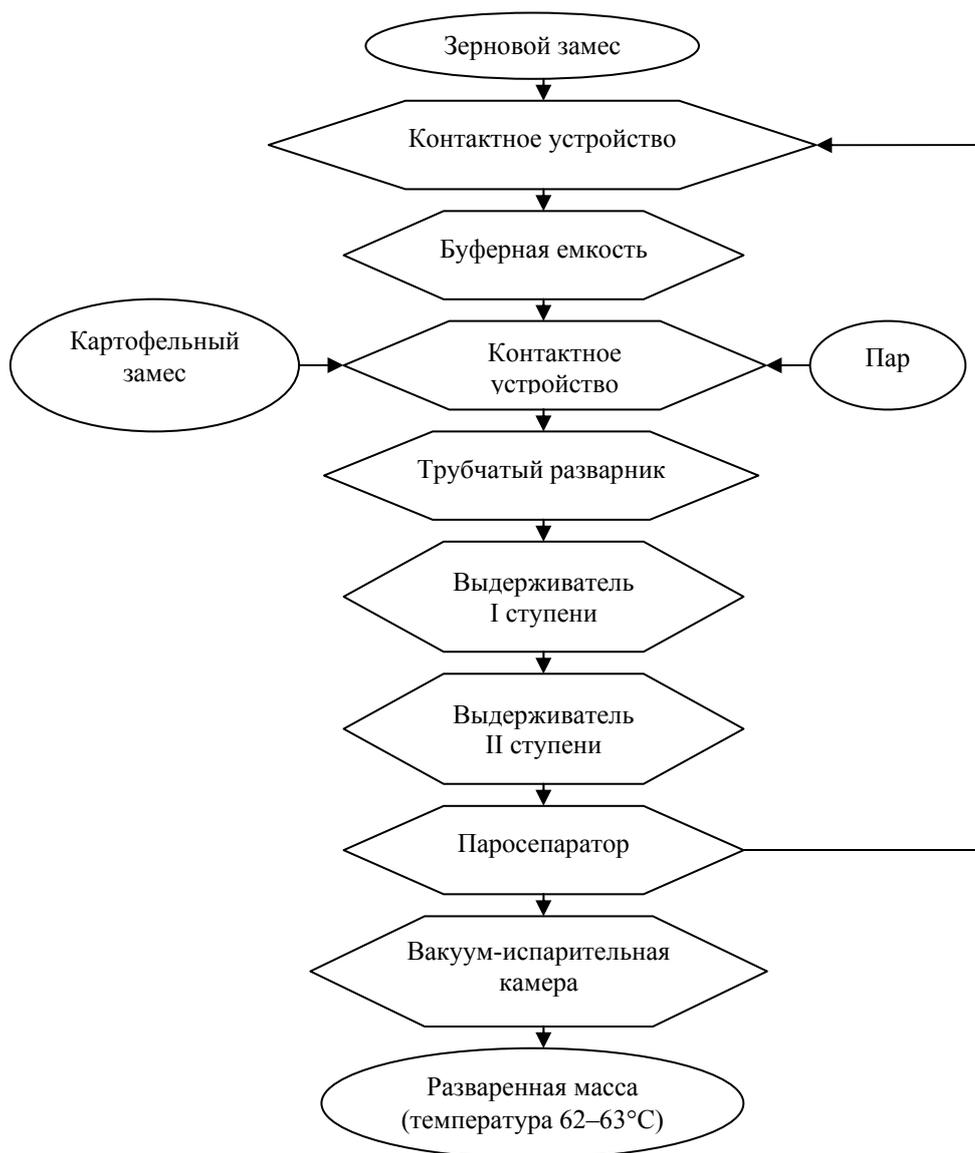


Рис. 24. Схема непрерывного разваривания зернового и картофельного замеса

Нагрев зернового замеса до температуры разваривания осуществляется в два этапа. Вначале приготовленный замес подогревают в контактном устройстве вторичным острым паром, который образуется в паросепараторе при охлаждении разваренной массы, до температуры 85–90°C и выдерживают в буферной емкости для предварительного разваривания. Затем замес вновь нагревают в контактном устройстве острым паром до температуры 138–150°C.

Картофельную кашку сразу нагревают до температуры разваривания (138–140°C).

Подогретый замес поступает в варочный аппарат, который состоит из трубчатого разварника, выдерживателей первой и второй ступени. Из одного аппарата в другой масса перемещается по передаточным трубам за счет разницы уровней при одинаковом давлении. Продолжительность разваривания – 45–60 мин.

Разваренная масса поступает в паросепаратор, в котором поддерживается избыточное давление 0,05 МПа, что соответствует температуре 105°C, и выдерживается в нем в течение 15–20 мин. Пар из сепаратора используется для предварительного разваривания зернового замеса.

Из паросепаратора масса поступает в вакуум-испарительную камеру, где она охлаждается до температуры 62–63°C и направляется на осахаривание. Вместе с паром из разваренной массы удаляются летучие примеси (метанол, летучие кислоты, фурфурол), что в последующем облегчает очистку спирта.

Осахаривание разваренной массы. Охлажденную разваренную массу обрабатывают солодовым молоком или ферментными препаратами с целью гидролиза полисахаридов, белков и других сложных веществ. Основным процесс при этом – гидролиз крахмала до сбраживаемых сахаров, поэтому эту стадию называют осахариванием, а полученный полупродукт – суслом.

Солодовое молоко готовят из смеси трех солодов – ячменного, просяного и овсяного. В этом случае получается ферментный комплекс, содержащий активные α - и β -амилазы и декстриназу, благодаря чему осахаривание протекает полно и достаточно быстро.

В настоящее время на большинстве спиртовых заводов используют ферментные препараты, в которых содержатся α -амилаза, декстриназа и глюкоамилаза. Их выделяют из биомассы плесневых грибов и бактерий.

Применение ферментных препаратов имеет ряд достоинств по сравнению с солодовым молоком:

- для выращивания микроорганизмов применяют дешевые питательные среды, часто отходы различных производств, в то время как для получения солода требуется высококачественное зерно;
- в процессе солодоращения теряется 16–18% крахмала;
- при использовании солодового молока выше вероятность инфицирования сусла посторонними микроорганизмами, а это приводит к снижению выхода спирта;
- при осахаривании солодовым молоком соотношение мальтозы и глюкозы в сусле составляет примерно 1,0 : 0,3, а при осахаривании ферментными препаратами – 1 : 5, а поскольку глюкоза легче сбраживается спиртообразующими дрожжами, брожение протекает быстрее.

Оптимальная температура действия амилалитических ферментов – 57–58°C.

Охлажденную в вакуум-испарительной камере разваренную массу смешивают в осахаривателе с ферментным препаратом, выдерживают 5 мин и направляют в теплообменник для охлаждения до начальной температуры брожения.

Культивирование дрожжей. В спиртовом производстве используют спиртообразующие дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Применяют расы дрожжей, имеющих высокую бродильную активность, образующих максимальное количество спирта и минимальное побочных продуктов, устойчивых к продуктам своего обмена и условиям брожения. Эти дрожжи сбраживают моно-, дисахариды и некоторую часть декстринов.

Оптимальная температура размножения *Saccharomyces cerevisiae* – 30–32°C, но дрожжи, выращенные при пониженной температуре, имеют более высокую бродильную активность. Поэтому начальная температура брожения сусла из крахмалсодержащего сырья, когда происходит размножение дрожжей, поддерживается на уровне 18–22°C, а при энергичном брожении – 29–30°C.

Оптимальное значение pH среды для выращивания дрожжей составляет 4,8–5,0, но они могут развиваться и при более высокой кислотности, когда молочнокислые бактерии уже не развиваются. Поэтому при выращивании засевных и производственных дрожжей поддерживают значение pH на уровне 3,8–4,0.

Накопление дрожжей из чистой культуры осуществляют по традиционной схеме: пробирка – колба – бутылка – аппарат чистой культуры – дрожжевой аппарат. Но такую схему используют только при введении в эксплуатацию нового производства, возобновлении работы после ремонта либо в случае инфицирования. В остальное

время в качестве засевных дрожжей используют часть производственных, т. е. тех, которые получают для сбраживания сусла.

В аппарат для выращивания дрожжей подают осахаренное сусло, пастеризуют его при температуре 75°C в течение 30 мин, серной кислотой подкисляют до рН 3,8–4,0 и вносят засевные дрожжи в количестве 8% от объема среды. Содержимое аппарата охлаждают до 22–23°C и проводят культивирование в течение 18–20 ч. Основную часть готовых дрожжей подают в бродильный аппарат, а часть направляют в сборник и используют как засевные.

Сбраживание осахаренного сусла. Спиртовое брожение начинается с момента поступления дрожжей в охлажденное сусло. Основные продукты брожения – этанол и диоксид углерода, вторичные – глицерин, ацетальдегид, пировиноградная кислота, побочные продукты – метанол, высшие спирты (сивушные масла).

Пузырьки CO₂ прочно связываются с дрожжевыми клетками, вместе с ними поднимаются на поверхность бродящего сусла, лопаются и дрожжевые клетки опускаются вниз. Таким образом происходит перемешивание и брожение ускоряется. Бродящее сусло называют бражкой.

В процессе сбраживания сусла выделяют три периода:

– взбраживание – продолжается размножение дрожжей, поэтому температуру поддерживают в пределах 26–27°C;

– главное брожение – интенсивное сбраживание основного количества моно- и дисахаридов при температуре 29–30°C;

– дображивание – медленное сбраживание сахаров, которые появились в результате доосахаривания декстринов и крахмала, температура – 27–28°C.

Наиболее распространен непрерывно-проточный способ сбраживания, который осуществляется в батарее бродильных аппаратов, соединенных между собой переточными трубами. Батарея включает два головных бродильных аппарата и три аппарата для дображивания. В первый головной бродильный аппарат подают дрожжи вместе с суслом, когда он заполнится, начинается переток бражки во второй головной аппарат и т. д. Из последнего аппарата для дображивания отбирают готовую бражку, которую направляют на перегонку. Бродильные аппараты периодически отключают от батареи для профилактической стерилизации.

Выделяющийся диоксид углерода насыщен парами спирта, поэтому он проходит через спиртоловушку, где этанол сорбируется из газового потока холодной водой. Далее диоксид углерода поступает в специальный цех для получения сжиженного газа и сухого льда.

Извлечение спирта из бражки и его очистка. Бражка – многокомпонентная система, она содержит 4–10% сухих веществ (клетки дрожжей, частицы дробины, декстрины, сахара, белки, кислоты, минеральные вещества) и 7–9% (8–11% об.) этанола с сопутствующими летучими примесями (спирты, эфиры, альдегиды, кислоты).

Для извлечения этанола из бражки и его очистки применяют ректификацию – процесс разделения жидких летучих смесей на компоненты или фракции, основанный на разной летучести компонентов. При ректификации происходит многократный массо- и теплообмен между движущимися навстречу паровым и жидкостным потоками, при этом паровая фаза обогащается легколетучим компонентом, а жидкая – труднолетучим.

Ректификацию проводят в колонных аппаратах, в которых для повышения эффективности установлены контактные устройства (тарелки, насадки). Спирт-сырец получают в одноколонной установке, для очистки спирта-сырца и получения спирта-ректификата применяют несколько последовательно работающих ректификационных колонн.

Получение рафинированного спирта непосредственно из бражки осуществляют на брагоректификационной установке, состоящей из трех колонн: бражной, эмпюрационной и спиртовой. Кроме конечного продукта – спирта-ректификата – получают эфиральдегидную фракцию, сивушный спирт, сивушное масло. Бражка, освобожденная от летучих компонентов, называется бардой.

Качественные показатели спирта-сырца и спирта-ректификата

Спирт-сырец и спирт-ректификат разных степеней очистки представляют собой прозрачную бесцветную жидкость, имеют вкус и запах, характерный для конкретного наименования этилового спирта, выработанного из соответствующего сырья, без привкуса и запаха посторонних веществ.

В спирте разной степени очистки нормируется содержание этанола и примесей: метанола, альдегидов, сивушных спиртов и масла, эфиров, свободных кислот.

Использование отходов производства

На крупных спиртзаводах функционируют специальные цехи по производству жидкого и твердого диоксида углерода из газообразного, выделяющегося при брожении.

Зернокартофельная барда, которая остается после извлечения спирта из бражки, содержит белковые и минеральные вещества, углеводы, жиры, органические кислоты, витамины и может быть использована на кормовые цели.

Из эфиоальдегидной фракции, которая является головной фракцией при ректификации, выделяют ценные органические продукты: уксусный альдегид, этилацетатный растворитель и др.

Сивушное масло используют для получения чистых высших спиртов, в лакокрасочной промышленности, при изготовлении медицинских препаратов и душистых веществ.

Сивушный спирт применяют при изготовлении спирта-денатурата для технических целей.

10. ТЕХНОЛОГИЯ КРЕПКИХ АЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Ассортимент крепких алкогольных напитков определяется свойствами этилового спирта, который используют для приготовления этих напитков. В зависимости от сырья, из которого получают спирт, он содержит специфические компоненты, которые придают ему вкус, аромат, цвет и другие свойства. Так, для приготовления водки применяют этанол, полученный из крахмалсодержащего сырья (картофеля и зерновых культур). Виски также готовят на основе спирта из зерновых культур, но применяют солод. Для приготовления коньяка используют коньячный спирт, полученный из виноградного виноматериала, ром готовят из ромового спирта, полученного из сока сахарного тростника или тростниковой мелассы, сакэ – это напиток, приготовленный из рисового спирта.

Крупнейшими производителями водки и ликеро-водочных изделий в республике являются: РУП «Минск-Кристалл», Брестский ликероводочный завод «Белалко», Климовичский ликеро-водочный завод, Гомельский ликеро-водочный завод, Малиновщизненский спирто-водочный завод «Аквадив», Витебский ликеро-водочный завод и др.

Технология водки

Водка – крепкий алкогольный напиток, приготовленный смешиванием ректификованного спирта и умягченной воды с добавлением ингредиентов и последующей обработкой активным углем и фильтрованием. Крепость водки обычно находится в пределах 40–45% об..

Ассортимент водки определяется качеством спирта-ректификата (высшая очистка, экстра, люкс) и особенностями рецептуры. В настоящее время разработано более 250 рецептур водки. В качестве добавок при производстве водки используют сахар, сухое обезжиренное молоко, мед, коньяк, лимонную кислоту, спиртованные настои, эфирные масла, гидрокарбонат натрия, перманганат калия и другие компоненты.

Технологическая схема производства водки включает подготовку ингредиентов, их смешивание и обработку полученной смеси (рис. 25).

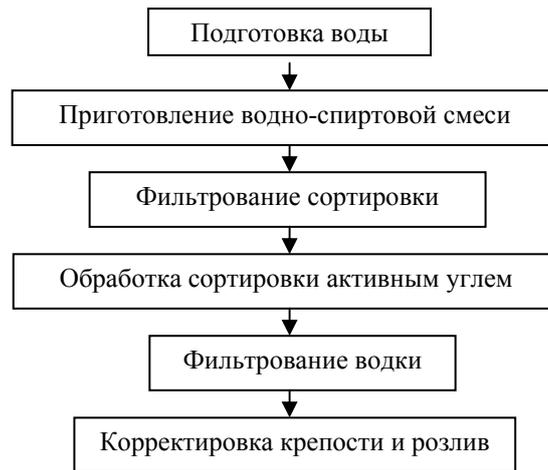


Рис. 25. Технологическая схема получения водки

Подготовка воды. Вода – один из основных видов сырья. От состава примесей в воде зависят прозрачность, вкус и стойкость водки при хранении. Вода должна отвечать требованиям стандарта на питьевую воду и иметь общую жесткость не выше 1 моль/дм³. В водно-спиртовых смесях растворимость кальциевых и магниевых солей, в основном обуславливающих жесткость воды, ниже, чем в воде, и при смешивании спирта с жесткой водой эти соли выпадают в осадок, вызывая помутнение.

В зависимости от состава исходной воды применяют следующие способы ее подготовки:

- отстаивание и фильтрация – освобождение от взвешенных частиц, в качестве фильтрующих материалов используют кварцевый песок, гравий и др.;

- коагулирование – освобождение от частиц коллоидной природы, применяют такие коагулянты, как сульфат алюминия, сульфат железа и др.;

- дезодорация – устранение неприятных запахов, наиболее распространенные способы дезодорации – озонирование и обработка активным углем;

- умягчение – удаление солей кальция и магния, наиболее распространен ионообменный способ, основанный на применении ионитов (труднорастворимых веществ, способных поглощать из растворов одни катионы и отдавать взамен другие). В ликеро-водочном производстве в качестве ионита используют сульфоуголь, который получают при обработке каменного угля концентрированной серной кислотой. Кроме ионного обмена для умягчения воды применяют обратный осмос и другие методы.

Приготовление водно-спиртовой смеси. Ректифицированный спирт смешивают с подготовленной водой, полученную водно-спиртовую смесь называют сортировкой.

Смешивание спирта с водой сопровождается уменьшением общего объема смеси (контракция) и выделением теплоты. Еще Д. И. Менделеевым было установлено, что адиабатическое сжатие смеси достигает максимальной величины при концентрации спирта 53–56% об., а наибольшее количество теплоты выделяется при крепости 36,25% об. Д. И. Менделеев считал, что в водно-спиртовых растворах образуются гидраты определенного состава: $C_2H_5OH \cdot 12H_2O$, $C_2H_5OH \cdot 3H_2O$, $3C_2H_5OH \cdot H_2O$. Строение водно-спиртовых растворов, количество и структура образующихся в них ассоциатов воды, спирта и смешанных ассоциатов воды и спирта в зависимости от концентрации последнего до настоящего времени изучены недостаточно.

Г. И. Фертманом составлена таблица определения количества воды для приготовления водно-спиртовых растворов с учетом уменьшения объема при смешивании спирта с водой при температуре 20°C. Этой таблицей пользуются при приготовлении сортировки.

Смешивание воды и спирта осуществляют периодически либо непрерывно.

В первом случае в герметически закрытый цилиндрический аппарат со сферическим днищем и мешалкой подают из мерника рассчитанное количество спирта, а затем подготовленной воды. Такая последовательность подачи компонентов способствует лучшему перемешиванию, поскольку плотность спирта меньше, чем воды, и он поднимается вверх. После тщательного перемешивания смеси определяют крепость и при необходимости корректируют ее.

Непрерывное смешивание проводят в проточном многоступенчатом смесителе. Нижняя часть смесителя предназначена для предварительного смешивания воды и спирта и представляет собой кольцеобразный коллектор. Верхняя часть – цилиндр с диафрагмой и многоярусными сетками, проходя через которые вода и спирт перемешиваются до высокой степени однородности. Регулирование расходов воды и спирта осуществляется автоматически.

В сортировку вводят добавки, предусмотренные рецептурой для данного вида водки.

Фильтрация сортировки. Для удаления взвешенных частиц водно-спиртовую смесь фильтруют на песочных фильтрах периодического или непрерывного действия. В качестве фильтрующего

материала используют кварцевый песок различной степени зернения, располагаемый в фильтре слоями.

Обработка сортировки активным углем. Только после обработки активным углем сортировка приобретает вкус и аромат, характерные для водки. Очистка сортировки активным углем основана на его способности сорбировать различные примеси (альдегиды, эфиры, сивушные масла, кислоты) и ускорять окислительно-восстановительные реакции, что приводит к изменению качественного и количественного состава примесей.

Применяют активный уголь марки БАУ, полученный обугливанием березовой или буковой древесины без доступа воздуха с последующей обработкой перегретым водяным паром.

Адсорбционные свойства угля зависят от его пористости, которая характеризуется величиной внутренней поверхности, достигающей 500–1000 см²/г. При этом основная роль в адсорбции принадлежит наиболее мелким порам угля – микропорам. Вместе с тем, размер этих пор не должен быть меньше, чем размеры примесей водно-спиртовых растворов. В противном случае процесс очистки будет затруднен.

Процесс адсорбции зависит не только от структуры угля, но и от химической природы адсорбируемых веществ. К различным примесям активный уголь проявляет избирательное (селективное) действие.

Наиболее распространенные способы обработки сортировки активным углем – динамический способ и обработка во взвешенном слое угля.

При динамическом способе водно-спиртовую смесь пропускают снизу вверх через одну или несколько колонок, заполненных активным углем.

Если скорость подачи сортировки составляет 5–8 дм³/(м²·с), уголь из неподвижного состояния переходит во взвешенное, увеличивается занимаемый им объем, улучшаются условия взаимодействия угля с водно-спиртовой смесью.

В процессе эксплуатации активного угля снижаются его сорбционные и окислительные свойства, поэтому проводят его регенерацию путем термической обработки водяным паром при температуре 110–115°С. При этом происходит десорбция поглощенных веществ вследствие их летучести.

Фильтрация водки. После обработки активным углем сортировку фильтруют на песочных фильтрах до прозрачного с блеском состояния.

Корректировка крепости и розлив. В профильтрованной водке проверяют и при необходимости корректируют крепость путем добавления спирта или воды и тщательного перемешивания.

Технология ликеро-наливочных изделий

Ликероналивочные изделия классифицируют в зависимости от содержания в них спирта и сахара (табл. 4). Эти изделия получают смешиванием ректификованного спирта высшей очистки, умягченной воды, спиртованных соков, морсов, настоев, ароматных спиртов, сахарного сиропа и других ингредиентов.

Таблица 4

Физико-химические показатели ликеро-наливочных изделий

Группа изделий	Крепость, %	Массовая концентрация, г/100 см ³		
		общего экстракта	сахара	кислот (в пересчете на лимонную)
Ликеры крепкие	35–45	25–50	25–50	0–0,5
Ликеры десертные	25–30	30–50	30–50	0–0,7
Кремы	20–23	50–60	49–60	0–0,75
Наливки	18–20	30–43	25–40	0,2–1,0
Пунши	15–20	35–45	30–40	0–1,3
Настойки				
сладкие	16–25	9–32	8–30	0–0,9
полусладкие	30–40	10–12	9–10	0–0,8
полусладкие слабоградусные	20–28	5–12	4–10	0–0,8
горькие	30–60	0–8	0–7	0–0,5
горькие слабоградусные	25–28	–	–	–
Напитки десертные	12–16	15–32	14–30	0,2–1,0
Аперитивы	15–35	5–20	4–18	0,2–0,7
Бальзамы	40–45	7–30	–	–
Коктейли	20–40	0–25	0–24	0–0,5
Эмульсионные ликеры	18–25	15–45	15–35	0–0,2

Разнообразие ассортимента напитков достигается применением спиртованных соков, морсов, настоев и ароматных спиртов, полученных на основе более 100 видов растительного сырья. Используют семена и сухие плоды (анис, дуб, кофейное дерево, мускатное дерево, перец душистый и черный, ваниль, кардамон, кориандр, тмин, какао дерево, укроп и др.), травы (душица, зверобой, зубровка, Melissa, мята, полынь, розмарин, шалфей, эвкалипт), цветы (гвоздика, календула, лаванда, липа, ромашка, роза, черемуха, шафран и др.), корни и корневища (аир, валерьяна, девясил, имбирь, ирис, петрушка, калган), древесную кору (дуб, крушина, хинное дерево, коричный лавр), корки цитрусовых плодов. Добавляют органические кислоты, спиртовые

растворы эфирных масел (розовое, мятное, лимонное, апельсиновое, анисовое, тминное и др.), красители (жженный сахар, черничный морс). При приготовлении некоторых изделий используют коньяк, темное пиво, портвейн, натуральный мед и др.

Основной стадией в приготовлении ликероналивочных изделий является купажирование подготовленного сырья и полуфабрикатов (рис. 26).

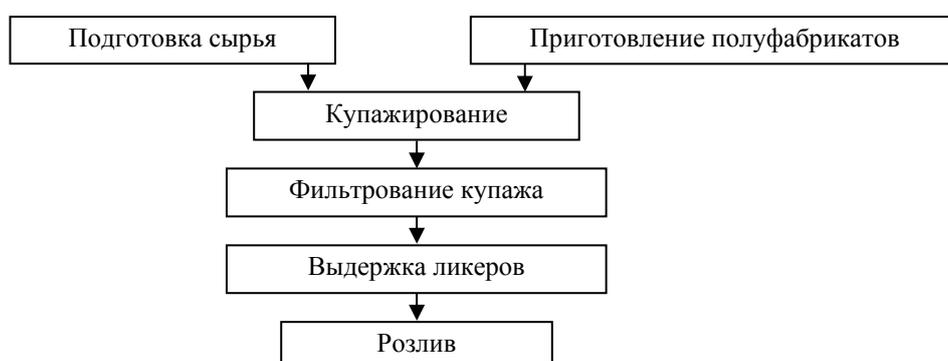


Рис. 26. Технологическая схема приготовления Ликеро-наливочных изделий

Подготовка сырья и приготовление полуфабрикатов. *Спиртованный сок* готовят из плодово-ягодного сока путем консервирования его спиртом-ректификатом до крепости 25% об. При добавлении спирта к соку в осадок выпадают малорастворимые в водно-спиртовой смеси пектиновые, белковые и дубильные вещества, поэтому сок осветляют отстаиванием в течение 10–30 суток.

Спиртованный морс получают при настаивании свежего или сушеного плодово-ягодного сырья с водно-спиртовым раствором. Крепость раствора 40–45% об., настаивание проводят в течение 14 суток при периодическом перемешивании. Затем морс сливают и настаивание повторяют еще раз. Морсы первого и второго слива соединяют.

Спиртованные настои приготавливают из измельченного ароматного сырья настаиванием с водно-спиртовым раствором крепостью 50–70% об. Настаивание проводят так же, как и при получении спиртованных морсов.

Ароматные спирты получают при перегонке пряного растительного сырья, настоечного с водно-спиртовым раствором крепостью 50–60% об., а также при перегонке спиртованных соков, морсов, настоев. При перегонке отбирают три фракции, среднюю используют как ароматный спирт, а начальную и конечную направляют на получение денатурированного спирта.

Сахар применяют в виде сиропа концентрацией 65,8–73,2%. Для предупреждения кристаллизации проводят частичную инверсию сахарозы лимонной кислотой.

Колер (краситель) готовят путем нагревания сахара с небольшим количеством воды (1–2%) при периодическом перемешивании. Полученную массу разбавляют водой до плотности раствора 1350 кг/м³.

Купажирование. Купаж готовят в строгом соответствии с рецептурой в аппаратах с мешалкой. Ингредиенты вводят в строгой последовательности: сначала загружают спиртованные соки, морсы, настои, ароматные спирты, добавляют ректифицированный спирт и часть воды для снижения концентрации спирта. Только после этого добавляют сахарный сироп и остальные компоненты, оставшуюся воду и тщательно перемешивают купаж. Если перед добавлением сахарного сиропа не снизить крепость, то произойдет кристаллизация сахара. Температура морса не должна превышать 20°С во избежание испарения спирта и ароматизирующих веществ.

В готовом купаже контролируют содержание спирта, общего экстракта, сахара, кислоты и при отклонении этих показателей корректируют их добавлением соответствующих ингредиентов.

Купаж выдерживают для оседания взвеси. Длительность выдержки в зависимости от вида изделия составляет от 1 суток до 1 месяца.

Фильтрование купажа. Купаж фильтруют на фильтр-прессах под давлением 200–250 кПа до прозрачности. В качестве фильтрующего материала применяют асбестоцеллюлозные пластины. Определенную роль в фильтровании играет и слой взвешенных веществ, который формируется на пластинах.

Выдержка ликеров и розлив. Большинство ликеро-наливочных изделий после фильтрования направляют на розлив. Лишь некоторые из них подвергают длительной выдержке в дубовых бочках или бутах. При этом в ликерах увеличивается количество сложных эфиров и ацеталей, аромат ликеров становится более тонким, вкус – мягким, более приятным. Полагают, что старение ликеров связано с окислительно-восстановительными процессами и что древесина дубовых бочек катализирует эти процессы.

Длительную выдержку в бочках можно заменять гомогенизацией, т. е. интенсивным перемешиванием в аппаратах при избыточном давлении 15 МПа без доступа кислорода.

Оценка качества водки и ликеро-наливочных изделий

Качество водки и ликеро-наливочных изделий оценивают по физико-химическим и органолептическим показателям.

В водке определяют крепость, щелочность, содержание примесей спирта, в ликероналивочных изделиях – крепость, содержание общего экстракта, сахара, органических кислот, эфирного масла, кумарина.

Органолептическую оценку водки и ликеро-наливочных изделий осуществляют по 10-балловой системе.

Технология коньяка

Коньяк – крепкий алкогольный напиток янтарно-золотистого цвета со специфическим букетом и вкусом, приготовленный из выдержанного коньячного спирта. В отличие от спирта, который используется для приготовления водки, коньячный спирт содержит значительно больше летучих примесей – альдегиды, эфиры, летучие кислоты, высшие спирты. Эти соединения, а также вещества, извлеченные при выдержке из дубовой древесины, участвуют в формировании вкуса и аромата коньяка.

Впервые коньяк был изготовлен во Франции в г. Коньяк, откуда и получил свое название. Согласно законодательству о контролируемых наименованиях по происхождению аналогичные крепкие напитки, полученные в других странах, не могут называться «коньяк» и называются по-разному в различных странах: арманьяк, бренди, виньяк.

В некоторых странах бывшего Союза (Россия, Беларусь и др.) для крепких виноградных напитков, выпускаемых для внутреннего рынка, сохранено название «коньяк». Оно воспринимается как тип напитка и не имеет географического понятия.

В небольшом количестве коньяк производится на заводе «Минск-Кристалл», Бобруйском заводе виноградных напитков, Климовичском ликеро-водочном заводе, Минском заводе безалкогольных напитков.

В зависимости от срока выдержки и качества коньяки делят на ординарные, марочные и коллекционные.

Срок выдержки ординарных коньяков (3–5 лет) обозначается звездочками, крепость – от 40 до 42% об.

Марочные коньяки получают из коньячных спиртов, выдержанных не менее 6 лет. Они имеют крепость 40–45% об., в отдельных коньяках она может быть выше. В зависимости от возраста использованного спирта различают три группы марочных коньяков:

КВ – коньяк выдержанный (возраст спирта – 6–7 лет), КВВК – коньяк выдержанный высшего качества (возраст спирта – 8–10 лет), КС – коньяк старый (возраст спирта – свыше 10 лет).

Коллекционные коньяки готовят из лучших по качеству марочных, дополнительно выдержанных не менее 3 лет.

Технология коньяка включает четыре основных операции (рис. 27).



Рис. 27. Технологическая схема получения коньяка

Получение коньячных виноматериалов. Для получения виноматериалов используют только здоровый виноград с цветочным или нейтральным ароматом белых или красных сортов. Виноматериалы готовят по технологии, принятой для белых столовых вин. Сусло быстро отделяют от мезги. В противном случае в него переходят пектиновые вещества, содержащие метоксильные группы, из которых образуется метанол.

Сусло при осветлении не сульфитируют, поскольку при перегонке вин, содержащих серную кислоту, образуются тиоэфиры, обладающие резким неприятным запахом. Сбраживают сусло при температуре 16–25°C.

Коньячные виноматериалы должны содержать не менее 8% об. спирта, титруемая кислотность должна составлять не менее 4,5 г/дм³. Коньячные материалы могут быть не вполне осветленными, оставшиеся в вине дрожжи содержат ароматические вещества (энантовый эфир и др.). При перегонке они переходят в дистиллят и улучшают аромат коньячных спиртов.

Получение коньячных спиртов. В отличие от технологии ректификованного этилового спирта при получении коньячного спирта не стремятся удалить все сопутствующие ему летучие примеси. При этом одни из них при перегонке переходят из виноматериалов в спирт-сырец без изменений, причем их концентрация возрастает, другие в процессе перегонки претерпевают химические превращения с образованием новых соединений (альдегидов, эфиров). Одним из

основных факторов, обуславливающих образование новых летучих компонентов, является длительное кипячение виноматериала при перегонке.

Перегонку коньячных виноматериалов осуществляют в две стадии. На первой получают спирт-сырец крепостью 22–35% об., содержащий все летучие примеси. Затем спирт-сырец подвергают вторичной перегонке, отбирая для производства коньяка среднюю фракцию, крепость которой составляет 62–70% об.

Для получения коньячного спирта можно использовать непрерывную перегонку, однако при этом получается продукт с пониженным содержанием некоторых ценных компонентов, поскольку при этом виноматериал не подвергается длительному нагреву и не происходит новообразование примесей, в частности эфиров. При применении непрерывной перегонки рекомендуется предварительно подвергать виноматериал длительной тепловой обработке.

Коньячный спирт – бесцветная прозрачная жидкость со специфическим ароматом и резким вкусом.

Выдержка коньячных спиртов. При получении марочных коньяков выдержку коньячного спирта производят в дубовых бочках, при получении ординарных допускается использовать эмалированные резервуары с равномерно распределенной дубовой клепкой. В помещениях для выдержки должны отсутствовать посторонние запахи, температура должна составлять 18–20°C, относительная влажность воздуха – 75–85%.

Новые бочки перед использованием дважды замачивают холодной водой (на 2–3 суток), затем обрабатывают острым паром и ополаскивают горячей и холодной водой. Такая обработка позволяет удалить часть фенольных соединений, избыток которых может быть причиной грубого вкуса и горечи. При повторном использовании коньячных бочек такую обработку не делают.

Коньячные спирты выдерживают в недолитых на 2% объема бочках, что обеспечивает необходимый контакт спирта с кислородом воздуха.

В процессе выдержки из древесины дуба экстрагируются фенольные соединения (лигнин, танины, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты), углеводы, азотистые вещества, липиды и минеральные вещества. Эти соединения участвуют в различных превращениях: из лигнина образуются ароматические соединения, в результате окисления танинов смягчается вкус, предотвращается окисление ароматических веществ, гидролиз гемицеллюлоз приводит к накоплению сахаров, что также смягчает вкус. При выдержке в коньячном спирте увеличивается содержание альдегидов вследствие окисления спиртов и окислительного

дезаминирования и последующего декарбоксилирования аминокислот. Темно-коричневые продукты окисления фенольных соединений участвуют в формировании цвета коньяка.

Крепость коньячного спирта при выдержке снижается, так как часть этанола испаряется, часть взаимодействует с составными частями коньячного спирта и кислорода воздуха.

Приготовление коньяков. Для приготовления коньяков используют выдержанный коньячный спирт, умягченную или спиртованную воду и сахарный сироп.

Для получения спиртованной воды умягченной водой разбавляют коньячный спирт до крепости 20–25% об. и выдерживают в бочках при температуре 35–40°C в течение 60–70 суток. Умягченную или спиртованную воду применяют для снижения крепости коньяка.

Сахарный сироп используют для доведения коньяка до требуемой сахаристости. Сахар растворяют в умягченной воде, в полученный сироп добавляют коньячный спирт и лимонную кислоту и выдерживают не менее 1 года до использования.

Полученный в результате смешивания коньячного спирта, спиртованной воды и сахарного сиропа купаж при необходимости оклеивают или обрабатывают бентонитом, фильтруют, обрабатывают холодом и снова фильтруют. Коньяки должны быть прозрачными, с блеском, без осадка.

Коньячные напитки. Из невыдержанного коньячного спирта готовят коньячные напитки. Молодой коньячный спирт или купаж, приготовленный из этого спирта, умягченной воды и сахарного сиропа, пропускают в потоке или настаивают на древесине, обработанной особым образом, с целью экстракции компонентов древесины. Полученный напиток осветляют фильтрованием.

Использование отходов. При перегонке виноматериала в кубе перегонного аппарата остается отработанная жидкость (барда). Ее используют для получения винной кислоты, этанола, уксуса, глицерина, кормовых продуктов и удобрения.

Головная и хвостовая фракции, полученные в результате перегонки спирта-сырца, имеют различное применение. Смесь этих фракций может быть дополнительно перегнана с получением коньячного спирта, который используют для производства обычных коньяков; добавка этих фракций к перегоняемому виноматериалу или спирту-сырцу позволяет повысить выход коньячного спирта; из хвостовой фракции получают «душистые воды», которые применяют при купаже обычных коньяков.

Технология рома

Ром – крепкий алкогольный напиток с приятным характерным ароматом и вкусом, приготовленный из ромового спирта, который получают из сока сахарного тростника или тростниковой мелассы. Обычно крепость рома составляет от 40 до 55% об., хотя производятся как более легкие, так и более крепкие сорта рома.

Впервые ром появился в начале XVII в. в английской колонии на острове Барбадос и назывался поначалу «барбадосской водой». Это романтичный напиток, имеющий репутацию «настоящей выпивки» для искателей приключений. Ром фигурировал в истории работорговли: в Африке за ром приобретали рабов, которых продавали владельцам плантаций тростника за патоку. Из нее вновь готовили ром и везли в Африку, причем чем лучше было качество рома (чем дольше он горел), тем больше за него получали рабов. Ром был необычайно популярен у пиратов Карибского моря, охотившихся за торговыми судами, поскольку он не только веселил, поднимал боевой дух, но и притуплял чувство голода, согревал. По этим же причинам ром был введен в ежедневный рацион британских моряков, эта традиция сохранялась до 1970 г. В настоящее время основными производителями рома являются государства Больших и Малых Антильских островов, Бразилия, Мексика, Венесуэла, США и др.

Различают натуральный ром, ромовые смеси и искусственный ром.

Натуральный ром получают разбавлением ромового спирта водой до определенной крепости. В зависимости от технологии брожения, перегонки и выдержки концентрация веществ, определяющих вкус и аромат рома, различается, и ром соответственно делится на три основных типа: легкий, средний и тяжелый.

Ромовые смеси – это напитки, приготовленные на обычном этиловом спирте с добавлением натурального ромового спирта для придания свойственных рому аромата и вкуса.

Искусственный ром представляет собой напиток, к которому добавляют различные сложные эфиры и другие вещества для придания внешних признаков натурального рома.

Технологический процесс производства рома включает следующие основные стадии: приготовление сусла, сбраживание его, перегонка ромовой бражки, выдержка и созревание рома.

Приготовление сусла. Сусло готовят из тростниковой мелассы либо из тростникового сока.

При использовании мелассы ее разбавляют водой до содержания сухих веществ 15–18%, пастеризуют и обогащают питательными

солями (диаммонийфосфат и сульфат аммония, которые для дрожжей являются источниками азота и фосфора).

Для получения сока сахарный тростник измельчают на дробилках, затем прессуют. Свежеотжатый сок фильтруют, очищают от примесей и упаривают до содержания сухих веществ 65% для предотвращения порчи. Сусло готовят путем разбавления концентрата горячей водой до содержания сухих веществ 15–18% и пастеризуют.

Сбраживание сусла. В качестве возбудителей спиртового брожения используют чистые культуры дрожжей родов *Saccharomyces* или *Shizosaccharomyces*. Дрожжи верхового брожения рода *Shizosaccharomyces* применяют при получении тяжелого рома, поскольку эти дрожжи продуцируют наряду со спиртом некоторое количество органических кислот, сложных эфиров, альдегидов и высших спиртов.

Для усиления букета напитка кроме дрожжей применяют маслянокислые бактерии *Granulobacter*. В основном они продуцируют масляную кислоту, но также обогащают бражку уксусной, пропионовой и незначительным количеством других кислот, которые образуют разнообразные эфиры. Одним из основных компонентов, обуславливающих специфический аромат тяжелого рома, является масляно-этиловый эфир.

Благодаря симбиотическому развитию дрожжей и бактерий в бражке уменьшается количество сивушных масел и возрастает содержание эфиров.

Брожение осуществляют в закрытых бродильных аппаратах при температуре 25–27°C. Зрелая ромовая бражка, полученная из сусла с содержанием сахара 12–14%, имеет крепость 6–7%.

Перегонка ромовой бражки. Перед перегонкой бражку сепарируют для отделения дрожжей, поскольку в противном случае она приобретает привкус и запах коньячного спирта.

При фракционной перегонке отбирают головную, среднюю и концевую фракции, затем головную и концевую фракции смешивают и еще раз перегоняют. Головная и концевая фракции второй перегонки являются отходами производства, а две средние фракции смешивают и получают ромовый спирт. Он имеет крепость 65–80% об., кроме этанола содержит кислоты, сложные эфиры, альдегиды, сивушные масла, фурфурол.

Выдержка и созревание рома. Ромовый спирт разбавляют теплой дистиллированной водой до крепости 50% об., заливают в новые дубовые бочки и подвергают выдержке. Легкий ром выдерживают не более 2 лет, средний – от 2 до 5 лет, длительность выдержки крепкого рома может достигать 15 лет. При выдержке происходят химиче-

ские и физико-химические превращения, аналогичные тем, которые происходят при выдержке и созревании коньячного спирта.

В выдержанный ромовый спирт вводят сахарный сироп, добавляют другие ингредиенты, корректируют крепость, фильтруют и разливают в бутылки.

Технология виски

Виски – ароматный алкогольный напиток крепостью 40–45% об. от светло-желтого до коричневого цвета. Виски получают перегонкой сброженного сусла из зернового сырья с последующей длительной выдержкой спирта-сырца в дубовых бочках, обугленных внутри.

Согласно классической технологии в Шотландии для производства виски используют ячменный солод и ячмень. Ячмень выращивают в нескольких районах Шотландии, где он имеет специфические вкусовые свойства. В Ирландии к ячменному солоду добавляют рожь, в США и Канаде в качестве сырья для виски применяют кукурузу, рожь, пшеницу, в Японии используют просо и кукурузу, в небольших количествах добавляют рожь и другие зерновые.

Производственный процесс включает те же стадии, что и при получении рома: приготовление сусла, сбраживание его, перегонка бражки, выдержка и купажирование.

Приготовление сусла. Очищенный ячмень замачивают и проращивают, получая солод. В Шотландии применяют специфическую сушку солода: его сушат горячим дымом, полученным при сгорании торфа, древесного угля и буковых стружек, получают так называемое «копченое» зерно. Шотландское виски имеет характерный дымный аромат, который отличает его от других видов. В других странах, в том числе и в Ирландии, дым для сушки солода не используют.

Сухой солод измельчают, смешивают с горячей водой и выдерживают в течение 8–10 ч для осахаривания.

Если используют зерно, то его измельчают и разваривают, а затем осахаривают солодом.

Концентрация сусла составляет 16–17%.

Сбраживание сусла. Для сбраживания используют спиртообразующие дрожжи специальных рас, температура брожения составляет 30–35°C, длительность – 2–3 суток. Крепость зрелой бражки – 5–8% об.

Перегонка бражки. Бражку перегоняют на непрерывнодействующем перегонном аппарате, при этом отбирают спирт крепостью 65–70% об.

Выдержка и купажирование. Полученный спирт разбавляют дистиллированной водой до крепости 50% об. и проводят его выдержку в обожженных дубовых бочках. Наиболее подходящими считаются испанские бочки из-под хереса. При выдержке виски приобретает характерные цвет, вкус и аромат. Виски обогащается экстрактивными веществами, извлекаемыми из дубовой древесины, протекают окислительные процессы, вкус становится мягче, энергично протекает эфиروобразование, количество эфиров увеличивается в 5–6 раз.

Срок выдержки определяется сортом виски и составляет около 3 лет для стандартных сортов, 10–12 лет – для оригинальных, 21 год – для коллекционных сортов. Некоторые редкие сорта выдерживают 30–50 лет.

Наиболее популярным является смешанный тип виски, который получают купажированием солодового и зернового виски. Доля смешанного виски составляет свыше 90% в общем объеме производства этого напитка.

Для получения смешанных виски купажируют различные сорта солодовых (от 15 до 50 сортов) и зерновых (3–4 сорта) виски различных сроков выдержки и дополнительно выдерживают в течение нескольких месяцев. Сложность купажирования заключается в том, чтобы не просто получить напиток высокого качества, но и поддерживать из года в год постоянство свойств получаемого продукта.

Перед розливом виски фильтруют и корректируют его крепость.

Производство сакэ

Сакэ – национальный японский напиток. Изначально он был ритуальным напитком и изготавливать его имели право только члены императорской семьи, затем это умение переняли буддийские монахи. В промышленном масштабе напиток стали производить с XVII в.

Традиционно сакэ готовят исключительно из риса. Из более 200 его сортов, выращиваемых на территории Японии, использовать для приготовления сакэ можно только 65. Это крупнозернистые сорта, не пригодные для употребления в пищу.

Вторым важным компонентом в производстве сакэ является вода. Она должна содержать источники фосфора, калия, магния, кальция, необходимые для размножения плесневых грибов и синтеза ими ферментов. Присутствие в воде железа и марганца сказывается

на вкусовых свойствах напитка и придает традиционно бесцветному сакэ специфическую окраску.

Первый этап подготовки сырья – это шлифование риса. Витамины, жиры, белки и другие вещества, которые содержатся в оболочках риса, отрицательно влияют на качество напитка. Чем сильнее обнажено зерно, чем качественнее получается сакэ. Для ординарного сакэ зерна риса обтачивают на 10–30%, для более изысканных сортов – до 40%, для самых дорогих – более чем на 50%.

Отшлифованный рис промывают водой и замачивают в течение нескольких часов, затем пропаривают для клейстеризации крахмала. Часть пропаренного риса отбирают и используют для получения ферментного препарата, оставшийся – для приготовления затора.

Отобранный рис засевают спорами плесневых грибов *Aspergillus oryzae* и проводят ферментацию для накопления ферментов. Этот препарат используют для осахаривания сырья подобно тому, как в производстве спирта из крахмалсодержащего сырья применяют солод или ферментные препараты микробного происхождения.

Полученный рисовый солод, пропаренный рис и воду смешивают и проводят «затирание», в ходе которого регулируют температуру, создавая благоприятные условия для гидролиза крахмала. «Затирание» длится около 4 дней, затем начинается процесс брожения.

Вначале протекает бурное брожение, потом длительное дображивание и созревание бражки. Для ординарного сакэ длительность брожения составляет 15–20 суток при температуре 15–17°C. Элитные сорта получают при пониженной температуре (5–10°C), продолжительность созревания при этом увеличивается до 30–35 суток. Крепость бражки может достигать 20% об.

Твердые частицы бражки отделяют прессованием, полученное молодое вино осветляют отстаиванием на протяжении 10 суток, затем фильтруют, используя активный уголь. Получается напиток, готовый к употреблению, но имеющий грубоватый вкус. Часть такого свежеприготовленного сакэ поступает в продажу, но основная часть подвергается пастеризации, а затем выдерживается в герметичных резервуарах, покрытых изнутри белой эмалью. В процессе выдержки (6–12 месяцев) окончательно формируется букет и смягчается вкус сакэ. Его купажируют для получения однородной партии, корректируют крепость (она составляет около 15% об.), еще раз пастеризуют и разливают в бутылки.

Производство текилы

Текила – алкогольный напиток крепостью 38–40% об., сырьем для его получения служит голубая агава. Текилу производят в Мексике, в основном в г. Текила и его окрестностях. Согласно мексиканскому законодательству, текилой может называться напиток, произведенный из голубой агавы, которая выращена только в пяти штатах Мексики. Напиток, приготовленный таким же способом, но в других местах называется мескаль. Производят текилу без выдержки (бесцветная), молодую текилу, золотистый цвет которой обусловлен карамельными добавками, текилу, выдержанную в дубовых бочках не менее 2 месяцев, в результате чего она приобретает золотистый оттенок, и текилу, выдержанную не менее года, имеющую цвет хорошего коньяка.

Голубую агаву выращивают 8–12 лет, пока в ней накопится достаточное количество сахаров и растение можно использовать для получения текилы. Используют часть растения, которая называется пинья. Это корнеплод, который находится в земле, а от него отходят многочисленные отростки, выходящие на поверхность. Зрелая пинья весит более 30 кг, имеет коричнево-красный цвет. Во время уборки ее отрезают от основного ствола и очищают от длинных, покрытых шипами листьев.

Очищенные сердцевинки агавы пропаривают в специальных печах для размягчения тканей, после остывания измельчают и выделяют из них сок. Смешивая сок с водой, получают сусло, которое подвергается сбраживанию. При получении более ароматных сортов сусло сбраживают вместе с остатками мякоти сердцевинки.

Длительность брожения – от 7 до 12 суток, полученная бражка содержит 5–7% об. этанола. Ее перегоняют в два этапа. Во время первой перегонки отбирают среднюю фракцию крепостью 20% об., которую снова отправляют на перегонку. На втором этапе снова отбирают среднюю фракцию, крепость которой уже составляет 55% об. Обычно ее разбавляют дистиллированной водой до 38–40% об., фильтруют, получают прозрачный напиток, который направляют на розлив. Таким образом получают белую текилу, имеющую чистый вкус с оттенком специй.

Для получения выдержанной текилы, отличающейся изысканным вкусом и ароматом, напиток помещают в бочки из белого дуба, где он дозревает определенное время. Особенно ценятся бочки, уже использовавшиеся для выдержки виски-бурбона (американское виски, полученное из сырья, в составе которого не менее 50% кукурузы). В процессе выдержки текила приобретает изысканный, мягкий, довольно сложный вкус и аромат с оттенком тропических плодов, ванили, различных трав и специй. В отличие от коньяка и виски текила не требует длительного созревания, уже после трехлетней выдержки она слегка горчит.

11. ТЕХНОЛОГИЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В зависимости от применяемого сырья и технологии производства кондитерские изделия делят на две большие группы: сахарные и мучные. К сахарным изделиям относятся шоколад, конфеты, карамель, ирис, драже, мармелад, пастила, халва, восточные сладости и какао-порошок, к мучным – печенье, галеты, крекер, вафли, пряники, кексы, рулеты, торты, пирожные.

Кондитерские изделия имеют высокую энергетическую ценность, легко усваиваются, обладают приятным вкусом, тонким ароматом, привлекательным внешним видом.

Производственные мощности предприятий кондитерской отрасли Республики Беларусь превышают 125 тыс. т кондитерских изделий в год, выпускается ежегодно около 100 тыс. т. Отрасль представлена девятью предприятиями и двумя цехами по производству кондитерских изделий. Крупнейшими предприятиями республики являются: СП ОАО «Спартак», годовой объем производства составляет около 29 тыс. т, примерно половина общего объема приходится на мучные кондитерские изделия, кроме того, предприятие выпускает карамель, конфеты, шоколад; ОАО «Коммунарка» производит более 21 тыс. т изделий в год, около половины общего объема составляют конфеты, производство карамели превышает 7 тыс. т, в меньшем количестве производятся шоколад, драже, ирис, вафли, какао-порошок; ОАО «Красный пищевик» производит более 15 тыс. т, причем основной его продукцией являются зефир, мармелад, халва, в небольшом количестве получают драже и ирис; около 10 тыс. т мучных кондитерских изделий выпускает ОАО «Кондитерская фабрика "Слодыч"»; СП ОАО «Ивкон» производит около 7 тыс. т изделий, в основном конфеты и карамель, в небольшом количестве ирис и восточные сладости. Кроме того, выпуском кондитерских изделий занимаются ОАО «Красный Мозырянин», ОАО «Конфа», УПП «Витьба», КУПП «Пинский завод кондитерских изделий», цеха по производству кондитерских изделий на КУПП «Полоцкий консервный завод» и на Городокском пищевом комбинате.

Предприятия республики постоянно расширяют ассортимент продукции, в частности большое внимание уделяется выпуску продукции повышенной пищевой и биологической ценности, продукции лечебно-профилактического назначения. С этой целью в рецептуры изделий вводят фруктозу, сорбит, ксилит, аскорбиновую кислоту, фруктовые и овощные соки, кунжут, мак, пшеничные отруби, экстракт шиповника, широко применяют фруктово-ягодные пюре.

Характеристика сырья

Основные виды сырья, применяемые в кондитерской промышленности: сахар, глюкоза, патока, мед, жиры, молоко и молочные продукты, яйца и яичепродукты, какао-бобы, ядра орехов и семена масличных культур, фруктово-ягодные полуфабрикаты, мука пшеничная, крахмал, вкусовые и ароматизирующие вещества и др.

Сахар используется в виде рафинированного сахара-песка или водного раствора (сиропа). Сахарный сироп, поступающий с сахарорафинадных заводов, может быть как чисто сахарным, так и сахароинвертным с разным соотношением сахарозы и инвертного сахара. На кондитерские фабрики сахар-песок поступает двумя способами: тарным (в мешках) или бестарным (в вагонах или автомобилях). Перед подачей в производство сахар-песок просеивают через сито и подвергают магнитной очистке для освобождения от металломагнитных примесей.

Глюкоза используется при выработке детского и диетического ассортимента кондитерских изделий вместо сахара-песка с полной или частичной его заменой. Это кристаллический порошок белого цвета со сладким вкусом.

Патоку используют при производстве сахарных кондитерских изделий в качестве антикристаллизатора. В производстве мучных кондитерских изделий патоку применяют для придания тесту пластичности, а готовым изделиям – мягкости и рассыпчатости. Патока поступает на предприятия в железнодорожных цистернах, ее разогревают до температуры 40–45°C и перекачивают в баки. Перед применением патоку подогревают до такой же температуры и процеживают через сито.

Мед применяют натуральный и искусственный. Натуральный мед содержит глюкозу, фруктозу, сахарозу, декстрины, азотистые и минеральные вещества, кислоты, витамины, ферменты, красящие вещества. Искусственный мед представляет собой инвертный сироп, содержащий ароматизирующие вещества.

Жиры применяют при приготовлении мучных изделий, конфет, карамели с начинкой, ириса, шоколада, вафельных начинок, жировой глазури. В большинстве случаев жиры выполняют роль структурообразователей и одновременно повышают энергетическую ценность кондитерских изделий. В кондитерской промышленности используют сливочное масло, маргарин, гидрированные жиры, растительные масла, в том числе такие, как какао-масло, кокосовое масло.

В кондитерской промышленности широко применяются *молоко* и *молочные продукты*: молоко натуральное, концентрированное, сгущенное (с сахаром и без сахара), сухое, сливки и др.

Яйца применяют при производстве мучных кондитерских изделий, а яичный белок используют в качестве пенообразователя для выработки пастилы, зефира, сбивных конфет и других изделий. Используют натуральные яйца и яичепродукты – меланж (замороженная яичная смесь, может быть с добавлением соли или сахара), яичный порошок, отдельно яичный белок и желток, мороженые или сухие.

Какао-бобы являются основным сырьем в производстве шоколада и какао-порошка.

Ядра орехов и семена масличных культур (миндаль, фундук, грецкий орех, арахис, кешью, кунжутное и подсолнечное семя и др.) добавляют при производстве конфет, начинок, халвы, шоколадных и мучных изделий.

Фруктово-ягодные полуфабрикаты: пульпа – свежие ягоды и фрукты в целом или нарезанном виде, законсервированные химическим способом; пюре – протертые свежие фрукты и ягоды, законсервированные химическим способом; подварки – фруктово-ягодное пюре, уваренное с сахаром до остаточной влажности 31%; цукаты – засахаренные фрукты или кусочки, корки некоторых плодов; сухофрукты, заспиртованные ягоды и др.

Мука пшеничная высшего и I сортов – основное сырье для производства мучных кондитерских изделий. Она поступает и хранится на предприятиях в основном бестарным способом.

Крахмал в кондитерской промышленности применяется в качестве рецептурного компонента при производстве мучных изделий и в качестве формового для производства конфет.

Вкусовые и ароматизирующие вещества: пищевые кислоты – винная, лимонная, молочная, яблочная; естественные эфирные масла; эссенции – синтетические ароматизаторы.

Кроме того, в кондитерской промышленности применяют химические разрыхлители, студнеобразователи, эмульгаторы, пищевые красители, консерванты и др.

Технология шоколада

В зависимости от рецептуры и способа обработки выделяют следующие виды шоколада: шоколад обыкновенный без добавок

и с добавками, шоколад десертный без добавок и с добавками, пористый шоколад, белый шоколад, шоколад с начинками, шоколад специального назначения (диабетический, витаминизированный).

Шоколад вырабатывают из какао тертого, какао-масла и сахарной пудры. В качестве добавок используют сухие молоко и сливки, орехи (тертые, дробленые, цельные), изюм, вафельную крошку и др., в качестве начинок – различные конфетные массы (ореховую, фруктовую, помадную и др.).

Технологическая схема производства шоколада (рис. 28) включает первичную обработку какао-бобов, получение какао тертого и какао-масла, приготовление шоколадных масс, формование шоколада, завертывание и упаковку.

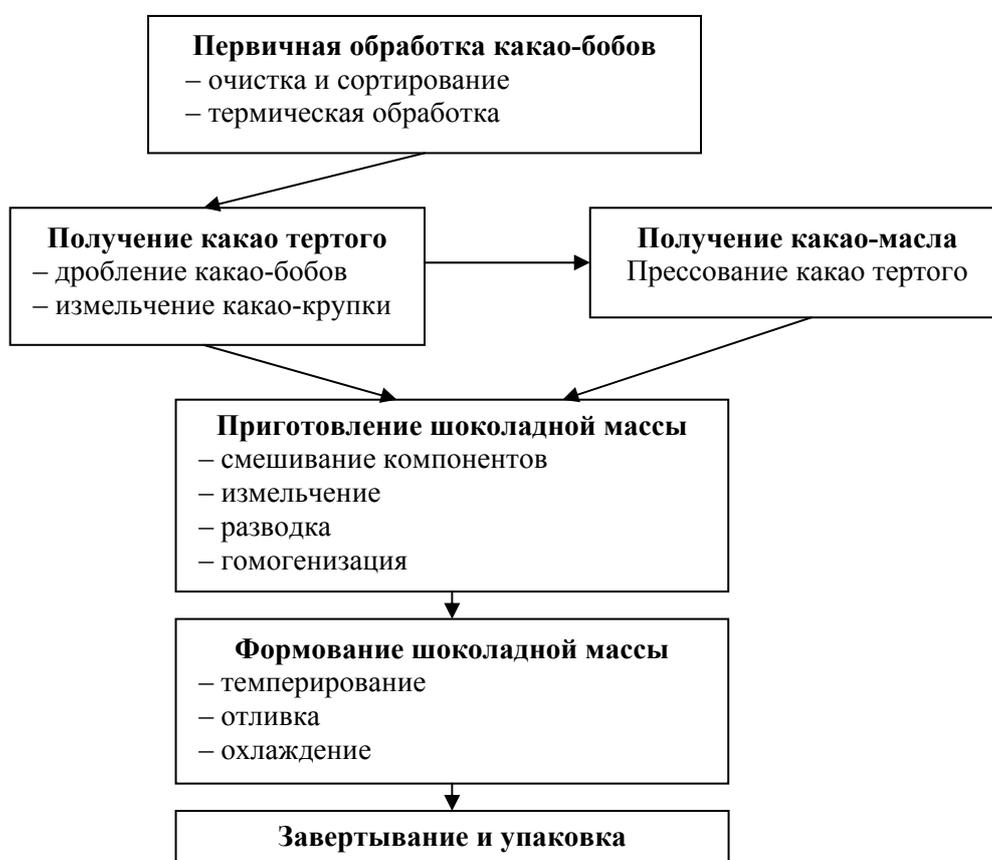


Рис. 28. Технологическая схема получения шоколада

Первичная обработка какао-бобов. Какао-бобы – семена плодов дерева какао, произрастающего в тропических областях Африки, Америки, на некоторых островах Индийского и Тихого океанов. Какао-бобы представляют собой зерна массой 1–2 г, состоящие из оболочки (какаовеллы), ядра и зародыша. Какаовелла состоит

из клетчатки и не представляет пищевой ценности. В состав какао-бобов входят, %: влага – 6, жир (какао-масло) – 48, белковые вещества – 12, теобромин и кофеин – 1,8, крахмал – 5, глюкоза – 1, дубильные вещества – 6, пектин – 2, клетчатка – 11, кислоты – 2, минеральные вещества – 3,2, красящие вещества – 2.

Какао-бобы очищают от примесей и сортируют по размерам. Тщательность сортирования бобов по размерам имеет большое значение, поскольку от размеров зависит режим тепловой обработки, на которую далее поступают какао-бобы.

В результате термической обработки какао-бобов достигаются следующие цели:

- удаляется влага, какао-бобы становятся хрупкими, какаоветла легко отделяется от ядра, а ядро легче дробится;
- улучшаются вкусовые свойства, и смягчается аромат за счет удаления части летучих кислот, уменьшения содержания дубильных веществ, образования веществ со специфическим ароматом;
- происходит стерилизация какао-бобов.

Температура какао-бобов при термической обработке не должна превышать 120°C.

Получение какао тертого и какао-масла. Дробление какао-бобов осуществляют на дробильно-сортировочных машинах, которые позволяют отделить какаоветлу и зародыш, ухудшающие вкус и пищевую ценность шоколада, и разделить полученную какао-крупку на несколько фракций размером от 8,0 до 0,75 мм. Крупные фракции используют для получения плиточного шоколада и какао-порошка, а мелкие – для приготовления начинок, конфетных масс и шоколадной глазури.

Далее какао-крупку измельчают до частиц размером не более 30 мкм и получают какао тертое. При измельчении разрушаются клеточные стенки, высвобождается какао-масло и образуется суспензия, в которой жидкой средой является какао-масло, а твердой – частицы клеточных стенок. При размоле температура массы увеличивается, какао-масло плавится, поэтому какао тертое представляет собой густую сметанообразную жидкость.

Какао тертое получают на машинах различных конструкций: ударно-штифтовых, валковых, шариковых мельницах.

Для предотвращения расслаивания какао тертого на жидкую и твердую фазы проводят темперирование – непрерывное перемешивание при температуре в интервале 85–90°C.

Какао-масло получают прессованием какао тертого на гидравлических прессах при температуре около 100°C и давлении 45–55 МПа.

При этом отжимается 44–47% масла от массы какао тертого. Какао-масло хранят при температуре 50–60°C.

Оставшаяся твердая масса называется какао-жмыхом. Он содержит 9–14% какао-масла и используется для получения какао-порошка.

Приготовление шоколадной массы. Основные компоненты шоколадной массы – какао тертое, какао-масло, сахар и предусмотренные рецептурой добавки.

Содержание жира в шоколадной массе должно находиться в пределах 32–36% для обеспечения текучести шоколадной массы при формовании. Следует учитывать, что жир вносится в виде какао-масла и содержится в какао тертом. Поэтому при увеличении в шоколадной массе доли какао тертого следует уменьшать количество какао-масла, и наоборот. В рецептуре белого шоколада какао тертое отсутствует.

Вкус шоколадной массы определяется соотношением между количеством сахара и количеством какао тертого, так называемым коэффициентом сладости P_c . В зависимости от величины этого коэффициента шоколад подразделяют на 5 групп: очень сладкий ($P_c > 2,0$), сладкий (P_c от 1,6 до 2,0), полусладкий (P_c от 1,4 до 1,6), полугорький (P_c от 1,0 до 1,2) и горький ($P_c < 1,0$).

Смешивание компонентов проводят периодическим или непрерывным способом при температуре 40–45°C. На этой стадии добавляют не все какао-масло, а столько, чтобы его содержание в массе находилось на уровне 26–29%. Остальное какао-масло вводят на стадии разводки.

Полученная масса содержит крупные частицы и имеет грубую консистенцию, поэтому ее подвергают измельчению путем растирания на пятивалковой мельнице. Основной рабочий орган мельницы – пять пустотелых отшлифованных валков, внутри которых циркулирует вода для охлаждения. Шоколадная масса перемещается снизу вверх и измельчается благодаря тому, что зазоры между валками уменьшаются и частота вращения валков от нижнего к верхнему возрастает.

Поскольку уменьшаются размеры частиц, увеличивается их общая поверхность, какао-масла становится недостаточно, чтобы смочить поверхность всех частиц, и масса из пластичной превращается в сыпучую, порошкообразную.

Для того чтобы шоколадная масса снова приобрела жидкую консистенцию, проводят разводку. В провальцованную шоколадную массу в условиях перемешивания на протяжении 3 ч при температуре 60–70°C вводят какао-масло. Затем в массу добавляют соевый фосфатидный концентрат (разжижитель) – поверхностно-активное вещество, которое способствует снижению вязкости шоколадной массы.

И, наконец, массу подвергают гомогенизации с целью равномерного распределения твердых частиц в какао-масле и снижения вязкости массы.

Все операции процесса получения шоколадных масс осуществляют на поточно-механизированных линиях, включающих необходимое оборудование.

При получении шоколадной массы для десертных сортов шоколада проводят конширование. Это длительное (24–72 ч) механическое и тепловое (55–60°C) воздействие, при котором протекают физико-химические процессы. На ход этих процессов благоприятно влияет аэрация, которой подвергается шоколадная масса при коншировании. В результате снижается влажность массы, масса становится более однородной, уменьшается ее вязкость. Окисление дубильных веществ, снижение содержания летучих кислот приводят к улучшению вкуса и аромата.

Формование шоколадной массы. Формование шоколада проводят путем отливки шоколадной массы в формы. При охлаждении какао-масло кристаллизуется, шоколад приобретает твердую консистенцию.

Какао-масло способно к полиморфным превращениям, т. е. при одном и том же химическом составе оно может находиться в четырех модификациях, обладающих разными физическими свойствами. Если охлаждение проведено неправильно, то нарушается гомогенность раствора триглицеридов и образуются крупные кристаллы жира на поверхности и внутри плиток шоколада. Поверхность приобретает сероватый оттенок, это один из главных дефектов шоколада – жировое «поседение».

Во избежание этого дефекта перед формованием шоколадную массу подвергают темперированию в строго определенных условиях: при тщательном перемешивании сначала быстро охлаждают до 33°C, а затем медленно до 31°C. В результате быстрого охлаждения в шоколадной массе формируются кристаллы, в которых триглицериды находятся в стабильной кристаллической форме. Они служат центрами кристаллизации всей массы при последующем охлаждении. Наиболее точно условия для правильного темперирования поддерживаются в автоматических темперующих машинах непрерывного действия.

Оттемперированная и профильтрованная шоколадная масса отливается в подогретые до температуры 30–32°C металлические формы, закрепленные на движущемся транспортере. Далее формы проходят вибротранспортер для равномерного распределения массы и удаления воздуха и поступают на охлаждение.

Охлаждающий шкаф имеет две зоны. В верхней зоне, где поддерживается температура около 8°C, происходит охлаждение и кристаллизация шоколадной массы. В нижней зоне (зона стабилизации) температура близка к температуре воздуха в цехе. Стабилизация необходима для предотвращения второго дефекта – сахарного «поседения» шоколада, который наблюдается, если холодные шоколадные плитки попадают в цех. На их поверхности происходит конденсация пара и растворение сахарозы. При испарении влаги сахароза кристаллизуется и покрывает поверхность плиток серым налетом.

Охлажденные шоколадные плитки несколько уменьшаются в объеме и хорошо извлекаются из форм при их перевертывании. Плитки по транспортеру направляются на завертывание, а формы вновь поступают на подогрев и отливку.

Шоколад с начинкой формуют на автоматах более сложной конструкции. После заполнения форм и обработки на вибротранспортере излишки массы удаляются путем опрокидывания форм. Затем формы возвращаются в первоначальное положение, охлаждаются и заполняются начинкой. Вновь проходят через охлаждающий шкаф, далее поступают под отливочный механизм для заполнения массой и образования доньшка.

Пористый шоколад получают путем обработки в вакууме десертных шоколадных масс. Мельчайшие пузырьки воздуха, находящиеся в шоколадной массе, расширяются, формируется пористая структура, которая закрепляется при охлаждении.

Для предохранения шоколада от влияния внешней среды, удлинения сроков хранения и придания ему привлекательного вида шоколад завертывают в художественную этикету.

Получение какао-порошка

Сырьем для получения какао-порошка является какао-жмых, который остается после прессования какао тертого.

Какао-жмых, имеющий после прессования форму дисков, сначала дробят на куски размером около 25 мм, охлаждают до температуры 35–40°C, а потом подают на измельчение. Далее частицы увлекаются потоком воздуха в охладитель, а затем в воздушный сепаратор, в котором отделяются крупные частицы и направляются на повторное измельчение. Фракция, содержащая мелкие частицы, направляется на фасовку.

Содержание влаги в какао-порошке должно быть не более 5%. Хранят какао-порошок в сухих помещениях при температуре не выше 18°C и относительной влажности воздуха не выше 75%.

Технология конфет

Ассортимент конфет насчитывает сотни наименований. Разнообразие конфет определяется, прежде всего, рецептурой конфетной массы, а также способом изготовления и отделки. Корпуса конфет могут быть изготовлены из двух и более конфетных масс (многослойные конфеты), конфеты бывают глазированные и неглазированные, обсыпные (покрытые шоколадной, ореховой или вафельной крошкой). В качестве корпусов конфет используют также цукаты, сухофрукты, орехи, заспиртованные ягоды, фрукты и т. д.

Технологический процесс изготовления конфет включает ряд стадий (рис. 29).

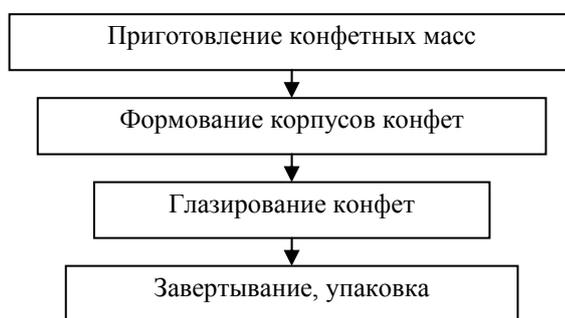


Рис. 29. Технологическая схема приготовления конфет

Приготовление конфетных масс. В зависимости от состава и способа приготовления различают несколько видов конфетных масс (рис. 30).

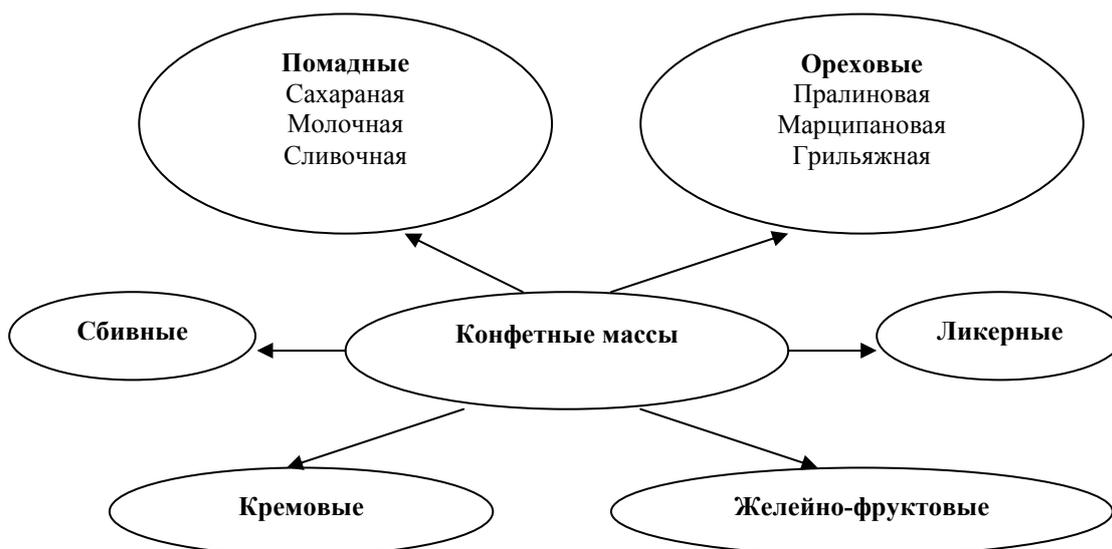


Рис. 30. Виды конфетных масс

Помадные массы. Помада представляет собой двухфазную дисперсную систему, в которой твердой фазой являются кристаллы сахарозы, а жидкой – насыщенный сахаро-патоchnый или молочно-сахаро-патоchnый сироп. Из сахарной помады получают конфеты «Рябинушка», «Ромашка», «Детям», «Пилот», «Молодежные», «Банан» и др., из молочной помады – «Коровка», «Школьные», «Старт» и др.

Приготовление помадных конфетных масс осуществляют в несколько стадий: приготовление помадного сиропа, получение помады, приготовление конфетной массы.

Помадный сироп получают на универсальной станции непрерывного приготовления конфетных масс. Основное оборудование этой станции: рецептурный смеситель, варочная колонна, помадосбивальная и темперирующая машины.

В рецептурный смеситель с помощью дозаторов подается сырье (сахарный сироп, патока, молоко для молочной помады), и при нагревании образуется жидкая смесь с содержанием влаги 16–18% (помадный сироп). В варочной колонне эта смесь уваривается до содержания влаги 10–14% и поступает в помадосбивальную машину. Там сироп непрерывно охлаждается и сбивается, таким образом получается помада. При охлаждении образуется пересыщенный раствор сахара, причем чем ниже температура сиропа, тем выше степень пересыщения, тем больше образуется центров кристаллизации, а значит, меньше размер кристаллов сахарозы. В помаде хорошего качества размер этих кристаллов не должен превышать 20 мкм. Интенсивность сбивания также оказывает влияние на размер кристаллов: чем она выше, тем больше образуется мелких кристаллов.

Для получения конфетных масс в сахарную помаду добавляют фруктово-ягодное сырье, какао-продукты, а в помады на основе молока – сливочное масло, тертые орехи, какао-продукты и др. Конфетную массу темперируют и при температуре, благоприятной для формования, подают в формующую машину.

Применяется и «холодный» способ приготовления помадных конфетных масс, когда при комнатной температуре смешивают мелкокристаллическую сахарную пудру с водой, патокой, инвертным сиропом и вкусовыми добавками.

Ореховые массы. Пралиновые конфетные массы (для конфет «Белорусские», «Арахисовые», «Маска», «Кара-кум», «Белочка» и др.) получают из обжаренных орехов и маслосодержащих семян с добавлением твердых жиров: какао-масла, сливочного масла, кондитерского жира. Эти конфеты имеют высокую энергетическую

ценность, обусловленную содержанием жиров, углеводов, белков. Жир орехов придает пралиновой массе пластичность, а вводимые твердые жиры обуславливают прочность готовых изделий.

Очищенные и обжаренные орехи измельчают и направляют на приготовление рецептурной смеси. Далее проводят измельчение и разводку рецептурной смеси для придания ей пластичности. В конце перемешивания вводят ароматизирующие и вкусовые добавки и направляют массу на формование.

Пралиновые массы готовят на поточно-механизированных линиях для приготовления шоколадных масс.

Для изготовления марципановых конфетных масс используют сырые или подсушенные ядра орехов, чаще всего миндаля. После подсушки и растирания миндаль смешивается с сахарной пудрой и другим сырьем и направляется на формование. Из-за отсутствия тепловой обработки марципановые массы имеют ограниченный срок хранения.

Грильяжные массы бывают твердые и мягкие.

Твердый грильяж («Грильяж в шоколаде», «Грильяж на арахисе») получают путем плавления сахара или уваривания сиропа с добавлением дробленых ядер орехов или масличных культур. Мягкий грильяж («Минский грильяж») представляет собой фруктовую массу, уваренную с ядрами орехов, масличными семенами или цукатами.

Сбивные массы. Сбивные массы получают сбиванием пенообразователя (яичный белок) с агаросахаропаточным сиропом. Примером конфет, полученных из сбивных масс, служат «Птичье молоко», «Суфле» и др.

При интенсивном перемешивании сиропа яичный белок адсорбируется в поверхностном слое и образует прочную пленку вокруг воздушных пузырьков. Агар при застудневании фиксирует структуру пены и обеспечивает ее прочность.

Пенообразную структуру можно получать двумя способами:

– интенсивное перемешивание сиропа, при котором захватывается воздух и равномерно распределяется по всему объему, длительность сбивания составляет 35–45 мин;

– пропускание воздуха через сироп под давлением, в этом случае продолжительность формирования пенообразной структуры значительно сокращается (2–4 мин).

В полученную пенообразную массу вносят вкусовые и ароматизирующие вещества. При изготовлении конфет «Птичье молоко» в сбитую массу постепенно вводят смешанное со сливочным маслом сгущенное молоко.

Ликерные массы. При изготовлении ликерных масс обязательно применяют алкогольные напитки: спирт, вино, коньяк, ликер и др.

Процесс приготовления конфет из ликерных масс включает следующие операции: получение ликерной массы, отливка корпусов в крахмальные формы, выстойка, выборка и очистка корпусов, глазирование, завертывание и упаковка.

Для получения ликерных масс уваривают сахарный сироп в открытых варочных котлах, охлаждают его до температуры 85–90°C, вносят алкогольные напитки и добавки. В зависимости от того, какие добавки вносят в насыщенный раствор сахарозы, различают три группы ликерных масс – винные, молочные (конфеты «Столичные») и фруктовые.

Полученные ликерные массы разливают в крахмальные формы, поверхность посыпают крахмалом и лотки направляют в сушильные камеры. Часть влаги передается крахмалу, в поверхностных слоях происходит кристаллизация сахарозы и формируется тонкий, достаточно прочный слой из кристаллов сахарозы. Процесс кристаллизации продолжается при хранении готовых конфет и может привести к полному засахариванию. Поэтому гарантийный срок хранения этих конфет небольшой (15–30 суток).

Кремовые массы. К кремовым конфетам относятся «Трюфели» и др. Кремовые массы получают сбиванием шоколадно-ореховых масс с жирами, молочным сиропом, вкусовыми и ароматизирующими добавками. За счет насыщения воздухом масса становится легче и нежнее на вкус. Например, при получении конфет «Трюфели» шоколадную массу перемешивают с какао-маслом, кокосовым и сливочным маслом при температуре 40–45°C, затем фильтруют, темперруют и сбивают.

Желейно-фруктовые массы. Конфеты, полученные из таких масс, имеют студнеобразную структуру («Южная ночь», «Желейные» и др.). Желейно-фруктовые массы делятся на три группы: фруктовые, которые изготавливают из фруктово-ягодного пюре, желейно-фруктовые, при изготовлении которых к фруктово-ягодному пюре добавляют агар или агариод, и желейные, изготавливаемые с использованием агара, агароида и крахмала.

Формование корпусов конфет. Существующие методы формования корпусов конфет (рис. 31) можно разделить на две группы. К первой группе относятся методы, позволяющие получить конфетный пласт (размазывание, прокатка) или конфетный жгут (прокатка, выпрессовывание), которые разрезают на отдельные изделия. Вторая группа методов (отливка, отсадка) предназначена для непосредственного получения отдельных изделий.

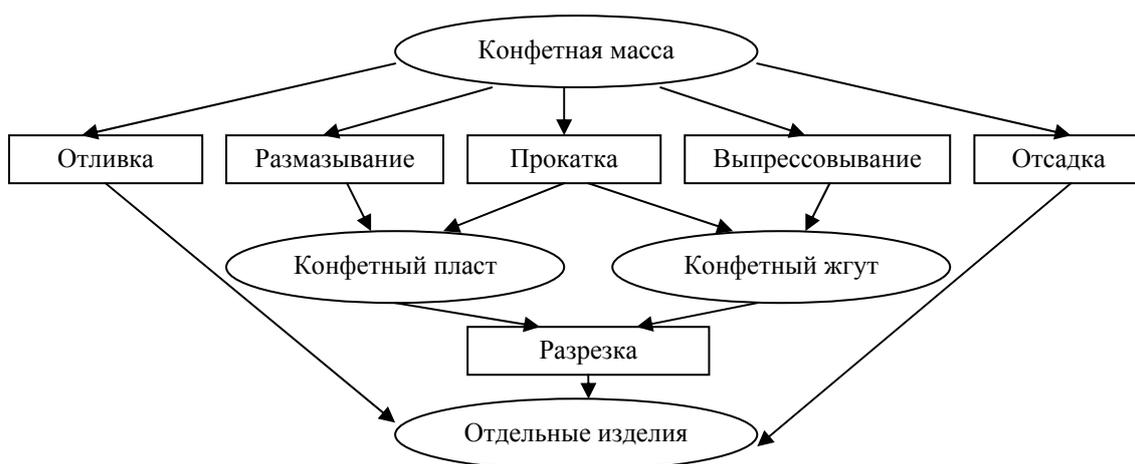


Рис. 31. Методы формования конфетных масс

Размазывание конфетных масс – наиболее щадящий метод для конфетных масс с непрочной структурой. Его применяют при формировании преимущественно сбивных и кремовых, т. е. пенообразных, конфетных масс. Основным рабочим органом размазного конвейера является движущаяся транспортерная лента, над которой установлены специальные формующие каретки без дна. Конфетная масса, находящаяся в каретке, при движении конвейера размазывается в виде пласта, наклонная пластина регулирует толщину этого пласта. После каретки над лентой конвейера установлен короб, куда подается холодный воздух для охлаждения конфетной массы. Кареток может быть несколько, тогда получают многослойные конфеты. Недостатками этого метода являются значительное количество возвратных отходов, недостаточно гладкая поверхность.

Прокаткой формируют корпуса из помадных, грильяжных, ореховых и других масс. При этом способе конфетный пласт формируется в результате прохождения массы между вращающимися валками.

При *выпрессовывании* конфетная масса выдавливается в виде жгутов через отверстия в матрицах определенного профиля. Процесс осуществляется с помощью шнеков, рифленых или шестеренчатых валов. Этот метод используют в основном при формировании пралиновых и помадных конфет.

Отсадку можно считать разновидностью метода выпрессовывания. В данном случае выдавливание массы осуществляется в вертикальной плоскости, причем сразу образуются отдельные изделия. В зависимости от формы насадки изделия могут иметь конусообразную или цилиндрическую форму. Отсадкой формируют кремовые, помадные, сбивные и ореховые массы.

Отливка – наиболее распространенный в настоящее время метод, им формуют помадные, фруктово-желейные, ликерные конфеты. Он позволяет получать изделия разной формы и пригоден для формования конфетных масс, содержащих твердые добавки (орехи, цукаты).

Отливка конфетных масс производится в формы, отштампованные в крахмале. Наиболее подходит рисовый или кукурузный крахмал, который не прилипает к штампу, легко удаляется с поверхности конфет, имеет высокую температуру клейстеризации. Крахмал используют многократно, но при этом его периодически просеивают, подсушивают и смешивают со свежим крахмалом, чтобы содержание сахара не превышало 5%.

Глазирование конфет. Глазирование заключается в покрытии корпусов конфет тонким слоем различных масс. Цели глазирования: предохранение от воздействия внешней среды, повышение пищевой ценности, улучшение вкуса, придание привлекательного внешнего вида.

Чаще всего используют шоколадные и жировые глазури.

Глазирование осуществляют на специальных высокопроизводительных машинах. Корпуса конфет подаются на движущуюся сетчатую ленту транспортера, над которой находится емкость для глазури. Глазурь вытекает из емкости через щелевидное отверстие в виде сплошной завесы и покрывает корпуса. Нижняя сторона корпусов глазируется с помощью валиков. Излишки глазури сдуваются воздухом. Глазированные конфеты далее поступают в охлаждающий шкаф, а затем на завертывание.

Завертывание, упаковка. Значительная часть конфет выпускается в завернутом или фасованном в коробки виде.

Конфеты завертывают в этикетку или фольгу, в этикетку с подверткой из парафинированной бумаги или фольги.

Упаковывают конфеты в короба из гофрированного картона, ящики.

Технология карамели

Карамельную массу получают увариванием сахарного сиропа с паточным или инвертным сиропом до содержания влаги 1,5–4,0%. Леденцовая карамель состоит только из карамельной массы, для карамели с начинкой используют различные кондитерские массы: фруктово-ягодную, ликерную, помадную, молочную, ореховую, шоколадную и др.

Технологический процесс приготовления карамели включает стадии приготовления сиропа и карамельной массы, приготовления начинок, формования карамели, защиты поверхности карамели и упаковки (рис. 32).

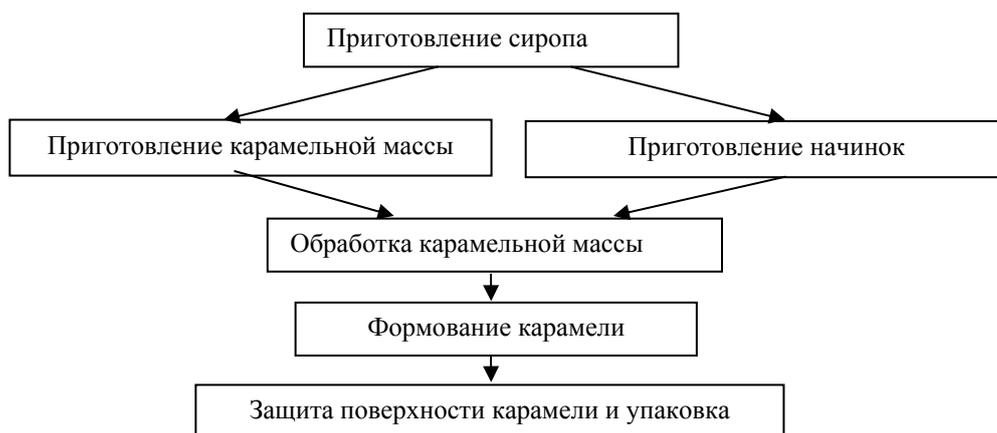


Рис. 32. Технологическая схема получения карамели

Приготовление сиропа. Карамельный сироп – это сахаропаточный или сахароинвертный раствор с содержанием влаги не выше 16% и редуцирующих сахаров не более 14%.

Патоку или инвертный сироп добавляют к сахарному сиропу в качестве антикристаллизаторов, что позволяет уварить такую смесь до содержания влаги 1–3% без кристаллизации сахаров. Замедление процесса кристаллизации можно объяснить следующими причинами:

- увеличение общего суммарного количества растворенных сахаров;
- повышение вязкости раствора благодаря содержащимся в патоке декстринам.

Для приготовления карамельных сиропов наиболее часто применяют поточно-механизированный способ. По нему сироп получают на универсальных сироповарочных станциях, включающих смеситель с паровой рубашкой, змеевиковую варочную колонку и фильтр. В смеситель непрерывно подается сырье (сахар-песок, патока или инвертный сироп и вода). Подачей пара в рубашку смесителя полученная кашицеобразная масса нагревается до температуры 65–70°C и закачивается насосом в змеевиковую варочную колонку, где происходит ее уваривание. Температура сиропа на выходе из колонки – 125–140°C. Длительность уваривания сиропа в змеевике колонки составляет 1,5 мин, поэтому сироп получается хорошего качества, без карамелизации сахаров. Пройдя через фильтр, сироп поступает на дальнейшее уваривание с целью получения карамельной массы.

В последнее время получил распространение такой способ приготовления карамельных сиропов, когда сахар растворяют в водно-паточной смеси под избыточным давлением, а затем сироп уваривают до необходимой концентрации сухих веществ.

Приготовление карамельной массы. Карамельную массу, содержащую 96–99% сухих веществ, получают увариванием карамельного сиропа.

Процесс уваривания ведут таким образом, чтобы свести к минимуму разложение сахаров. Для этого используют либо змеевиковые вакуум-аппараты, поскольку в вакууме снижается температура кипения, либо варочные аппараты пленочного типа, в которых продолжительность уваривания составляет всего 15–20 с.

Приготовление начинок. К начинкам для карамели предъявляется ряд требований:

- они не должны смешиваться с карамельной массой и растворять ее;
- в их составе не должно быть скоропортящихся жиров;
- для обеспечения стабильности начинок содержание сахара в них должно быть не ниже 70%;
- для предотвращения кристаллизации сахарозы в их состав должны входить патока или инвертный сироп;
- консистенция должна быть достаточно вязкой.

Фруктово-ягодные начинки получают увариванием плодовой мякоти с сахаром и патокой. Для получения ликерных начинок уваривают сахаро-паточный сироп и добавляют алкогольные напитки. Помадные начинки готовят путем сбивания с одновременным охлаждением сахаро-паточного сиропа, молочные – сахаро-паточно-молочного. Масляно-сахарные (прохладительные) начинки представляют собой смесь сахарной пудры с кокосовым маслом и кристаллической глюкозой. Замена части сахара глюкозой усиливает «охлаждающий» вкус. Шоколадно-ореховая начинка – это смесь растертых ореховых ядер, какао тертого, кокосового или какао-масла и сахарной пудры.

Начинки должны иметь строго определенную температуру, поэтому их выдерживают в терперирующих машинах.

Обработка карамельной массы. Перед формованием карамельная масса проходит ряд операций: охлаждение, введение добавок, обработка на проминальной или тянульной машине.

Готовую карамельную массу, выходящую из змеевиковой варочной колонки, подают на охлаждающую машину. Масса, охлажденная до температуры 80–90°C, выходит в виде тонкого пласта, она приобретает пластичные свойства. В процессе охлаждения в карамельную массу вводят красящие, ароматизирующие вещества, пищевые кислоты.

Далее карамельную массу направляют в проминальные машины, в которых карамельный пласт подвергается многократным перевертываниям и разминаниям. Благодаря этому, введенные добавки распределяются равномерно по всей массе, удаляются воздушные пузырьки и карамельная масса приобретает прозрачность.

Для получения непрозрачной карамельной массы ее обрабатывают на тянущей машине. В результате многократного вытягивания и складывания масса насыщается воздухом, теряет прозрачность и приобретает красивый шелковистый блеск. Плотность такой карамели уменьшается, структура становится волокнистой.

Формование карамели. Обработанная карамельная масса поступает в карамелеобкаточную машину, где с помощью шести вращающихся рифленых конических веретен массе придается форма усеченного конуса. При получении карамели с начинкой внутрь конуса по трубе непрерывно подается начинка. Карамельный конус постепенно вытягивается и выходит из машины в виде бесконечного жгута диаметром 50 мм.

Далее жгут проходит через калибрующее-вытягивающую машину, где с помощью трех пар роликов он вытягивается и его диаметр уменьшается до 14 мм. Каждая пара роликов образует отверстие, диаметр которого уменьшается по ходу движения жгута.

Для деления карамельного жгута на отдельные изделия наиболее распространены цепные машины. Две сближающиеся цепи могут просто разрезать жгут, получаются изделия типа подушечка, а могут быть штампуемыми, позволяющими формовать карамель разнообразной формы с рельефным рисунком на поверхности. После формования на этих машинах образуются цепочки карамелек, соединенных перемычками.

При прохождении всех этих машин карамельная масса должна быть пластичной, т. е. иметь температуру 70–80°C. Далее карамель переводят в твердое состояние путем охлаждения до температуры 35–45°C. Сначала на нее карамель обдувают охлажденным воздухом, затем она поступает в охлаждающие аппараты различных конструкций, причем при падении перемычки раскалываются и карамель разделяется. Карамельную крошку от разрушенных перемычек используют для приготовления инвертного сиропа.

Карамель получают на поточно-механизированных линиях, включающих все необходимое оборудование.

Защита поверхности карамели и упаковка. Карамель гигроскопична, поэтому для защиты поверхности ее обрабатывают различными способами либо завертывают. Поверхность карамели может покрываться слоем воско-жировой смеси (глянцевание) либо обсыпаться

сахаром-песком (дражирование). Обработанную таким образом карамель фасуют в мелкую тару. Завертывание осуществляют на автоматах и полуавтоматах различной конструкции. Завернутую и фасованную карамель упаковывают в короба из гофрированного картона, ящики.

Технология ириса. Ирис в республике производят ОАО «Коммунарка» и ОАО «Красный пищевик» (примерно по 850–950 т в год), немного меньше выпускает ОАО «Красный Мозырянин» и около 80 т – СП ОАО «Ивкон».

Отличительной особенностью ириса является высокое содержание молока или белоксодержащих продуктов (соя и др.). Ирис представляет собой массу, сваренную из сахара и патоки с молоком или белоксодержащими продуктами с добавлением жиров (сливочного масла, маргарина), с введением или без введения желатиновой массы. В качестве вкусовых добавок в ирисную массу вводят орехи (тертые или дробленые), фруктово-ягодные полуфабрикаты, мак, кофе, какао-продукты, масличные семена (кунжут, подсолнечник и др.).

В зависимости от технологии изготовления и структуры ирис подразделяют на пять основных видов:

– карамелеобразный – масса твердая, аморфной структуры, массовая доля сухих веществ – не менее 94%;

– тираженный полутвердый – масса аморфной структуры, с равномерно распределенными в ней мелкими кристаллами сахара, массовая доля сухих веществ – не менее 94%;

– тираженный мягкий – масса мягкая, с равномерно распределенными в ней мелкими кристаллами сахара, массовая доля сухих веществ – не менее 91%;

– полутвердый – масса вязкая, аморфной структуры, массовая доля сухих веществ – не менее 91%;

– тираженный тягучий – масса мягкая тягучая, содержащая желатин, с равномерным распределением мелких кристаллов сахара, массовая доля сухих веществ – не менее 90%.

Технология производства разных видов ириса имеет свои особенности, однако можно выделить следующие общие стадии: подготовка сырья, приготовление рецептурной смеси, приготовление ирисной массы, формование, завертывание и упаковка.

Подготовка сырья к производству не отличается от подготовки сырья при получении других видов кондитерских изделий. Если используют цельное молоко, то его предварительно уваривают с сахаром в вакуум-аппаратах до массовой доли сухих веществ 74–76%. Сухое молоко предварительно восстанавливают, растворяя его в теплой воде.

Наиболее прогрессивным способом *приготовления рецептурной смеси* является непрерывный. Все компоненты рецептуры (сахарный сироп, патока, сгущенное молоко, жир) дозируются из промежуточных емкостей в сборник с мешалкой, далее масса поступает в смеситель непрерывного действия. Затем смесь прокачивается через темперирующую машину, которая представляет собой две горизонтальные цилиндрические емкости, расположенные одна над другой. В верхней емкости смесь интенсивно перемешивается на протяжении нескольких минут, а в нижней она прогревается (томится) в течение 1 мин в тонком слое (10 мм) при температуре 110–115°C. Приготовленная смесь подается в промежуточный сборник, откуда поступает на уваривание.

Приготовление ирисной массы заключается в уваривании рецептурной смеси. При этом удаляется часть влаги и устанавливается необходимое для данного вида ириса содержание сухих веществ, значительно увеличивается вязкость массы. При высокой температуре протекает реакция меланоидинообразования, развиваются характерные вкус и аромат, масса темнеет. Если массу уваривают в вакууме, она получается менее окрашенной, однако характерный молочный вкус тоже развивается. При уваривании протекает частичный гидролиз сахарозы и денатурация белков.

При повышенной кислотности молока (более 17°Т) может происходить коагуляция белков – свертывание молока. Для предупреждения этого явления в рецептурную смесь вводят соли (гидрокарбонат натрия, карбонат аммония, кислые фосфаты).

При приготовлении ирисной массы, предназначенной для тиражных видов ириса, в которых сахар находится в кристаллическом состоянии, в уваренную горячую массу при перемешивании вводят до 7% отходов (обрезков) той же ирисной массы или сахарную пудру в количестве 0,5%. Кристаллы сахара в отходах и сахарной пудре являются центрами кристаллизации, в результате масса закристалливается (тиражится).

После введения вкусовых и ароматизирующих компонентов и перемешивания массу охлаждают до температуры 40–45°C на столах или в специальных формах при толщине пласта 20–27 мм.

Уваривание производят непрерывным или периодическим способом в открытых или вакуум-аппаратах.

Формование ирисной массы для карамелеобразного и полутвердого ириса начинается с карамелеобкаточной машины, в которой из бесформенной массы формируется непрерывный жгут круглого сечения. Далее он направляется в формующе-завертывающий агрегат, где

он прокатывается двумя парами специальных роликов и приобретает в сечении прямоугольную форму (12 × 10 мм), разрезается на отдельные изделия длиной 25 мм и завертывается.

При формовании тираженной ирисной массы ее прокатывают несколько раз между вращающимися валками, уменьшая зазор между ними, в результате чего получают пласт толщиной 11–12 мм. Пласт разрезают дисковыми ножами в двух взаимно перпендикулярных направлениях при температуре 30–35°С, оставляя неразрезанным слой толщиной 1 мм. После охлаждения пласт легко ломается по месту разреза на отдельные изделия.

Отформованный ирис подают на фасовку и упаковку.

Технология драже

Основным производителем драже в республике является ОАО «Красный пищевик» (около 950 т в год), ОАО «Коммунарка» выпускает чуть более 150 т, и небольшое количество драже (около 70 т) получают на ОАО «Конфа».

Драже – гладко отполированные кондитерские изделия округлой формы, небольших размеров. Драже состоит из корпуса и покрытия. В зависимости от вида корпуса различают драже сахарное, жележное, ликерное, ядровое (ореховое), заспиртованные и сушеные ягоды. Изготавливают драже с карамельным корпусом и различными начинками. Драже также подразделяют по виду покрытия: покрытое мелкой сахарной пудрой, сахарной пудрой с добавками, шоколадной глазурью, хрустящей сахарной корочкой и др.

Технологический процесс получения драже включает стадии подготовки сырья и формовочного материала, приготовления корпусов, дражирования, глянцеваания, фасовки и упаковки (рис. 33).

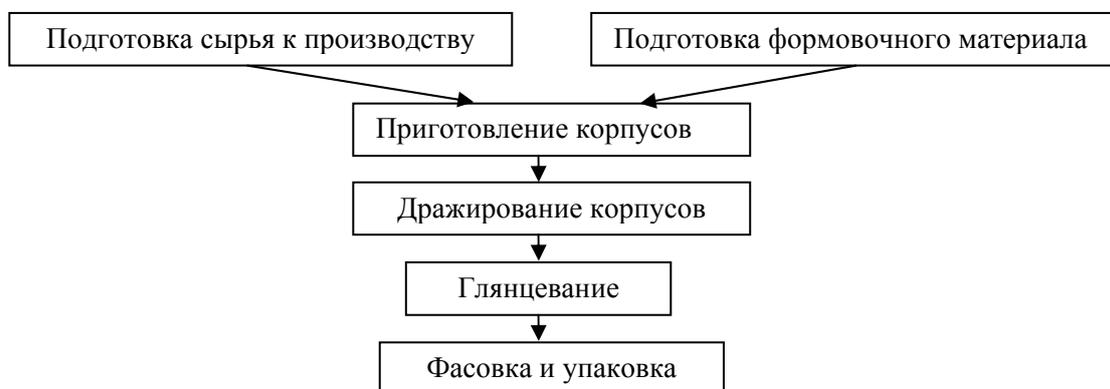


Рис. 33. Технологическая схема получения драже

В качестве сырья при получении драже используют сахар, патоку, фруктово-ягодное пюре, молоко, орехи, применяют также различные добавки: мед, жиры, какао-порошок, пищевые кислоты, красители, эссенции, растительные масла и др. Формовочным материалом служит крахмал. Для глянцеваия поверхности используют парафин, пчелиный воск. Подготовка сырья к производству такая же, как и при получении других видов кондитерских изделий.

Лучшим формовочным материалом считается кукурузный крахмал, используют смеси равных частей кукурузного и картофельного крахмала, допускается добавление 5–10% пшеничной муки. После каждой отливки корпусов крахмал просеивают и периодически подсушивают при температуре 60–65°C до влажности 6–7%. Лотки заполняют крахмалом, выравнивают поверхность и штампующим устройством отштамповывают ячейки для драже. Эти операции осуществляют вручную или в конфетоотливочной машине.

Приготовление корпусов. Наиболее просто изготавливается корпус для *сахарного* драже (драже с неотделяемым корпусом). Просеивают крупнокристаллический сахар и крупные кристаллы используют в качестве корпусов. В дражировочном котле эти кристаллы несколько раз обрабатывают поливочным сиропом и сахарной пудрой. Поливочный сироп – сахаро-паточный сироп, который служит для увлажнения поверхности с целью удержания на ней сахарной пудры. Обработку кристаллов продолжают до тех пор, пока масса корпусов не достигнет 25–30 г. Последние 3–4 раза корпуса поливают окрашенным сиропом. Корпуса подсушивают и подают на дражирование.

Ликерные корпуса получают из уваренного до влажности 17–18% ликерного сиропа (охлажденный сахарный сироп, в который добавлены алкогольные напитки). Ликерный сироп отливают в отштампованные в формовочном материале лунки и выдерживают для образования на поверхности корпусов сахарной корочки. Для образования равномерной корочки отлитые корпуса сверху засеивают формовочным материалом. Чтобы сформировалась достаточно прочная корочка, длительность выстаивания должна составлять 8–10 ч при температуре 23–25°C и влажности воздуха не более 55%. После освобождения от крахмала корпуса дополнительно выстаиваются 2–3 ч.

Помадные корпуса получают при отливке помадной массы – сбитого в помадосбивальной машине уваренного сахаро-паточного сиропа со вкусовыми и ароматизирующими добавками.

Желейно-фруктовые корпуса – это уваренная с сахаром и патокой фруктовая масса с добавлением или без добавления желирующих веществ и эссенций.

Фруктово-ягодные корпуса получают из заспиртованных ягод (вишни, черешни, черной смородины и др.), квадратиков апельсиновых и лимонных цукатов, изюма. Пропитанные сахаро-спиртовым раствором ягоды, цукаты, изюм загружают в дражировочный котел, обсыпают сахарной пудрой, дражируют в течение 2–3 мин, подсушивают для образования сахарной корочки и направляют на дальнейшее дражирование.

Ядра орехов (миндаль, арахис, кешью, фундук и др.) представляют собой готовые корпуса для *орехового* драже. Их очищают от примесей, обжаривают (или сушат горячим воздухом) до содержания влаги 3%, просеивают и подают на дражирование. Корпуса готовят также из заварной марципановой массы, которую формуют раскаткой и затем режут, либо выпрессовывают из массы.

Дражирование – это процесс покрытия корпусов оболочкой во вращающихся котлах.

Существуют горячий и холодный способы дражирования. При горячем способе образование сахарной корочки на корпусах происходит за счет кристаллизации поливочного сиропа (без патоки) при воздействии воздуха, подаваемого в дражировочный котел. Более распространен холодный способ, когда корпуса смачиваются поливочным раствором, содержащим патоку, а затем вносится сахарная пудра, которая прилипает к увлажненной поверхности и образует слой корочки.

Обычно драже с мягкими корпусами дражируют в три стадии:

- на первой стадии (первой обтяжке) за счет образующейся сахарной корочки корпуса приобретают прочность;
- вторая стадия (вторая обтяжка) необходима для еще большего увеличения прочности сахарной корочки и сглаживания поверхности;
- третья стадия (отделка) предназначена для создания ровной, гладкой и равномерно окрашенной поверхности драже. На этой стадии полуфабрикат доводится до изделия нужного размера.

Глянцевание применяют для придания драже красивого вида и стойкости при хранении. Глянцевание проводят путем нанесения на увлажненную сахарным сиропом поверхность драже глянца, представляющего собой смесь пищевого парафина, пчелиного воска и растительного масла. Воск придает поверхности блеск, парафин – влагонепроницаемость, растительное масло служит для растворения воска и парафина.

Глянцевание проводят в тех же котлах, что и дражирование. Когда глянец покроет изделия равномерным слоем, в котел добавляют

талък. Он ускоряет появление блеска, длительность глянцевого составляет 25–30 мин.

Отглянцованное драже подают на фасовку и упаковку.

Технология халвы

Халву готовят путем перемешивания белковой массы, полученной из обжаренных измельченных ядер масличных семян или орехов, с карамельной массой, сбитой с пенообразующим веществом, которое придает халве слоисто-волоконистую структуру. Обжаривание ядер способствует приобретению ими специфического вкуса и аромата.

В зависимости от вида маслосодержащих семян или орехов халву подразделяют на подсолнечную, соевую, арахисовую и тахинную (из семян кунжута).

Основным производителем халвы в республике является ОАО «Красный пищевик», выпускающий ежегодно более 4,5 тыс. т.

Технологический процесс получения халвы включает стадии подготовки белковой и карамельной масс, приготовления экстракта мыльного корня и сбивания карамельной массы с этим экстрактом, вымешивания халвы, фасования и упаковывания (рис. 34).

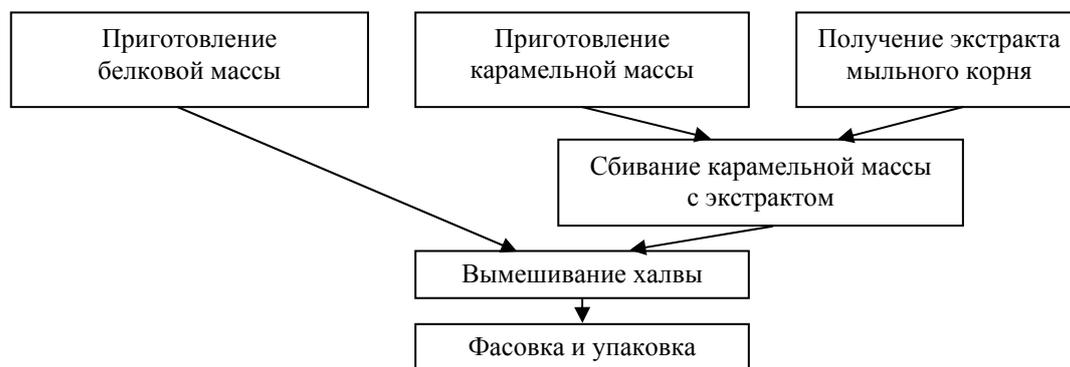


Рис. 34. Технологическая схема получения халвы

Приготовление белковой массы. Для приготовления подсолнечной массы очищенные и подсушенные семена обрушивают, отделяют ядра от оболочек на семеновейках, промывают ядра от остатков оболочек водой, подсушивают, обжаривают и измельчают.

В семенах кунжута оболочка плотно прилегает к ядру. Для повышения эластичности оболочки семена кунжута замачивают в воде с температурой 40–50°C в течение 1–3 ч. Затем проводят обрушивание на специальных машинах, где оболочка отделяется от семян за счет трения о стенки корпуса машины и взаимного трения семян.

Отделяют оболочку в соляном растворе (солонуре), в котором она тонет, а ядро всплывает. Далее ядра промывают водой, воду удаляют центрифугированием, ядра обжаривают и измельчают.

Арахисовую массу получают обжариванием ядер, удалением пленки и измельчением.

Приготовление карамельной массы. Карамельная масса для халвы должна иметь повышенную стойкость против кристаллизации, долго сохранять пластичность, не затвердевать. Такие свойства карамельной массе придает повышенное содержание патоки в сиропе (на 1 часть сахара добавляют 1,5–2,0 части патоки). Уваривают сироп в вакуум-аппаратах до содержания сухих веществ 94–95%. Пониженное содержание сухих веществ облегчает сбивание халвы с пенообразователем и последующее вымешивание.

Получение экстракта мыльного корня. В качестве пенообразователя используют отвар мыльного корня (корень растения мыльнянки), содержащий до 5% сапонина. Сапонин – гликозид, обладающий поверхностно-активными свойствами. Отвар получают из промытых нарезанных корней путем 3–4-кратного отваривания. Собранные отвары далее уваривают до экстракта плотностью 1050 кг/м³.

Сбивание карамельной массы с экстрактом проводят в закрытых варочных котлах при температуре 105–110°C в течение 15–20 мин. Количество экстракта мыльного корня составляет 2% от массы.

Вымешивание халвы. Доля белковой массы в смеси составляет 55–60%, сбитой карамельной массы – 40–45%, в смесь добавляют вкусовые и ароматизирующие вещества. Цель вымешивания – равномерное распределение белковой и карамельной масс и формирование слоисто-волокнутой структуры. Это достигается путем вытягивания карамельной массы с образованием волокон, между которыми распределяется белковая масса. Вымешанная халва имеет температуру 60–65°C, при такой температуре ее и направляют на фасовку или формование. Некоторые виды халвы глазируют шоколадом.

Фасовка и упаковка. Халву фасуют в мелкую тару и упаковывают в ящики из гофрированного картона или фанеры.

Технология мармелада и пастилы

Мармелад по структуре является студнем, и в зависимости от студнеобразующей основы различают мармелад фруктово-ягодный, жележный и фруктово-жележный. По способу формования мармелад бывает формовой, резной, фигурный и пластовой.

Пастила и зефир по структуре представляют собой пены. Различают пастилу клеевую, в которой роль студнеобразователя выполняет агар или пектин, и заварную, в которой в качестве студнеобразующей основы применяют фруктово-ягодную мармеладную массу. Клеевая пастила подразделяется на резную (пастила прямоугольного сечения) и отливную (зефир). Заварная пастила также может быть резной и пластовой (пласт, рулет, батон).

Зефир и мармеладные изделия являются основной продукцией ОАО «Красный пищевик», который выпускает около 5,5 тыс. т зефира и более 3 тыс. т мармелада в год, ОАО «Красный Мозырянин» производит соответственно около 2,5 и 0,6 тыс. т. Примерно 0,5 тыс. т зефира ежегодно выпускает ОАО «Конфа».

Основной процесс в производстве мармеладно-пастильных изделий – студнеобразование. В качестве студнеобразователей используют пектиновые вещества, агар и агароподобные вещества (агароид и др.). Все эти вещества – полисахариды сложного строения. Пектиновые вещества содержатся в растительных тканях, особенно в плодах, ягодах, корнеплодах. Агар и агароид получают из морских водорослей. Студнеобразующие вещества растворяются в горячей воде, образуя вязкий коллоидный раствор, при охлаждении которого формируется студень.

Оптимальные условия для образования прочного студня из пектиновых веществ и агара различны. Образование студня из раствора пектина происходит при соблюдении следующих условий: концентрация пектина – 0,8–1,2%, сахара – 60%, значение рН раствора – 2,8–3,2. Сахар вследствие высокой дегидратирующей способности уменьшает растворимость пектина. Наличие кислот при низких значениях рН способствует образованию межмолекулярных водородных связей, что повышает прочность студня. Агар образует прочные студни при концентрации 0,3–1,0%, агароид – 0,8–3,0%. Присутствие сахара не обязательно, он играет только роль вкусовой добавки. Присутствие кислот нежелательно, поскольку приводит к гидролизу агара и агароида.

Получение фруктово-ягодного мармелада. Технологическая схема представлена на рис. 35.

Различные партии яблочного пюре купажируют с целью получения однородной по составу массы с оптимальными свойствами: студнеобразующей способностью, кислотностью, цветностью. Полученную смесь протирают через сита.

Рецептурная смесь включает яблочное пюре, ягодное пюре (при изготовлении ягодных видов мармелада), сахар-песок и патоку. Соотношения яблочного пюре и сахара равно 1 : 1. В рецептурную

смесь вводят соли-модификаторы (буферные соли): лактат натрия или динатрийфосфат, количество солей зависит от кислотности пюре. Присутствие этих солей приводит к снижению вязкости, скорости и температуры застудневания мармеладной массы. Это позволяет уваривать массу до более высокого содержания сухих веществ, что сокращает процесс сушки.

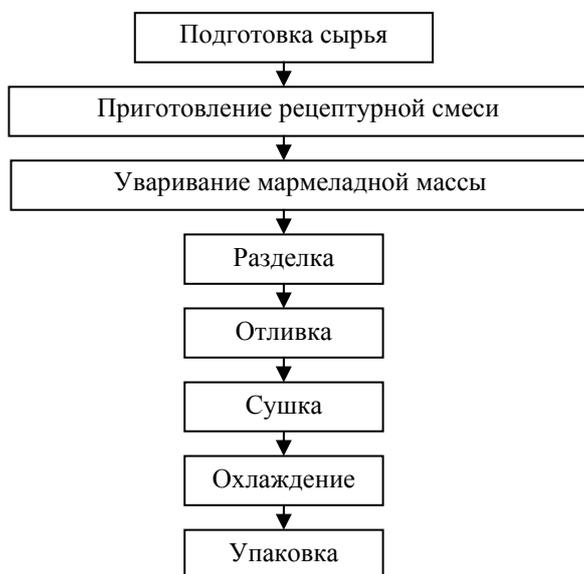


Рис. 35. Технологическая схема получения фруктово-ягодного мармелада

Рецептурную смесь готовят в смесителях, после чего ее уваривают в вакуум-аппаратах до содержания сухих веществ 68–74%.

Разделка уваренной массы заключается в охлаждении ее до температуры на 5–7°С выше температуры студнеобразования, которая определяется экспериментально, добавлении вкусовых и ароматизирующих добавок, красителей и тщательном перемешивании. Далее масса подается на отливку.

На мармеладоотливочных машинах мармеладная масса разлива­ется в формы, которые встряхиваются для равномерного распре­деления массы, затем проводится выстаивание в течение 20–45 мин при температуре 15–25°С для протекания процесса студнеобразова­ния. Мармеладная масса при охлаждении не уменьшается в объеме, кроме того, она прилипает к материалу форм, поэтому выборка мар­мелада из форм производится путем выталкивания сжатым воздухом через отверстия в дне форм.

Извлеченный из форм мармелад имеет липкую влажную поверх­ность, поэтому он направляется на сушку. На этой стадии изготовления

на поверхности мармелада выкристаллизовывается часть сахарозы с образованием мелкокристаллической корки. Она предохраняет мармелад от намокания и придает ему привлекательный внешний вид. Однако преждевременное образование такой корки сдерживает влагоотдачу. Поэтому сушку ведут при таких режимах, чтобы скорость удаления влаги превышала скорость кристаллизации. Мармелад сушат в несколько стадий, на которых поддерживают разные температурные режимы.

Высушенный мармелад имеет температуру около 60°C , его охлаждают в специальных камерах или в помещении цеха.

Охлажденный мармелад упаковывают в коробки или лотки, а затем в ящики.

Получение желейного мармелада. Стадии получения желейного мармелада представлены на рис. 36.

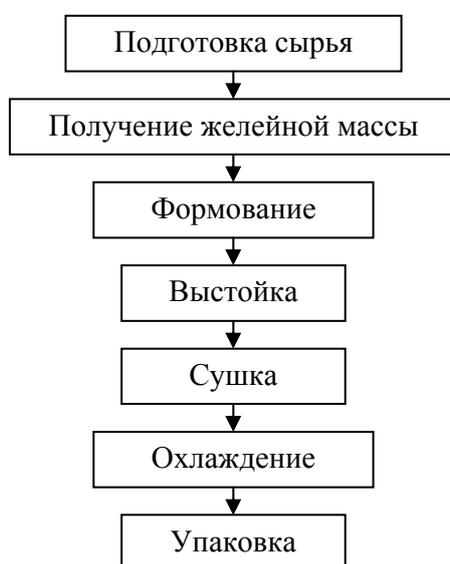


Рис. 36. Технологическая схема получения желейного мармелада

Агар промывают в холодной проточной воде в течение 1–3 ч для набухания, затем его растворяют при нагревании, в раствор вносят сахар-песок и патоку. Для получения прочного студня в состав рецептурной смеси должно входить 0,8–1,0% агара (или 2,5–3,0% агароида, или 1,0–1,5% пектина), 50–65% сахара, 20–25% воды, 1,0–1,5% пищевых кислот. Для имитации вкуса, цвета и аромата натуральных фруктов вносят эссенции, красители.

Полученный агаросахаропаточный сироп уваривают до содержания сухих веществ 73–74% и получают желейную массу, которую охлаждают в темперирующих машинах до температуры $50\text{--}60^{\circ}\text{C}$.

Формование желейной массы проводят различными способами, и в зависимости от этого получают мармелад формовой, резной («лимонные и апельсиновые дольки», трехлопный), фигурный. После отливки мармеладной массы в металлические формы для протекания процесса студнеобразования ее выдерживают в течение 10–90 мин (в зависимости от вида студнеобразователя). Для облегчения выборки мармелада их форм поверхность отформованных изделий подогревают.

Для подсушки поверхности изделий проводят выстойку желейного мармелада, после чего его обсыпают со всех сторон сахаром-песком и направляют на сушку.

Мармелад, приготовленный на агаре, сушат при температуре 50–55°C, а на агароиде – при температуре 38–40°C во избежание размягчения, поскольку желирующая способность агароида ниже. Продолжительность сушки составляет 6–8 ч, влажность желейного мармелада должна быть не более 13%.

Высушенный мармелад охлаждают и упаковывают.

Получение пастилы. Пастилу вырабатывают путем сбивания смеси фруктового пюре с сахаром-песком и яичным белком. Для закрепления пенообразной структуры в сбитую массу добавляют горячий агаросахаропаточный сироп (клеевая пастила) или горячую фруктово-ягодную мармеладную массу (заварная пастила).

Технологический процесс получения пастилы включает ряд операций (рис. 37).

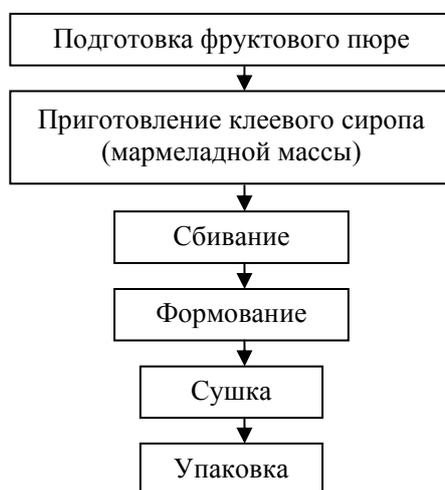


Рис. 37. Технологическая схема получения пастилы

Яблочное пюре должно иметь высокую студнеобразующую способность. Его уваривают под вакуумом до влажности не более 88%,

купажируют различные партии пюре для получения однородной массы. Уплотненное пюре смешивают с сахаром-песком в соотношении 1 : 1.

Приготовление агаросахаропаточного сиропа включает набухание агара, его растворение при нагревании, введение в раствор сахара-песка и патоки. Уваривают сироп до содержания сухих веществ около 79%.

Смешивание компонентов и сбивание смеси происходит в сбивальном агрегате. Он состоит из четырех цилиндров, расположенных горизонтально друг над другом. Внутри каждого цилиндра проходит горизонтальный вал с лопастями, с помощью которых происходит смешивание компонентов и сбивание массы.

В верхний цилиндр подается яблочное пюре и сахар-песок, они смешиваются, происходит растворение сахара, смесь стекает в следующий цилиндр. Во второй цилиндр непрерывно дозируется яичный белок, происходит сбивание массы, которое продолжается в третьем цилиндре. Масса насыщается воздухом, ее объем увеличивается почти в 2 раза. В четвертом цилиндре сбитая масса смешивается с уваренным агаросахаропаточным сиропом (мармеладной массой) и вкусовыми, ароматизирующими, красящими добавками.

Готовая пастильная масса, имеющая температуру около 40°C, самотеком поступает в формующую машину, где она в виде пласта выливается на движущуюся ленту транспортера, снабженную боковыми ограничителями. Отформованный пласт проходит зону охлаждения, где происходит процесс студнеобразования, масса приобретает прочность, эластичность. Далее масса поступает в камеру с инфракрасным обогревом, где происходит подсушка и образование мелкокристаллической корочки, проходит зоны охлаждения воздухом и покрытия слоем сахарной пудры. На режущих машинах пласт разрезается на бруски размером 70 × 21 × 20 мм.

Готовые изделия поступают на сушку. Применяют двухстадийную сушку с различными режимами. На первой стадии температура воздуха 40–45°C, относительная влажность – 40–45%, на второй температура воздуха – 50–55°C, относительная влажность – 20–25%. Продолжительность первой стадии – 2,5–3,0 ч, второй – 2 ч. Пастилу высушивают до влажности 17–19%, охлаждают, посыпают сахарной пудрой и подают на фасовку и упаковку.

Получение зефира. Зефир – это вид клеевой пастилы, отличающийся тем, что в рецептуре зефирной массы меньше яблочного пюре и больше агара, масса имеет большую вязкость. Агаросахаропаточный сироп уваривают до содержания сухих веществ 84–85%. Кроме того, яичного белка вносят в три раза больше, чем при получении пастильной

массы, и массу сбивают до меньшей плотности. Сбивание проводят под избыточным давлением, что сокращает продолжительность этого процесса.

Формование зефира проводят на зефиrootсадной машине путем выдавливания массы через металлический наконечник в вертикальной плоскости. Вязкая масса сохраняет приданную форму, не растекается. Отформованные полусферы проходят выстойку в течение 5 ч в специальной камере или в помещении цеха. Далее зефир подсушивают до содержания сухих веществ 77–80%, при этом на поверхности образуется мелкокристаллическая сахарная корочка. Половинки зефира посыпают сахарной пудрой и вручную склеивают попарно нижними, не имеющими корочки поверхностями.

Готовый зефир подсушивают до содержания сухих веществ 80–84% и подают на упаковку.

Получение восточных сладостей

К восточным сладостям относят большую группу кондитерских изделий, распространенных в странах Ближнего и Среднего Востока. Кроме обычных для изготовления кондитерских изделий видов сырья (сахара, патоки, муки пшеничной, фруктово-ягодных заготовок, молока), при изготовлении восточных сладостей широко используют крахмал (кукурузный, картофельный, маисовый), орехи, мед, агар, пектин, пряности, коньяк и другое сырье.

Восточные сладости, весьма разнообразные по составу и вкусу, можно разделить на следующие группы:

- изделия типа карамели;
- изделия типа мягких конфет;
- мучные изделия.

Одним из самых известных восточных сладостей является рахат-лукум, представляющий собой изделие типа мягких конфет.

Рахат-лукум начали изготавливать более 400 лет назад сначала как особое лакомство при дворе падишаха, позднее лукум стал традиционным лакомством Востока. В Европе лукум появился в середине XVII в. В настоящее время его производят в Болгарии, Армении, Турции, Ливане, причем в технологии преобладает ручной труд.

Технологический процесс получения лукума включает приготовление желеобразной массы, уваривание смеси, выстойку, резку, фасовку, упаковку.

Для получения желеобразной массы в кипящий сахарный раствор при перемешивании добавляют кислоту (винную, лимонную), а затем

крахмал, смешанный с водой в соотношении 1 : 4. Смесь уваривают до влажности 17–19%, добавляют предусмотренные рецептурой наполнители (отвар мыльного корня, яйца), вкусовые и ароматизирующие добавки.

Уваренную массу выгружают в лотки, посыпанные слоем крахмала и разравнивают до толщины пласта 2–3 см. Выстойка с целью желирования продолжается 20–24 ч.

Далее пласты обильно посыпают сахарной пудрой или кокосовой стружкой, что предотвращает прилипание массы к ножам, и разрезают на прямоугольные кусочки.

Готовый рахат-лукум в вибролотках отделяют от сахарной пудры, расфасовывают в коробки и упаковывают в ящики.

Технология мучных кондитерских изделий

Ассортимент мучных кондитерских изделий очень богат. Разнообразие этих изделий определяется рецептурой, технологией получения, отделки, вводимыми добавками (изюм, корица, курага, чернослив, ванилин, мак и др.). Выделяют следующие группы кондитерских изделий:

- печенье – сахарное, затяжное, сдобное, овсяное;
- пряники – сырцовые, заварные;
- галеты (фр. *galette* – сухое печенье из пресного содового теста) и крекер (англ. *cracker* – пористое хрупкое печенье, приготовленное из пшеничной муки и жира на дрожжах);
- вафли;
- кексы, торты, пирожные, рулеты.

Мучные кондитерские изделия имеют высокую энергетическую ценность, обусловленную содержанием легкоусвояемых углеводов, жиров и белков. Они имеют низкую влажность, поэтому могут храниться длительное время.

Основными производителями мучных кондитерских изделий в республике являются СП ОАО «Спартак» (более 14,5 тыс. т мучных изделий в год) и ОАО «Кондитерская фабрика "Слодыч"» (около 9,5 тыс. т). Кроме того, мучные кондитерские изделия (пряники, овсяное печенье, кексы, торты, пирожные, рулеты и др.) вырабатывают на хлебозаводах.

Технология печенья, галет, крекера. Технологический процесс приготовления печенья, галет и крекера имеет общие стадии: подготовка сырья, замес теста, формование, выпечка, охлаждение и упаковка. Однако каждый вид изделий имеет свои особенности приготовления.

Основное сырье в производстве мучных кондитерских изделий – мука высшего, I и II сортов. Отдельные партии муки смешивают в различных соотношениях для получения муки оптимального качества для выпускаемого вида изделий. В рецептуру могут входить крахмал, соевая, кукурузная мука и др. Все сыпучее сырье просеивают для удаления примесей и подвергают магнитной очистке от металлопримесей. Жидкое сырье (молоко цельное и сгущенное, патоку, расплавленные жиры, инвертный сироп и др.) пропускают через сита.

Тесто для разных видов изделий различается способом приготовления, составом, условиями замеса, применяемым оборудованием для его приготовления.

Сахарное печенье отличается хорошей пористостью, набухаемостью, высокой хрупкостью. Его изготавливают из высокопластичного теста, поэтому в рецептуру вводят большое количество сахара и жира, которые ограничивают набухание белков. Кроме того, набухание белков сдерживается пониженным содержанием влаги в тесте, невысокой температурой и непродолжительным замесом.

Затяжное печенье характеризуется наличием слоистости, хрупкость и набухаемость у него ниже, чем у сахарного. Тесто для затяжного печенья должно быть упругопластичным, и этого добиваются, создавая условия для набухания белков: в тесто вносят меньшее количество сахара и жира, замешивают тесто при большей влажности, повышенной температуре и более длительное время.

Сдобное печенье (ореховое, песочное, сбивное) вырабатывают из нескольких видов теста, в рецептуре этого печенья большое количество сахара, жира, яйцепродуктов.

Овсяное печенье вырабатывают из смеси пшеничной и овсяной муки, доля овсяной муки в смеси составляет около 40%.

Используют тестомесильные машины различных типов, работающие периодически или непрерывно.

При периодическом способе замеса имеет значение последовательность загрузки компонентов рецептурной смеси. Сначала вводят сахар-песок, соль, расплавленный жир, сгущенное молоко, яйца, патоку, инвертный сироп, воду или молоко, содержимое тщательно перемешивают, добавляют химические разрыхлители (сода) и в последнюю очередь вносят муку и крахмал.

При использовании агрегатов непрерывного действия тесто готовят смешиванием предварительно полученной эмульсии с мукой и крахмалом. Для равномерного диспергирования жира в воде применяют эмульгирующие вещества – лецитин яичного белка, казеин

молока, фосфатидные концентраты. Тесто, приготовленное на эмульсии, имеет более однородную консистенцию и лучше формируется.

Галеты и *крекер* традиционно получают из дрожжевого теста. Вначале из 10–25% положенной по рецептуре муки и всех дрожжей замешивают опару с содержанием влаги 52–60%, сбраживают ее при температуре 32–35°C в течение 1 ч для галет и до 10 ч для крекера. По окончании брожения опары на ней замешивают тесто с содержанием влаги 31–36% для галет и 26–31% для крекера.

Способы формования разных видов печенья, галет и крекера различны, они определяются свойствами теста.

Сахарное печенье формируют на ротационных машинах. На поверхности формирующего ротора выгравированы углубления (формы с рисунком). При вращении ротора тесто впрессовывается в углубления с помощью рифленого вала, который вращается навстречу ротору, избыток теста счищается с поверхности ножом. К ротору прижимается транспортерная лента, которая извлекает отформованные заготовки и подает их на выпечку.

Тесто для *затяжного* печенья, *галет* и *крекера* перед формованием проходит подготовку на специальном агрегате – ламинаторе. Оно многократно пропускает между двумя гладкими вращающимися валами, вследствие чего превращается в пласт определенной толщины. Пласт периодически переворачивается на 90° по отношению к направлению предыдущей прокатки. Прокатки чередуются с вылеживанием. Чем ниже сорт муки, тем меньше требуется число прокаток и менее длительное вылеживание. После последней прокатки пласт теста имеет толщину 10–12 мм.

В результате такой обработки тесто приобретает слоистую структуру, уменьшаются упругоэластичные и повышаются пластичные свойства теста, снижается вязкость. Готовые изделия в результате такой обработки получаются хрупкими, с высокой набухаемостью, хорошими вкусовыми свойствами.

Обработанное тесто поступает на формование. Применяют штамповочные механизмы или ротационные машины, но в любом случае из пласта теста с помощью матриц вырезаются тестовые заготовки. Внутри матриц имеются пуансоны в виде пластин с гравировкой для нанесения рисунка и шпильками для прокалывания тестовых заготовок. Проколы способствуют выходу из заготовок водяных паров, что предотвращает образование вздутий при выпечке.

Выпечку осуществляют в печах с газовым или электрическим обогревом и подом в виде ленточного или цепного транспортера.

Режимы выпечки устанавливаются в зависимости от вида теста, продолжительность выпечки составляет от 5–15 мин.

При выпечке под влиянием высокой температуры в тестовых заготовках происходит ряд процессов:

- увеличение объема заготовок вследствие разложения химических разрыхлителей с образованием газообразных продуктов и парообразования;

- испарение влаги сначала с поверхности в окружающую среду и внутрь изделий, а затем по мере прогрева из внутренних слоев к наружным;

- при достижении температуры 50–70°C происходит денатурация белков с выделением поглощенной при набухании воды;

- поглощение воды крахмалом, его набухание и клейстеризация;

- частичный гидролиз крахмала с образованием декстринов, карамелизация сахаров, меланоидинообразование.

К концу выпечки температура поверхностного слоя изделий достигает 180°C, центральных – 106–108°C. Вначале их охлаждают до температуры 65–70°C, изделия приобретают твердость, их снимают с пода, а затем проводят окончательное охлаждение на транспортерах. Оптимальная температура воздуха для охлаждения – 20–25°C, при более высоких температурах удлиняется процесс и увеличиваются потери влаги, при низких температурах происходит растрескивание поверхности изделий.

Фасовку сдобного печенья в коробки осуществляют вручную, а фасовку остальных видов изделий в коробки или пачки проводят на специальных машинах.

Технология пряников. Пряники – мучные кондитерские изделия, содержащие значительное количество сахаристых веществ и пряностей.

Первые пряники появились на Руси в IX в. Их называли «медовым хлебом», потому что они представляли собой смесь ржаной муки с медом и ягодным соком, причем мед составлял почти половину всех остальных ингредиентов. Позже в «медовый хлеб» стали добавлять лесные травы и корни, а в XII–XIII вв., когда на Руси стали появляться экзотические пряности, которые доставляли из далеких стран, пряник получил свое нынешнее название.

В каждой местности пряники выпекали по традиционным рецептам, использовали в различных обрядах: дарили возлюбленным, выпекали для свадеб, панихид, раздавали нищим, пряники принято было дарить в Прощеное Воскресенье. Им приписывали лечебные свойства, их использовали для игры, украшали новогоднюю елку.

В зависимости от технологии получения различали лепной пряник (вылепленные из теста фигурки, на языческой Руси пряничные фигурки животных

имели ритуальное значение), печатный (с помощью пряничной доски делали рельефный оттиск на тесте) и силуэтный пряник (на плоскости из раскатанного теста вырезали силуэт пряника, на котором выполняли рисунок с использованием сахарной пудры, сусального золота, птичьих перьев и т. д.).

В настоящее время выпускают пряники различной формы, с начинкой и без нее, для отделки используют глазирование сахарным сиропом, шоколадной глазурью, обсыпку маком, сахаром-песком и др. К группе пряников относятся коврижки, представляющие собой изделия прямоугольной формы, в которых пласты, выпеченные из пряничного теста, прослаиваются фруктовой начинкой или вареньем.

В зависимости от технологии производства различают пряники сырцовые и заварные.

Технологическая схема производства заварных пряников включает стадии подготовки сырья, приготовления и охлаждения заварки, замеса теста, формования, выпечки, охлаждения изделий, отделки и упаковывания (рис. 38). В технологической схеме производства сырцовых пряников отсутствуют стадии приготовления и охлаждения заварки.

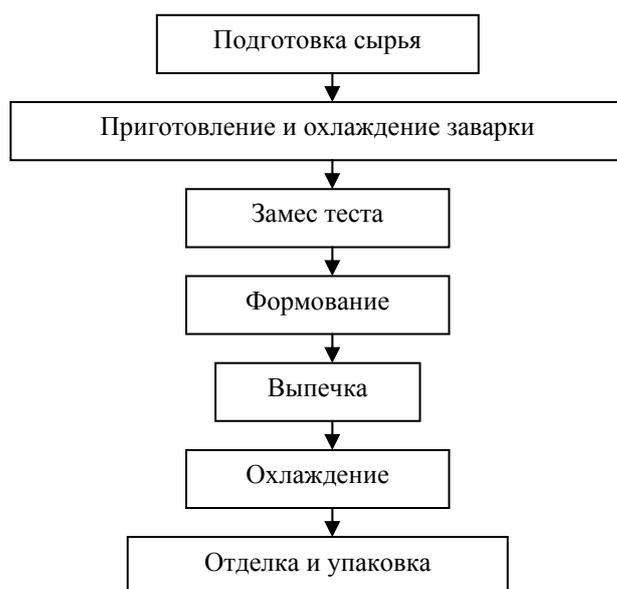


Рис. 38. Технологическая схема получения заварных пряников

Сырье для производства пряников подготавливают так же, как и для выработки печенья.

Для приготовления заварки муку добавляют в сахаромедовый, сахаропаточный либо сахаромедовопаточный сироп, имеющий

температуру не ниже 65°C. Заваренную массу перемешивают в течение 10–15 мин, затем охлаждают до температуры 25–27°C. К охлажденной заварке, имеющей влажность 19–20%, добавляют остальное сырье (меланж, эссенцию, химические разрыхлители) и замешивают тесто на протяжении 10–60 мин. Температура готового теста – 29–30°C, содержание влаги – 20–22%.

Тесто для выработки сырцовых пряников содержит значительное количество сахара. Это ограничивает набухание белков муки, и тесто имеет рыхлую консистенцию. Сырье загружают в тестомесильную машину в определенной последовательности: сахар-песок, вода, мед, патока, инвертный сироп, меланж, эссенция, химические разрыхлители, в последнюю очередь вносят муку. Продолжительность замеса теста составляет 5–12 мин, температура готового теста не должна превышать 20–22°C, содержание влаги – 23,5–25,5%.

Формуют пряничное тесто на отсадочных машинах путем продавливания двумя рифлеными валками, вращающимися навстречу друг другу, через шаблоны с вырезом разнообразного контура. От выходящего жгута теста металлической струной отсекают заготовки, которые укладывают на стальную ленту печи.

Заготовки выпекают в течение 7–12 мин при температуре 200–240°C. После выпечки изделия охлаждают до температуры 40–45°C, снимают с пода и охлаждают окончательно.

Отделка изделий заключается в глазировании или обсыпке с целью уменьшения скорости черствения и улучшения вкусовых качеств.

Пряники фасуют в коробки либо просто упаковывают в ящики.

Технология вафель. Вафли представляют собой мучные изделия в виде высокопористых листов разнообразной формы с начинкой или без нее, могут быть покрыты шоколадной глазурью.

В зависимости от рецептуры теста различают три вида вафельных листов: сахарные сдобные (мука, сахар, яичные желтки, молоко, жир), полусахарные (без молока), простые (без молока, сахара, масла, жира). Простые вафли используют для производства конфет, тортов, мороженого.

Технологический процесс получения вафель с начинкой включает получение вафельных листов, приготовление начинки, прослаивание листов начинкой, резку, завертывание и упаковку (рис. 39).

Тесто для вафель имеет сметанообразную консистенцию (влажность до 65%) и низкую вязкость. Тесто готовят в несколько стадий.

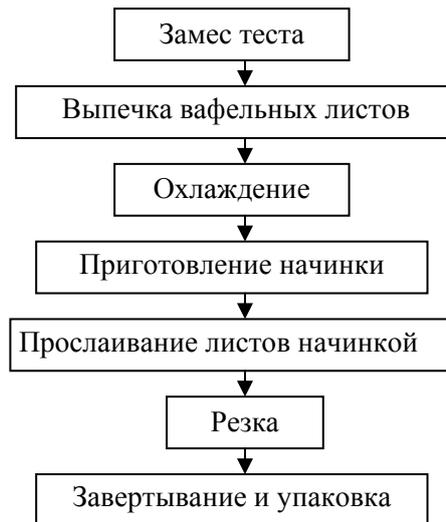


Рис. 39. Технологическая схема получения вафель

На первой стадии получают концентрированную эмульсию. Для этого в эмульсатор загружают все сырье, кроме муки: желток (или меланж), фосфатиды, растительное масло, соль, соду. Эмульсатор представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат с лопастями, с помощью которых сырье перемешивают около 50 мин.

На второй стадии в гомогенизаторе готовят мелкодисперсную эмульсию. Гомогенизатор представляет собой вертикальный цилиндр, в котором вращается тарельчатый ротор со щелевидными отверстиями. В гомогенизатор непрерывно подаются концентрированная эмульсия и вода, из которых под действием ротора получается мелкодисперсная эмульсия.

И, наконец, на третьей стадии в вибросмесителе происходит замес теста. Мелкодисперсная эмульсия и вода, непрерывно подаваемые в смеситель, за счет механического перемешивания и вибрации равномерно распределяются друг в друге.

Выпекаются вафли в специальных вафельницах между двумя нагретыми металлическими плитами, поверхность которых может быть гладкой, гравированной или фигурной. Соответствующий характер поверхности имеют готовые вафельные листы. Температура выпечки – 150–170°C, продолжительность – 2–4 мин.

Для переслаивания вафель наиболее часто используют жировые начинки, которые получают на основе кондитерского гидрированного жира или кокосового масла и сахарной пудры. Такая начинка содержит большое количество воздуха и имеет нежную консистенцию. В помадные начинки добавляют жир, фосфатиды и сорбит,

что препятствует переходу влаги из начинки в вафельные листы. Фруктовые начинки получают увариванием фруктово-ягодного пюре до содержания сухих веществ 85%.

Вафельные листы прослаивают начинкой на специальных машинах и получают пятислойный вафельный пласт. Готовые пласты охлаждают в холодильных шкафах при температуре 4°C, а затем разрезают в продольном и поперечном направлениях.

Готовые вафли фасуют в пачки и коробки и упаковывают в ящики.

Торты и пирожные. Это изделия разнообразной формы и размеров, высокой калорийности, с привлекательным внешним видом. Для их приготовления выпекают полуфабрикаты, готовят отделочные полуфабрикаты и проводят отделку изделий.

В зависимости от вида основного полуфабриката различают следующие группы тортов: бисквитные, песочные, слоеные, миндально-ореховые, воздушные, вафельные, заварные, сахарные и др.

Бисквитный полуфабрикат обладает пышной, мелкопористой, эластичной структурой. Бисквитное тесто получают на специальных машинах, сбивая меланж с сахаром-песком, а затем вводят муку.

Песочный полуфабрикат получают из пластичного теста с высоким содержанием жира, яиц и сахара-песка.

Структура слоеного полуфабриката обеспечивается многократным складыванием пласта теста, содержащего большое количество жира. Тесто замешивают в условиях, обеспечивающих хорошее набухание белков. Затем тесто раскатывают в пласт, заворачивают в него сливочное масло и многократно прокатывают, складывают и охлаждают.

Миндально-ореховый полуфабрикат готовят путем измельчения на валковых мельницах смеси ядер миндаля (или других орехов), сахара-песка и яичного белка. Полученную массу смешивают с мукой и белком.

Заварной полуфабрикат получают при заваривании муки и смешивании заваренной массы с большим количеством меланжа.

Белково-сбивной (воздушный) полуфабрикат готовят путем сбивания белков с сахаром-песком с последующей выпечкой.

Для улучшения вкуса и аромата выпеченным полуфабрикатам и придания им красивого внешнего вида используют отделочные полуфабрикаты: кремы, фруктово-ягодные начинки, глазури, сиропы, цукаты, желе, помады и др. Сначала выпеченные полуфабрикаты прослаивают отделочными, а затем художественно оформляют поверхность.

Готовые торты укладывают в коробки, пирожные – в коробки или лотки.

12. ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

Дрожжевая отрасль республики представлена одним из старейших предприятий – ОАО «Дрожжевой комбинат», в состав которого входят Минский дрожжевой комбинат и Ошмянский дрожжевой завод. Основным видом деятельности ОАО «Дрожжевой комбинат» является производство дрожжей хлебопекарных (прессованных и сухих) на мелассе. Мощность предприятия – 20 300 т дрожжей в год.

Термином «хлебопекарные дрожжи» или просто «дрожжи» обычно обозначают микроорганизмы, которые относятся к классу низших грибов – *Saccharomyces cerevisiae*.

Дрожжи используют в хлебопечении как возбудители спиртового брожения и разрыхлители теста за счет выделяющегося диоксида углерода. Кроме того, дрожжи содержат глутатион, который влияет на структуру глютенина, расщепляя в нем внутримолекулярные дисульфидные связи. Глутенин – это основной белок пшеничной муки, структурой которого определяется структура и текстура теста. В результате протекания микробиологических процессов и, прежде всего, спиртового брожения, накапливаются соединения, оказывающие существенное влияние на вкус и аромат хлеба и в некоторой степени повышающие его питательную ценность.

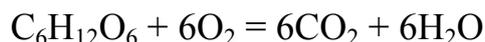
В витаминной промышленности хлебопекарные дрожжи служат источником витаминов группы В и D, в фармацевтической промышленности из них получают нуклеиновые кислоты, ферменты, ряд лекарственных препаратов. Дрожжи применяют в биотехнологии для приготовления питательных сред.

Saccharomyces cerevisiae – факультативные анаэробы. В среде, лишенной кислорода, они размножаются слабо, но быстро сбраживают сахара с образованием этанола и диоксида углерода с выделением небольшого количества тепла:



Этот процесс спиртового брожения и является основным при брожении теста в хлебопечении.

В присутствии кислорода дрожжи ассимилируют углеводы с выделением большого количества энергии:



Выделяющаяся энергия используется дрожжами на синтез клеточного вещества и поддержание обменных процессов, поэтому

в условиях аэрации происходит интенсивное накопление биомассы дрожжей. На скорость размножения дрожжей и выход биомассы влияет ряд факторов: температура, значение рН, состав питательной среды.

Saccharomyces cerevisiae – мезофилы с температурным оптимумом 29–30°C. При более низких и более высоких температурах жизнедеятельность дрожжей замедляется и выход конечного продукта уменьшается. Кроме того, при повышении температуры возрастает вероятность развития в питательной среде посторонних микроорганизмов, что ухудшает качество продукта.

Оптимальное значение рН питательной среды для размножения дрожжей – 4,5–5,5. В этих условиях высока активность ферментных систем, быстро протекают процессы синтеза белков, витаминов, высокая скорость роста дрожжевых клеток.

Питательная среда для выращивания дрожжей должна содержать легкоусвояемые формы углеводов (моно- и дисахара), источники азота (растворимые органические и неорганические соединения азота), фосфора, макро- и микроэлементы, витамины, стимуляторы роста.

Технологический процесс производства хлебопекарных дрожжей, представленный на рис. 40, включает операции приготовления питательной среды и накопления посевного материала, выращивания дрожжей, выделения их из культуральной жидкости и получение конечного продукта (прессованных или сухих дрожжей).

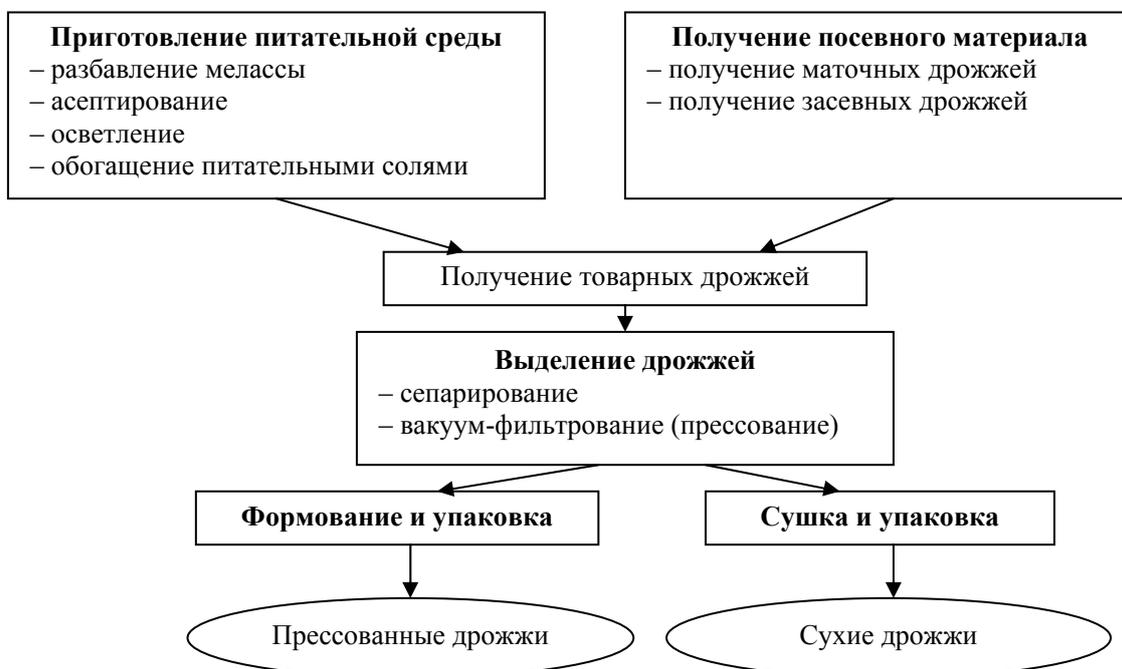


Рис. 40. Технологическая схема производства хлебопекарных дрожжей

Приготовление питательной среды. Основным источником питательных веществ в среде для выращивания дрожжей является отход свеклосахарного производства – меласса. Вместе с тем, кроме полезных для дрожжей веществ меласса содержит и нежелательные примеси: коллоидные и взвешенные вещества, которые, сорбируясь на поверхности дрожжевых клеток, нарушают нормальный обмен веществ, и вещества, ингибирующие рост и размножение дрожжей. Поэтому проводят подготовку мелассы, которая включает следующие операции:

– разбавление мелассы водой (в соотношении от 1 : 1 до 1 : 3 в зависимости от состава мелассы и уровня ее обсемененности микроорганизмами);

– асептирование мелассы холодным или горячим способом. В первом случае в мелассу вводят хлорную известь и подкисляют серной кислотой до значения рН 4,5–5,0, во втором – кипятят или стерилизуют в пластинчатых теплообменниках;

– удаление взвешенных частиц под действием центробежной силы на сепараторах-кларификаторах;

– добавление минеральных солей и стимуляторов роста (сульфат аммония, карбамид, аммиачная вода, диаммонийфосфат, ортофосфорная кислота, соли калия, магния, кукурузный экстракт, дрожжевой автолизат или другие источники биотина – гидролизат молочной сыворотки, дестиобиотин и др.).

Получение посевного материала. Существует несколько технологических схем выращивания дрожжей, которые отличаются между собой количеством стадий, периодичностью или непрерывностью, кратностью разбавления мелассы. Наиболее распространена технологическая схема, по которой посевной материал получают периодическим способом в виде маточных и засевных дрожжей. Товарные дрожжи получают в две стадии: сначала в периодических условиях (накопительная культура), затем – в непрерывных.

В свою очередь чистую культуру *маточных* дрожжей получают в несколько стадий. В лаборатории дрожжи наращивают в пробирках, затем в колбах в условиях асептики (отсутствия посторонних микроорганизмов) на солодовом витаминизированном сусле, только на последней стадии добавляя в среду мелассный раствор. Далее дрожжи размножают в отделении чистой культуры последовательно в малом, большом инокуляторе и аппарате чистой культуры (ЧК-1). Здесь также поддерживаются асептические условия, для аэрации подается воздух. Средой для размножения дрожжей служит мелассное сусло,

в которое вносят питательные соли и стимуляторы роста. Заканчивается процесс получения чистой культуры маточных дрожжей (ЧК-II) в производственных условиях в дрожжерастильных аппаратах по воздушно-приточному способу. Воздух в аппарат подают постоянно, а раствор мелассы добавляют по мере накопления биомассы дрожжей. На всех стадиях получения маточных дрожжей поддерживают температуру 26–30°C, значение pH 4,5–5,0, длительность выращивания на каждой из лабораторных стадий – 16–24 ч, на каждой стадии в отделении чистой культуры – 10–14 ч.

Чистую культуру маточных дрожжей получают один раз в 3–4 недели. Для лучшей ее сохранности дрожжи сепарируют, промывают холодной водой, сгущают до концентрации 400–600 г/л и хранят в охлаждаемых сборниках при температуре не выше 6°C.

Засевные дрожжи получают в две стадии (ЕЧК-I и ЕЧК-II) по технологическому режиму естественно-чистой культуры, когда строгие условия асептики не поддерживают, но в значительной мере предотвращается развитие посторонних микроорганизмов. Это обеспечивается подготовкой мелассы (см. выше) и обработкой маточных дрожжей, которые используют для засева, молочной или серной кислотой. Первую стадию выращивания осуществляют периодическим способом, вторую – воздушно-приточным. Условия выращивания (температура, pH, длительность) такие же, как при получении маточных дрожжей. Дрожжи ЕЧК готовят по мере необходимости, обычно один раз в сутки и используют для засева при выращивании товарных дрожжей. Выделяют и хранят их так же, как и маточные дрожжи.

Получение товарных дрожжей. Товарные дрожжи выращивают в две стадии. В первом дрожжерастильном аппарате процесс ведут по воздушно-приточному способу, засевными служат дрожжи ЕЧК-II. Для второй стадии засевными служат дрожжи из первого аппарата, выращивание здесь осуществляют по непрерывному способу, т. е. постоянно подают питательную среду и производят отбор культуральной жидкости в отборочный аппарат. Выращивание на обеих стадиях проводят при температуре 30°C и значении pH 4,5–5,0.

В отборочном аппарате дрожжи дозревают при аэрировании. Дрожжевые клетки используют оставшиеся питательные вещества, завершают процесс почкования и роста, такие клетки долго сохраняют присущие им свойства.

Выделение дрожжей. Дозревшие дрожжи необходимо выделить из культуральной жидкости как можно быстрее во избежание ухудшения их свойств. Выделение дрожжей проводят в две стадии:

путем сепарирования получают дрожжевое молоко, затем фильтрованием или прессованием получают пастообразную массу влажностью 75%.

Наилучшее качество дрожжей обеспечивается при трехступенчатом сепарировании. При этом после первой и второй ступеней сепарирования дрожжевой концентрат промывают холодной водой с температурой не более 2°C для удаления остатков питательной среды. После третьей ступени сепарирования дрожжевое молоко, имеющее концентрацию 450–700 г/дм³, окончательно охлаждают в пластинчатом теплообменнике до температуры 4–8°C.

Окончательное выделение дрожжей из дрожжевого молока происходит на вакуум-фильтрах или фильтр-прессах. Вакуум-фильтры имеют большую производительность, обеспечивают лучшие санитарные условия, требуют меньших затрат ручного труда.

Формование и упаковка прессованных дрожжей. Упаковочно-фасовочные автоматы придают прессованной дрожжевой массе вид прямоугольных брусков и заворачивают их в этикеточную бумагу. Фасованную продукцию укладывают в ящики. Хранят дрожжи при температуре 1–4°C и относительной влажности воздуха 82–96%, срок хранения – 12 суток. Однократно замороженные дрожжи могут сохранять активность долгое время, однако при оттаивании и повторном замораживании дрожжи погибают.

Сушка дрожжей. Значительно повысить срок хранения дрожжей (до 6 и более месяцев) позволяет их сушка. На сушку следует направлять дрожжи высокого качества, без примеси посторонних микроорганизмов, осмо- и термоустойчивые.

Качество сушеных дрожжей тем выше, чем быстрее проходит процесс высушивания. Поскольку дрожжи должны сохранить свою жизнеспособность и восстанавливать свои жизненные функции при благоприятных условиях, высокие температуры сушки применять нельзя.

Перед высушиванием дрожжи проходят гранулятор, где им придают форму вермишели или гранул. Используют сушилки разных конструкций, более прогрессивной является высушивание дрожжей во взвешенном состоянии нагретым воздухом. При этом температура воздуха постепенно снижается с 50 до 30°C во избежание перегрева дрожжей, когда межклеточная влага удалена и начинается медленное удаление внутриклеточной влаги. Конечная влажность дрожжей составляет не более 8% для высшего сорта и не более 10% для дрожжей I сорта. Сушеные дрожжи упаковывают в жестяные банки или полиэтиленовые пакеты и хранят при температуре не выше 15°C.

13. ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБА И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Характеристика зерномучного сырья

Зерновые культуры. Зерновые продукты имеют важное значение в структуре продуктов питания, что обусловлено их высокой пищевой ценностью (содержание сухих веществ составляет около 85% всей массы), способностью к длительному хранению, легкостью транспортирования. Зерновые культуры делят на три группы: зерно, богатое крахмалом (хлебные злаки), с высоким содержанием белка (бобовые) и масличные культуры, семена которых богаты жирами. Хлебные злаки представлены пшеницей, рожью, ячменем и овсом.

Пшеница. По срокам посева различают пшеницу яровую и озимую, по составу и свойствам зерна – мягкую и твердую.

У *мягкой* пшеницы зерно округлое, консистенция эндосперма частично стекловидная, частично мучнистая. Стекловидный эндосперм отличается более высоким содержанием белка, большей плотностью и твердостью.

Мягкую пшеницу по технологическим достоинствам делят на три группы: сильная, слабая и средняя. В зерне сильной пшеницы содержание белка составляет не менее 14% от общего содержания сухих веществ, стекловидность – не ниже 60%. Мука из такой пшеницы образует упругопластичное, неразжижающееся тесто, из которого получают изделия большого объема с пористым мякишем.

Зерно слабой пшеницы содержит менее 11% белка, консистенция эндосперма в основном мучнистая (стекловидность составляет не более 40%). При брожении тесто из такой муки ухудшает свои структурно-механические свойства, становится липким, мажущимся, а изделия получают небольшого объема и с плотным мякишем. Муку из слабой пшеницы можно использовать для производства мучных кондитерских изделий, а хлебопекарные свойства такой муки улучшают, смешивая ее с сильной мукой.

Средняя пшеница по свойствам занимает промежуточное положение между сильной и слабой, это наиболее распространенная пшеница. Она имеет хорошие хлебопекарные свойства, но улучшить слабую муку не может.

Зерно *твердой* пшеницы более крупное, чем мягкой, стекловидность достигает 90–100%, однако урожайность ее ниже. Клейковина твердой пшеницы высокоупругая и слаборастяжимая, изделия

получаются небольшого объема с плотным мякишем. Твердые сорта пшеницы используют для получения макаронной муки.

Содержание белка в пшенице выше, чем у остальных злаковых культур, и может достигать 26%. Однако белок этот дефицитен по лизину и метионину.

В условиях теста белок пшеницы набухает и образует упруго-пластичную массу – клейковину, которая представляет собой тончайшие нити и пленки, связывающие и склеивающие между собой зерна увлажненного крахмала. От эластичности и упругости клейковины зависят газодерживающая и формоудерживающая способность теста, а следовательно, и качество хлеба.

Рожь. Зерно ржи узкое и длинное, имеет меньшую массу и большую удельную поверхность, чем зерно пшеницы, поэтому доля оболочек и алейронового слоя в нем выше, а следовательно, из зерна ржи можно получить меньше муки высокого сорта, чем из зерна пшеницы. Эндосперм ржи чаще мучнистый, общая стекловидность составляет 30–40%. Содержание белка во ржи (до 20%) ниже, чем в пшенице, однако он более полноценен по химическому составу. Кроме того, в зерне ржи выше содержание калия, магния и кальция.

Белки ржи способны к неограниченному набуханию, при обычных условиях они не образуют клейковину.

Крахмал ржи отличается более низкой температурой клейстеризации, он легко атакуется ферментами и расщепляется с образованием большого количества декстринов, ди- и моносахаров.

Ячмень. Зерно ячменя пленчатое, на долю пленок приходится 9–14% массы зерна. Под цветочными пленками находятся плодовые и семенные оболочки. В пленках и оболочках содержатся горькие и дубильные вещества, поэтому при получении крупы их удаляют. Алейроновый слой состоит из 2–3 рядов толстостенных клеток, что придает прочность зерну и обуславливает повышенное содержание клетчатки и минеральных веществ в ячменной муке и крупе.

По содержанию белка ячмень занимает промежуточное положение между пшеницей и рожью, белки ячменя несколько более полноценны, чем у пшеницы. Из муки некоторых сортов ячменя можно отмыть короткорвущуюся клейковину серого цвета. Эндосперм ячменя может быть мучнистым, полустекловидным и стекловидным. Крахмал ячменя имеет низкую влагоемкость, хлеб из него быстро черствеет.

Овес. Зерно овса пленчатое, причем цветочные оболочки толстые. Эндосперм мучнистый, содержит много клетчатки. Общее содержание клетчатки, пентозанов и минеральных веществ в зерне

составляет 25–43% массы. Белок овса наиболее полноценный из всех злаковых, особенно по содержанию лизина. Овес богат минеральными веществами, которые представлены в основном соединениями фосфора. Высокое содержание жира (до 10%) ухудшает стойкость продуктов из ячменя при хранении. В зерне овса содержатся гумми – растворимые в воде углеводы, образующие вязкие растворы.

Строение зерна злаковых культур. Все злаковые культуры имеют сходное строение зерна. Снаружи зерно покрыто оболочками (плодовой, семенной), каждая из которых состоит из нескольких слоев клеток. Оболочки предохраняют зерно от повреждений, состоят в основном из клетчатки и минеральных веществ. Семенная оболочка плотно срастается с находящимся под ней алейроновым слоем.

Алейроновый слой представляет собой ряд очень крупных толстостенных клеток. Стенки клеток состоят из клетчатки, клетки заполнены наполовину белком, а вторую половину составляют жиры, минеральные вещества, сахара, водорастворимые витамины и ферменты.

Внутреннюю часть зерна занимает эндосперм (мучнистое ядро). Он состоит из тонкостенных клеток, заполненных зернами крахмала, которые окружены частицами белка. Крахмал распределен равномерно в объеме эндосперма, белки сосредоточены в периферийной части.

Зародыш – часть зерна, из которой развивается новое растение, он отделен от эндосперма щитком. Зародыш богат питательными веществами: белками, сахарами, жирами, витаминами и ферментами. Однако поскольку жир зародыша содержит большое количество остатков непредельных жирных кислот, склонных к окислению на воздухе и прогорканию, при помоле стараются как можно полнее отделить зародыш от муки.

Доля каждой из частей зерна составляет от общей массы: оболочки – 6–8%, алейроновый слой – 4–9%, эндосперм – до 85%, зародыш – 2–3%. Чем выше доля эндосперма в зерне, тем больше муки высшего сорта можно получить из такого зерна.

Хлебопекарная мука. Пшеничную хлебопекарную муку вырабатывают из мягкой пшеницы следующих сортов и марок: экстра (М58-28, М58-25), высший отборный (М56-32), высший (М54-28, М54-25, М54-23), крупчатка (МК-30, МК-28, МК-25), первый отборный (М38-34), первый (М36-30, М36-27, М36-23), второй отборный (М25-25), второй (М12-25, М12-22, М12-20) и обойная мука. Марки муки выделяют в соответствии с показателями белизны и количеством клейковины. Например: М58–25 – мука из мягкой пшеницы, имеющая наименьший показатель белизны – 58 и наименьшее количество

клейковины – 25%, МК-30 – мука из мягкой пшеницы крупного помола, имеющая наименьшее количество клейковины – 30%. Ржаную хлебопекарную муку вырабатывают трех сортов: сеяная, обдирная, обойная. Сорт муки связан с ее выходом, т. е. количеством муки, получаемой из 100 кг зерна. Чем больше выход муки, тем ниже ее сорт.

Кроме того, в хлебопечении применяют муку из смеси ржи и пшеницы: ржано-пшеничную (соотношение ржи и пшеницы – 60 и 40%) и пшенично-ржаную (соотношение пшеницы и ржи – 70 и 30%).

С конца прошлого века селекционеры многих стран работают над созданием новой зерновой культуры – тритикале (название получено сочетанием частей латинских названий пшеницы (*Triticum*) и ржи (*Secale*)). Цель скрещивания пшеницы и ржи – получение культуры с урожайностью и содержанием белка, как у пшеницы, стойкостью к заболеваниям, неблагоприятным погодным условиям, с полноценным аминокислотным составом, как у ржи. Полученные к настоящему времени сорта тритикале дают муку, близкую по хлебопекарным свойствам ко ржи, качество готовых изделий аналогично качеству изделий из ржаной или ржано-пшеничной муки.

В последнее время создают композитные смеси для хлебобулочных изделий, которые включают муку ячменную, кукурузную, соевую, рисовую, гороховую, пшеничные отруби и другие компоненты.

Качество пшеничной муки оценивают по следующим показателям: влажность, зольность, крупность помола, количество и качество сырой клейковины, белизна, содержание металломагнитной примеси, отсутствие зараженности вредителями, а также показателям, определяемым органолептически, – цвет, запах, вкус, минеральная примесь. Качество ржаной муки оценивают по показателям: влажность, зольность, белизна, число падения, крупность, содержание металломагнитной примеси, зараженность вредителями.

Влажность влияет на сохранность муки и ее энергетическую ценность. Максимально допустимое содержание влаги в муке – 15%.

Зольность – основной показатель, определяющий сорт муки. Минеральные вещества в зерне находятся в основном в оболочках и зародыше, и мука высших сортов, полученная в основном из эндосперма, имеет невысокую зольность. Наибольшая массовая доля золы у обойной муки, но она не должна превышать 2,0%.

Крупность помола муки – это размеры частиц, для муки высшего и I сорта они составляют от нескольких микрометров до 180–190 мкм. Хлебопекарные свойства муки ухудшаются и при недостаточном, и при чрезмерном измельчении. Из муки крупного

помола получается хлеб недостаточного объема с грубой толстостенной пористостью мякиша, часто с бледноокрашенной коркой. Чрезмерноизмельченная мука также дает хлеб пониженного объема, но с интенсивно окрашенной коркой, часто темную окраску имеет и мякиш. Подовый хлеб из такой муки может быть расплывшимся. Хлеб лучшего качества получается из муки с равномерной крупностью, оптимальные размеры частиц определяются количеством и, особенно, качеством клейковины. Чем сильнее клейковина зерна, тем мельче должна быть мука.

Содержание металломагнитных примесей в муке не должно превышать 3 мг на 1 кг, *зараженность вредителями* не допускается.

Определение *числа падения*, характеризующего амилолитическую активность ржаной муки, основано на определении вязкости теста. Число падения должно быть для обойной муки не менее 160 с, а для других сортов хлебопекарной муки – не менее 185 с.

Кислотность не является обязательным показателем качества муки, однако поскольку она характеризует свежесть муки, условия ее хранения, влияет на кислотность теста и хлеба, широко используется при оценке качества муки. Чем выше сорт муки, тем ниже ее кислотность.

Цвет муки должен быть белым с различными оттенками в зависимости от сорта, *запах* – свойственный муке, не затхлый, не плесневелый, *вкус* – без посторонних привкусов, не кислый, не горький. При разжевывании муки не должен ощущаться хруст – таким способом определяют наличие *минеральных примесей*.

Существуют специальные показатели, по которым определяют хлебопекарные свойства муки: газообразующая способность, «сила» пшеничной муки, способность муки к потемнению при переработке.

Хлебопекарные свойства пшеничной муки. *Газообразующая способность* муки характеризуется количеством диоксида углерода, который выделяется при 5-часовом брожении теста, приготовленного из 100 г муки, 60 см³ воды и 10 г прессованных дрожжей. Для муки нормального качества газообразующая способность составляет 1300–1600 см³ СО₂. Количество выделившегося диоксида углерода характеризует интенсивность спиртового брожения, которая зависит от содержания собственных сахаров в муке и от сахарообразующей способности муки (способности водно-мучной смеси при установленной температуре образовывать определенное количество мальтозы). На сахарообразующую способность муки влияют содержание в ней амилолитических ферментов и атакуемость ими крахмала.

В нормальном непроросшем зерне пшеницы содержится только β -амилаза, в проросшем же зерне наряду с ней содержится активная α -амилаза. В непроросшем зерне ржи содержатся и α -, и β -амилазы, при прорастании зерна количество α -амилазы возрастает. При действии на крахмал β -амилазы в основном образуется мальтоза и некоторое количество высокомолекулярных декстринов, в то время как α -амилаза в качестве основного продукта гидролиза крахмала образует низкомолекулярные декстрины и незначительное количество мальтозы.

Эти амилолитические ферменты различаются по своему отношению к температуре и кислотности среды. α -Амилаза имеет оптимум действия при более высокой температуре, чем β -амилаза, инактивируется она также при более высокой температуре. Так, в тесте из пшеничной муки первого сорта, имеющем значение pH 5,9, оптимальная температура для действия β -амилазы – 62–64°C, а полная инактивация происходит при 82–84°C, для α -амилазы оптимум действия наблюдается при 70–74°C, а активность она может сохранять до 97–98°C.

На термостойкость амилаз влияет кислотность среды: чем она выше, тем ниже температура инактивации. При этом особенно резко снижается температура инактивации α -амилазы, β -амилаза более стойка к повышению кислотности среды.

Атакуемость крахмала определяется размерами частиц муки и крахмальных зерен, степенью их механического повреждения при размоле, т. е. удельной свободной поверхностью частиц крахмала, на которую могут воздействовать амилолитические ферменты.

«Сила» муки характеризует способность образовывать тесто с определенными структурно-механическими свойствами. Сильная мука при замесе поглощает большое количество воды, тесто из такой муки устойчиво сохраняет реологические свойства (консистенцию, эластичность, сухость на ощупь), сформованные тестовые заготовки хорошо удерживают углекислый газ, готовые изделия хорошо разрыхлены и имеют большой объем. Только из очень сильной муки могут получаться изделия пониженного объема, поскольку тесто имеет низкую эластичность, не способно растягиваться.

Слабая мука при замесе поглощает мало воды, тесто к концу брожения разжижается, становится малоэластичным, липким, мажущимся, при расстойке заготовки расплываются, хлеб получается пониженного объема, при выпечке на поду расплывчатый.

Средняя мука занимает промежуточное положение между сильной и слабой.

Основное влияние на силу муки оказывает белково-протеиназный комплекс, который включает белковые вещества муки, протеолитические ферменты (протеиназы) и активаторы или ингибиторы протеолиза. Взаимодействие этих компонентов обуславливает состояние и изменение белковых веществ, а значит, и реологические свойства пшеничного теста – упругость (эластичность) наряду с пластичностью, вязкостью.

Белковые вещества представлены главным образом белками, в пшеничной муке это нерастворимые в воде глиадин и глютеин, которые являются основными компонентами клейковины, и их называют «клейковинными белками». В воде они интенсивно набухают и образуют связную, упругую, пластичную, способную растягиваться массу – клейковину. По содержанию клейковины (прежде всего, глютеиновой фракции) и ее свойства определяют силу пшеничной муки. Для этого производят отмывание ее из теста водой, о качестве судят органолептически либо по таким показателям, как набухаемость, растяжимость, расплываемость, упругость и др.

Кроме того, к белковым веществам относят протеиды – липопротеиды, гликопротеиды, нуклеопротеиды, которые содержатся в муке в небольшом количестве.

При действии протеиназ на белки образуются пептоны, полипептиды и свободные аминокислоты, об интенсивности протеолиза можно судить по накоплению свободных аминных и карбоксильных групп. Исследования показали, что действие протеиназ приводит к разжижению теста, снижению его упругости и повышению текучести, причем эти явления наблюдаются даже в том случае, если содержание свободных аминных и карбоксильных групп увеличивается незначительно или даже остается неизменным. Это свидетельствует о том, что начальной формой протеолиза является дезагрегация белков, нарушение четвертичной, третичной структур, в некоторой степени – вторичной структуры.

Протеиназа пшеничной муки имеет оптимум действия в интервале рН 4,0–5,5 при температуре около 45°C, однако обнаружены и нейтральные протеазы (оптимум рН 6,75). На интенсивность протеолиза влияет ряд факторов: влажность теста, длительность прогрева, наличие активаторов и ингибиторов протеолиза. Протеиназа зерна пшеницы и ржи относится к протеолитическим ферментам типа папаиназ, для которых характерна способность активироваться соединениями восстановительного характера, в частности содержащими сульфгидрильную группу – SH (цистеин, трипептид глутатион) и

инактивироваться окислителями (KBrO_3 , KIO_3 , H_2O_2 , кислород воздуха и др.). Если в самом ферменте сульфгидрильные группы находятся в окисленном состоянии (в виде дисульфидных мостиков), то фермент неактивен. Под действием восстановителей дисульфидная связь восстанавливается до SH-группы и активность фермента восстанавливается. Кроме того, в структуре белков муки содержатся аминокислоты цистеин и цистин, а значит, и сульфгидрильные группы. В присутствии окислителей эти группы превращаются в дисульфидные связи $-\text{S}-\text{S}-$, что существенно упрочняет структуру белка, делает ее более плотной и жесткой, такой белок труднее атакуется протеиназой. Под действием восстановителей дисульфидные связи разрываются, структура белка разрыхляется, белок более подвержен действию ферментов.

Помимо компонентов белково-протеиназного комплекса на силу муки оказывают влияние размер крахмальных зерен (чем они мельче, тем больше воды будет ими связано при приготовлении теста), содержание водорастворимых пентозанов (интенсивно набухая, они связывают большое количество влаги), а также липиды и ферменты – липаза и липоксигеназа. В жирнокислотном составе липидов зерна преобладают полиненасыщенные жирные кислоты. Липаза расщепляет триглицериды с образованием глицерина и свободных жирных кислот. Липоксигеназа катализирует окисление кислородом воздуха ненасыщенных жирных кислот с образованием гидропероксидов, являющихся активными окислителями. Они вызывают окисление сульфгидрильных групп протеиназы и групп в полипептидных цепочках белка муки, в результате снижается интенсивность протеолиза, упрочняется структура белка, сила муки увеличивается. Влияние липазы и липоксигеназы на силу муки проявляется при созревании пшеничной муки.

Цвет муки зависит от цвета эндосперма зерна, количества и цвета частиц зародыша и алейронового слоя. В процессе переработки муки может наблюдаться ее потемнение вследствие образования меланинов под действием полифенолоксидазы на свободный тирозин. Хлебопекарная мука должна быть устойчивой к потемнению в процессе хранения и переработки.

Хлебопекарные свойства ржаной муки. Ржаной хлеб по сравнению с пшеничным имеет меньший объем, более темноокрашенные мякиш и корку, меньший процент пористости и более липкий мякиш. Это обусловлено особенностями углеводно-амилазного и белково-протеиназного комплексов зерна ржи и ржаной муки.

Ржаная мука имеет большее количество собственных сахаров, чем пшеничная. Крахмал ржаной муки начинает клейстеризоваться

при более низкой температуре (52–55°C), чем крахмал пшеничной муки (60–67°C), он легче атакуется амилолитическими ферментами. В нормальном непроросшем зерне ржи содержатся α - и β -амилазы. Перечисленные факторы обуславливают более высокую сахаро- и газообразующую способность ржаной муки.

В процессе брожения и выпечки хлеба из ржаной муки значительная часть крахмала оказывается гидролизованной, оставшийся крахмал не способен связать всю влагу теста, мякиш получается влажноватым на ощупь.

Кроме того, под действием α -амилазы накапливается значительное количество декстринов, придающих мякишу липкость. С целью торможения действия α -амилазы кислотность ржаного теста приходится поддерживать на более высоком уровне, чем пшеничного.

Содержание водорастворимых пентозанов (слизей) в зерне ржи в 2 раза выше, чем в зерне пшеницы, причем слизи ржаной муки имеют более высокую степень полимеризации, и, очевидно, поэтому вязкость их водных растворов значительно выше, чем вязкость растворов слизи пшеницы. Слизки влияют на консистенцию ржаного теста, уменьшая его разжижение при брожении.

Кроме вышперечисленных особенностей углеводно-амилазного комплекса на хлебопекарные свойства ржаной муки оказывает влияние и белково-протеиновый комплекс.

Так же как и из пшеничной, из ржаной муки можно выделить глиадиновую и глютеиновую фракции. Однако обычными методами отмыть из ржаной муки клейковину невозможно, белки ржи не образуют упругопластичный губчатый структурный каркас теста, как это происходит в пшеничном тесте. Существует мнение, что образованию клейковины в ржаной муке препятствуют слизи, которые в присутствии воды набухают и обволакивают частицы белка. Отличительной особенностью белков ржи является их способность к быстрому и интенсивному набуханию. Причем значительная часть белков набухает неограниченно и пептизируется, переходя в вязкий коллоидный раствор.

Отсутствие клейковинного каркаса и пептизация значительной части белков обуславливают специфические реологические свойства ржаного теста – высокую вязкость и низкую величину упругой деформации.

Кроме того, белки ржи обладают повышенной атакуемостью и дезагрегация протеиназой еще больше повышает их способность пептизироваться и переходить в состояние коллоидного раствора. А чем интенсивнее идет в тесте протеолиз, тем больше высвобождается адсорбционно связанных с белками амилаз и тем глубже идет гидролиз крахмала.

Периферические частицы зерна ржи очень богаты полифенолоксидазой и тирозином, поэтому при приготовлении хлеба из муки более низких сортов (обойной и обдирной) наблюдается ее потемнение и хлеб имеет интенсивно окрашенный мякиш. Хлеб из ржаной сеяной муки имеет довольно светлый мякиш.

Технологическая схема производства хлеба

Основные этапы производства хлеба представлены на рис. 41.

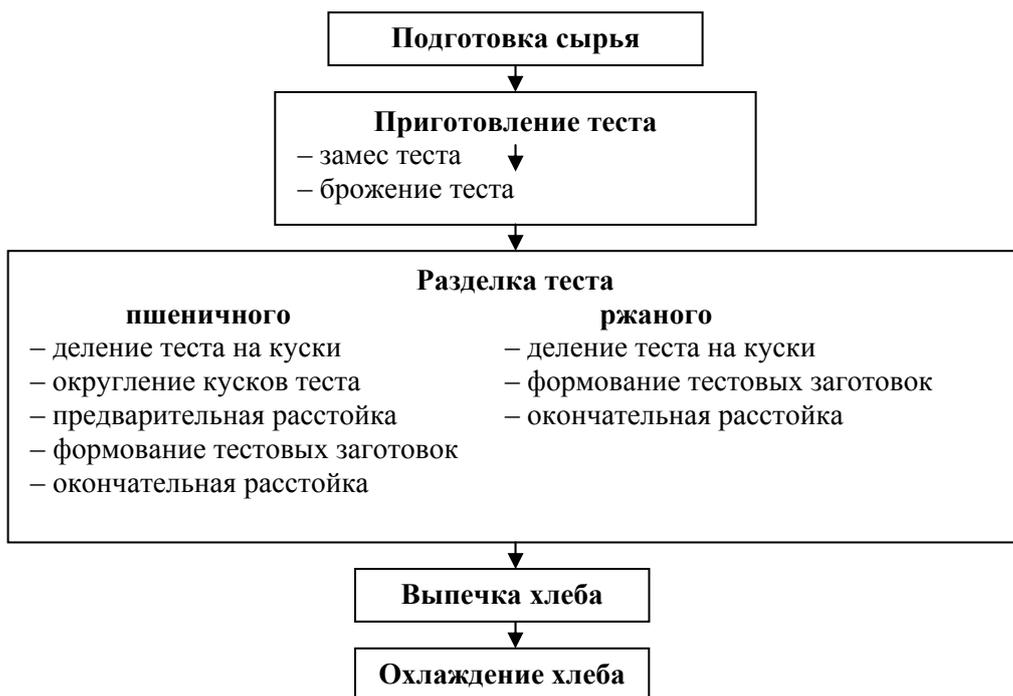


Рис. 41. Технологическая схема производства хлеба

Подготовка сырья

Хранение муки. При хранении свежесмолотой муки в ней происходят процессы, влияющие на качество. При хранении муки в благоприятных условиях ее хлебопекарные свойства улучшаются, т. е. происходит ее созревание. В неблагоприятных условиях качество муки ухудшается и может привести к порче.

Свежесмолотая пшеничная мука образует липковатое, мажущееся и быстро разжижающееся при брожении тесто. При расстойке куски теста расплываются, хлеб получается пониженного объема, расплывшийся, с низким выходом. На поверхности корки появляются мелкие трещины.

В процессе созревания изменяется влажность муки до величины, соответствующей параметрам воздуха в складе, цвет муки становится светлее вследствие окисления каротиноидов и ксантофиллов, кислотность повышается. Существенные изменения происходят с белково-протеиновым комплексом пшеничной муки: снижаются протеолитическая активность, атакуемость белков и количество активаторов протеолиза, вследствие этого улучшаются реологические свойства клейковины и теста, увеличивается водопоглощительная способность муки, мука становится сильнее.

На скорость созревания муки влияет ряд факторов. Чем выше влажность муки, температура ее хранения, чем ниже сорт муки, т. е. чем выше ее выход, тем быстрее протекает созревание. Это обусловлено созданием благоприятных условий для окислительных процессов, которые в основном и вызывают эффект созревания муки. В среднем процесс созревания пшеничной муки завершается через 1,5–2,0 месяца.

В свежесмолотой ржаной муке протекают такие же процессы, происходят такие же изменения биохимических и коллоидных свойств, однако хлебопекарные свойства ржаной муки при этом не улучшаются. Следовательно, ржаная мука после помола не нуждается в созревании.

Подготовка муки. В настоящее время на хлебозаводах в основном применяют бестарное хранение муки в металлических или железобетонных емкостях с коническим днищем. Во избежание слеживания муки в днища подают сжатый воздух. С его помощью осуществляют и транспортирование муки на производство.

Подготовка муки к производству включает ряд операций: составление смеси, просеивание, магнитная очистка.

Смешивают различные партии муки для получения однородных свойств для того, чтобы недостатки одной партии компенсировать хорошими качествами другой. При составлении смеси учитывают такие хлебопекарные свойства, как сила муки, газообразующая способность и способность к потемнению.

Для удаления случайных посторонних примесей, отличающихся по размерам от частиц муки, проводят просеивание муки. Металлические частицы удаляют на магнитных уловителях.

Подготовка дрожжей. Дрожжи осуществляют спиртовое брожение. Выделяющийся при этом диоксид углерода способствует разрыхлению теста, продукты жизнедеятельности дрожжей участвуют в формировании вкуса и аромата хлеба. В хлебопечении применяют прессованные, сушеные дрожжи и дрожжевое молоко.

Прессованные дрожжи освобождают от упаковки и смешивают с теплой водой (30–35°C) до получения однородной суспензии.

Сушеные дрожжи удобны в хранении и применении, они вносятся непосредственно при приготовлении опары, теста, закваски или жидких дрожжей.

Жидкие дрожжи получают на основе водно-мучной заварки, заквашенной термофильными молочнокислыми бактериями. Сбраживание заварки происходит в температурном интервале 48–54°C, в таких пределах находится температурный оптимум кислотообразования для этих бактерий. После накопления молочной кислоты сброженную заварку охлаждают до 28–30°C и вносят в нее дрожжи. Молочная кислота предотвращает развитие посторонних микроорганизмов, и в заварке интенсивно происходит размножение дрожжей.

Подготовка соли, сахара, жиров. Соль улучшает вкус изделий, влияет на физические свойства теста, укрепляя клейковину. Вместе с тем, присутствие соли замедляются процессы спиртового и молочнокислого брожения в тесте.

В настоящее время наиболее распространен способ хранения соли в растворенном состоянии, перед подачей в расходные емкости раствор соли фильтруют.

Сахар улучшает вкус, аромат, окраску хлеба, повышает его энергетическую ценность. В небольшом количестве сахар ускоряет брожение, но при повышенной дозировке замедляет его, способствует разжижению теста.

При подготовке к производству сахар растворяют в воде при температуре около 40°C, раствор фильтруют.

В хлебопечении используют растительное и сливочное масло, маргарин. Жиры повышают энергетическую ценность изделий, улучшают вкус, способствуют повышению пластичности теста, в то же время присутствие жиров снижает интенсивность брожения. Предпочтение отдается пластичным жирам с невысокой температурой плавления. Твердые жиры растапливают.

Качество хлеба улучшается и задерживается процесс его черствения, если жиры вносить в тесто в виде предварительно подготовленной эмульсии в воде. Благодаря применению пищевых эмульгаторов получают тонкодисперсные, устойчивые во времени эмульсии, которые хорошо транспортируются по трубопроводам.

Приготовление теста

Способы приготовления пшеничного теста. Пшеничное тесто готовят безопарным или опарным способом.

Безопасный способ. Смешивают сразу все сырье, предусмотренное рецептурой. Расход прессованных дрожжей составляет 2,0–2,5% от массы муки, длительность брожения – 2,5 ч. При брожении проводят 2–3 обминки, перед последней обминкой проводят отсдобку теста (добавление жира, сахара, яиц).

Опарный способ. Тесто готовят в два этапа: приготовление опары и приготовление теста. Для опары берут часть муки, часть воды и все количество дрожжей, предусмотренное рецептурой. Расход дрожжей при этом в 2 раза меньше, чем при безопасном способе. На готовой опаре замешивают тесто, т. е. вносят оставшуюся воду, муку, соль. Длительность брожения опары составляет 3,0–4,5 ч, теста – 1,0–1,5 ч.

Опары могут быть густыми и жидкими. Для получения густой опары берут 1/2 муки и 2/3 воды от их расхода на тесто. Жидкая опара содержит всю воду и 20–35% муки, при приготовлении теста на жидкой опаре вода уже не добавляется.

Применение заварок при приготовлении пшеничного теста. Заварки – это водно-мучные смеси, в которых крахмал муки в значительной степени клейстеризован. В таком состоянии он легче атакуется и расщепляется амилолитическими ферментами.

Заварки используют в качестве питательной среды для размножения дрожжей и кислотообразующих бактерий при приготовлении жидких дрожжей и пшеничных жидких заквасок, а также добавляют в опару или тесто при получении улучшенных сортов хлеба или в случае использования муки с пониженной сахаробразующей способностью.

Хлеб, полученный с применением заварок, имеет более сладкий вкус, повышенный объем, дольше сохраняет свежесть, корка хлеба более интенсивно окрашена и ароматнее вследствие накопления при выпечке большего количества меланоидинов. Вместе с тем при использовании большого количества заварки (когда на ее приготовление расходуется > 10% от общего количества муки в тесте) увеличиваются потери на упек и усушку, часть питательных веществ расходуется при сбраживании и заквашивании заварок, т. е. выход хлеба снижается. Кроме того, излишнее количество заварки может привести к заминаемости и липкости мякиша, снижению объема хлеба. Не нашло практического подтверждения предположение, что применение заварок может привести к повышению усвояемости пищевых веществ хлеба, прежде всего белков.

Для приготовления *неосахаренной* заварки берут муку (3–10% от общего ее количества в тесте) и воду в соотношении 1,0 : 2,5–3,0. Температура заваривания пшеничной сортовой муки должна составлять

63–65°C, пшеничной обойной – 70–73°C. Заваренную и тщательно перемешанную массу сразу же охлаждают до температуры 35°C, после чего ее используют при приготовлении теста или опары.

При получении *осахаренной* заварки водно-мучную смесь выдерживают при температуре 62–65°C в течение 2–4 ч, затем охлаждают. Различают заварки самоосахаривающиеся, в которых амилолиз крахмала осуществляется под действием собственных ферментов муки, и заварки, для осахаривания которых применяют микробные ферментные препараты или ферменты солода. Проведенные в последнее время исследования свидетельствуют о том, что количество сахаров в хлебе, приготовленном на неосахаренной и осахаренной заварке, практически одинаково. Это объясняется тем, что клейстеризованный крахмал заваренной муки легко осахаривается амилазами муки в тесте при брожении и выпечке.

Таким образом, целесообразно подвергать осахариванию только те заварки, которые применяют в качестве питательной среды при приготовлении жидких дрожжей и заквасок.

Приготовление пшеничного теста на жидких дрожжах и заквасках. Жидкие дрожжи и закваски содержат в активном состоянии не только дрожжи, но и молочнокислые бактерии.

Для приготовления *заквасок* используют осахаренные заварки. Водно-мучную смесь нагревают до температуры 65–67°C для клейстеризации крахмала и проводят ее осахаривание с помощью ферментных препаратов или солода. Большое количество сахаров способствует интенсивному протеканию молочнокислого брожения, хлеб, приготовленный на таких заквасках, имеет высокую кислотность.

Для приготовления *жидких дрожжей* осахаренную заварку выдерживают при температуре 45–50°C для развития молочнокислых бактерий, а затем охлаждают до температуры 28–30°C и используют в качестве питательной среды для размножения дрожжей.

Закваски и дрожжи можно использовать для приготовления хлеба как безопарным, так и опарным способом, жидкие дрожжи можно применять в смеси с прессованными.

Способы приготовления ржаного теста. Особенности ржаной муки обуславливают отличия в свойствах и способах приготовления ржаного теста. Белки ржаной муки не образуют губчатый клейковинный каркас, который придает упругость и эластичность пшеничному тесту. Значительная часть белков ржаной муки неограниченно набухает, пептизируется и переходит в состояние вязкого коллоидного раствора, в котором находятся зерна крахмала, ограниченно набухшая часть белков,

частицы отрубей и растворенные компоненты (пептизированные слизи, декстрины, сахара и др.). Ржаное тесто имеет высокую вязкость, пластичность, но низкую упругость, малую способность к растяжению.

На степень пептизации белков существенное влияние оказывает кислотность теста. При определенной кислотности (рН 4,2–4,4) одновременно с пептизацией белков происходит их набухание и улучшаются реологические свойства теста. Особенно благоприятно влияет на них молочная кислота. Кроме того, при повышенной кислотности резко снижается температура инактивации α -амилазы и при выпечке ржаного хлеба сокращается такой период, когда β -амилаза уже инактивирована, а под действием α -амилазы происходит декстринизация крахмала. Накопление в мякише хлеба декстринов придает ему повышенную липкость и заминаемость. Для обеспечения оптимальной кислотности ржаное тесто готовят на заквасках.

Закваска – это порция спелого теста, содержащая в определенном соотношении дрожжи и кислотообразующие бактерии. Приготовление новой закваски (разводочный цикл) включает три этапа: получение дрожжевой, промежуточной и исходной закваски (рис. 42). Источник микроорганизмов в разводочном цикле – размноженные в лаборатории чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий. Далее происходит размножение этих микроорганизмов и увеличение объема закваски. Общая длительность разводочного цикла составляет 12–14 ч, температура брожения последовательно увеличивается от 25 до 28°C.

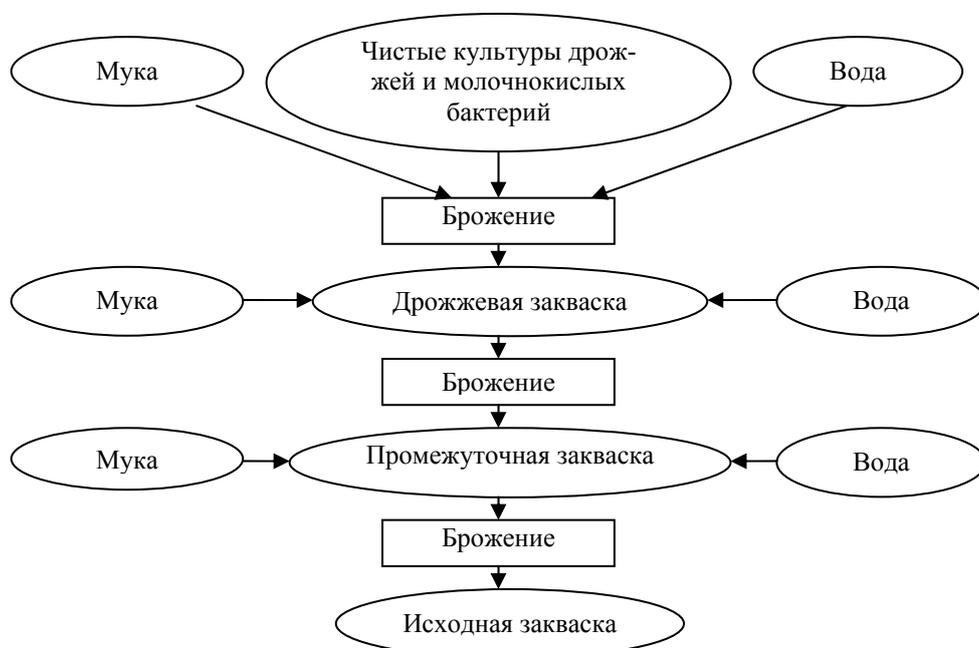


Рис. 42. Схема разводочного цикла производственной закваски

Разводочный цикл применяется, если качество производственной закваски не соответствует норме. В остальное время используется производственный цикл (рис. 43). Из исходной закваски получают производственную, которую делят на две части: одну часть ($2/3$ общего объема) используют для приготовления теста, а вторая часть ($1/3$) идет на возобновление производственной закваски. Длительность брожения для получения производственной закваски – 3,5–4,0 ч, температура – 28°C. Далее закваску снова делят на две части и производственный цикл повторяется. Так предприятие работает месяцами, пока качество производственной закваски не ухудшится.

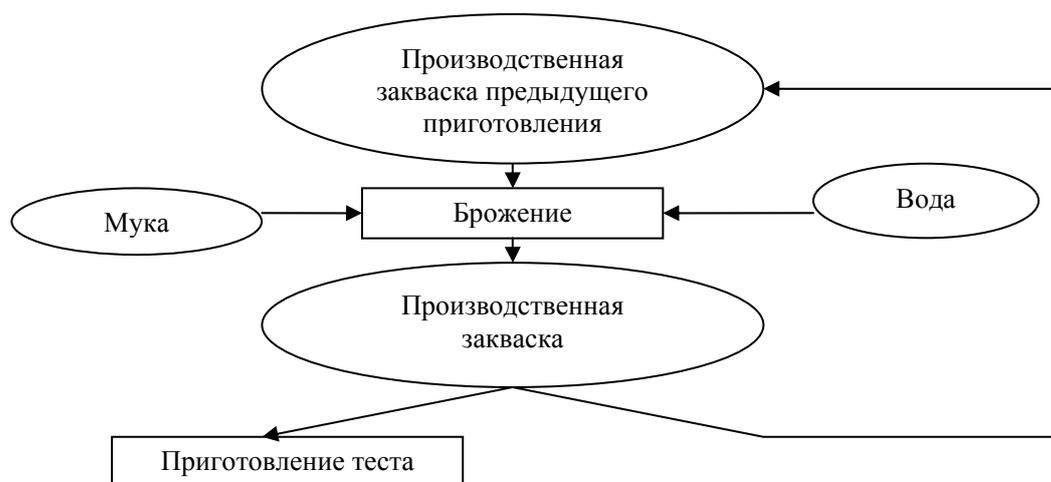


Рис. 43. Схема производственного цикла

Замес теста. В процессе замеса из воды, муки и других ингредиентов при интенсивном механическом воздействии формируется однородная масса со структурно-механическими свойствами, благоприятными для дальнейшей обработки. После замеса тесто состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. От соотношения этих фаз зависят свойства теста.

В пшеничном тесте твердая фаза состоит из набухших нерастворимых в воде белков, зерен крахмала и частиц оболочек. Набухшие белки (клейковина) образуют единый каркас, внутри которого находятся набухшие зерна крахмала и другие твердые частицы. Большая часть жидкой фазы связана набухшими белками, в оставшейся жидкой фазе в растворенном состоянии находятся сахара, соль, растворимые белки. Таким образом, в пшеничном тесте преобладает твердая фаза, оно эластичное и упругое.

В ржаном тесте отсутствует клейковинный каркас, значительная часть белков неограниченно набухает, превращаясь в жидкую

фазу. В состав жидкой фазы входят также слизи, большое количество декстринов, сахаров и других веществ. Твердая фаза ржаного теста незначительна, она представлена небольшим количеством ограничено набухающих белков, крахмалом и частицами отрубей. Ржаное тесто вязкое и пластичное.

Газообразная фаза представлена пузырьками воздуха, захваченными тестом при замесе. В эластичном пшеничном тесте воздух удерживается прочнее.

Брожение теста. Цель брожения – накопление веществ, обуславливающих вкус и аромат хлеба, а также разрыхление теста, приобретение им структурно-механических свойств, благоприятных для последующей разделки. Эта цель достигается за счет протекания совокупности микробиологических, биохимических и коллоидных процессов, которые объединяет понятие *созревание* теста.

Микробиологические процессы. Дрожжи являются возбудителями спиртового брожения, а бактерии осуществляют молочнокислое брожение. В пшеничном тесте преобладает спиртовое брожение, а в ржаном – молочнокислое.

Спиртовому брожению подвергаются в первую очередь моносахариды (глюкоза, фруктоза), а затем дисахариды – сахароза и мальтоза. Некоторое количество сахаров содержится в свободном состоянии в муке, но основным источником является мальтоза – продукт расщепления крахмала, поэтому добавление в тесто амилолитических ферментных препаратов ускоряет его созревание. На скорость брожения влияет также температура, кислотность, количество и активность дрожжей. Повышенное содержание соли, сахара, жира тормозит брожение.

Молочнокислое брожение может быть гомо- и гетероферментативным. В первом случае практически единственным продуктом является молочная кислота, во втором – наряду с молочной вырабатываются другие кислоты: уксусная, янтарная, лимонная и др. Кислотность теста возрастает, ускоряется набухание белков, замедляется разложение крахмала до декстринов, формируются оптимальные структурно-механические свойства теста. Уровень кислотности теста является признаком его созревания.

Коллоидные процессы. Возможно ограниченное и неограниченное набухание белков муки. При ограниченном набухании белковые частицы увеличиваются в размерах, свойства теста улучшаются. Такое набухание протекает до конца процесса созревания у муки с сильной клейковиной. У муки со слабой клейковиной наблюдается

неограниченное набухание, которое приводит к изменению формы белковой молекулы и разжижению теста. Во избежание этого продолжительность брожения должна быть сокращена.

Биохимические процессы. Под действием ферментов муки и микроорганизмов происходит расщепление составных компонентов муки, прежде всего белков и крахмала.

Умеренное расщепление белков является процессом желательным, поскольку при этом достигаются оптимальные для дальнейшей обработки свойства теста, оно получается упругим и эластичным. Кроме того, продукты расщепления белков (азотистые вещества) необходимы для жизнедеятельности микроорганизмов, а на стадии выпечки участвуют в формировании цвета, вкуса и аромата хлеба. Избыточное же разложение белков приводит к расплыванию теста и получению изделий неудовлетворительного качества.

Расщепление крахмала приводит к получению мальтозы, которая расходуется при брожении и участвует в формировании вкуса и аромата при выпечке.

Интенсивность протекания всех процессов зависит от температуры. Оптимальная температура брожения находится в пределах 26–32°C, при более высоких температурах усиливается нарастание кислотности, ослабляется клейковина.

Если тесто получают периодическим способом, то несколько раз в ходе брожения его подвергают обминке – кратковременному перемешиванию. При этом удаляется избыток CO₂, тормозящий брожение, оставшиеся пузырьки газа равномерно распределяются в массе теста. Мякиш изделий из такого теста имеет равномерную, тонкостенную, мелкую пористость.

Разделка теста

Деление теста на куски. Осуществляется на тестоделительных машинах по объемному принципу. В зависимости от конструкции машин равные куски теста отсекаются от жгута, отмеряются мерными карманами или штампуются. Допустимое отклонение массы готовых изделий от заданной величины не должно превышать ±2,5%. Поскольку вследствие неравномерности упека и усушки отклонения возрастают, точность работы тестоделительных машин должна быть выше (±1,5%). Это имеет не только потребительское, но и технологическое значение – куски разных размеров пропекаются в разной скорости.

Округление кусков теста. Придание кускам шарообразной формы осуществляется сразу же после деления теста на куски. При округлении сглаживаются неровности на поверхности кусков и создается пленка, которая препятствует выходу газов из теста, что обеспечивает высокую равномерную пористость готовых изделий.

При производстве изделий из ржаной муки, а также ржано-пшеничных подовых изделий округление является окончательной операцией формования тестовых заготовок, после которой они поступают на окончательную расстойку. Это связано с тем, что ржаное тесто более пластичное, липкое, и для него механическая обработка должна быть минимальной. Упругое пшеничное тесто при интенсивной механической обработке приобретает однородную структуру, а готовые изделия получаются с ровной мелкой пористостью.

Округление осуществляют в тестоокруглительных машинах разной модификации.

Предварительная расстойка. Куски теста выдерживают в спокойном состоянии на ленточных транспортерах в течение 5–8 мин. При этом ослабляются внутренние напряжения, возникшие при делении и округлении, восстанавливаются частично разрушенные звенья клейковинного каркаса. Брожение на этой стадии практической роли не играет, поэтому специальные температурные условия не создаются.

Формование тестовых заготовок. Цель этой операции – придание кускам теста формы, соответствующей данному виду изделий. Куски цилиндрической формы получают на закаточных машинах, в которых тесто прокатывается между транспортерными лентами, расположенными одна над другой и движущимися навстречу друг другу с разными скоростями. Такой метод формования больше подходит для ржаного теста. Пшеничные изделия, сформованные таким образом, будут иметь низкую, неоднородную пористость. Для получения изделий высокого качества из пшеничной муки тесто сначала раскатывают в пласт с помощью одной или двух пар валков, вращающихся навстречу друг другу, а затем пласт сворачивают в рулон и прокатывают.

Окончательная расстойка. Основное назначение этой операции – разрыхление тестовых заготовок, увеличение их объема, формирование гладкой, эластичной, газонепроницаемой поверхности заготовок. Разрыхление происходит в результате активного выделения углекислого газа, поэтому на этой стадии необходимо создать оптимальные условия для протекания брожения. Окончательная расстойка проводится в конвейерных шкафах окончательной расстойки, где поддерживается температура 35–40°C и относительная влажность

воздуха 75–85%. В шкафах не должно быть движущихся потоков воздуха во избежание заветривания – образования на поверхности корочки. При выпечке такая корочка сдерживает увеличение объема, и это может привести к образованию разрывов и трещин.

Длительность расстойки зависит от величины изделий, свойств муки, рецептуры и других факторов и составляет от 25 до 120 мин. Об окончании расстойки судят по изменению объема, формы кусков, по реологическим свойствам теста.

При недостаточной расстойке изделия будут иметь округлую форму, возможно образование трещин, через которые выпирает мякиш. При крутом тесте могут появиться разрывы внутри мякиша. Форма изделий с избыточной расстойкой расплывшаяся, плоская, верхняя корка посередине может быть вогнутая.

Выпечка хлеба

В основе процесса выпечки лежат физические явления: прогрев теста, влаго-, тепло- и массообмен. Эти явления обуславливают протекание физических, микробиологических, биохимических и коллоидных процессов, в результате которых тесто превращается в хлеб.

Для выпечки хлебобулочных изделий применяют печи, в которых теплота передается выпекаемой тестовой заготовке термоизлучением и конвекцией при температуре теплоотдающих поверхностей 300–400°C и температуре паровоздушной среды пекарной камеры 200–250°C. Часть теплоты тестовая заготовка воспринимает прямой теплопроводностью (кондукцией) от нагретого пода, на который она помещается после расстаивания.

Физические процессы. Когда холодная тестовая заготовка поступает в печь, на ее поверхности конденсируется влага. По мере прогрева начинается испарение влаги с поверхности, причем процесс идет в двух направлениях – в окружающую среду и внутрь изделий. В результате содержание влаги в мякише горячего хлеба на 1,5–2,0% выше, чем в тесте. Поверхность изделий превращается в сухую корку, которая прогревается до температуры 160–180°C, а температура мякиша не поднимается выше 95–97°C вследствие его высокой влажности.

Микробиологические и биохимические процессы. На первых стадиях выпечки микроорганизмы еще сохраняют жизнеспособность и протекает спиртовое и кислотообразующее брожение. Содержание углекислого газа в тесте возрастает, причем происходит тепловое расширение пузырьков газа и объем хлеба существенно увеличивается.

При температуре 50°C прекращается спиртовое брожение, а выше 60°C – молочнокислое.

Ферментативные процессы (расщепление крахмала и белков) продолжают до достижения температуры 70–80°C. При нагревании крахмал клейстеризуется, в результате чего легче атакуется ферментами, больше накапливается декстринов и сахаров. В изделиях из ржаного теста, имеющих высокую кислотность, инактивация ферментов происходит при более низких температурах (α -амилаза полностью теряет активность при 60°C, β -амилаза – при 71°C). Однако после инактивации ферментов протекает кислотный гидролиз крахмала.

Продукты расщепления крахмала и белков образуют соединения, обуславливающие цвет, вкус и аромат хлеба, в особенности корки. Важную роль в этом играют меланоидины – темноокрашенные продукты окислительно-восстановительного взаимодействия несброженных восстанавливающих сахаров и продуктов протеолиза белков.

Коллоидные процессы. При 50–70°C одновременно протекают процессы денатурации белков и клейстеризации крахмала. Белки при этом выделяют воду, уплотняются, теряют эластичность и растяжимость. Прочный каркас денатурированных белков способствует сохранению формы готовых изделий. Выделенная белками влага поглощается крахмалом. При клейстеризации крахмала эта влага прочно связывается, поэтому мякиш хлеба кажется более сухим, чем тесто.

Упек хлеба. При выпечке наблюдаются потери массы теста вследствие испарения влаги, спирта, диоксида углерода, кислот и др. 95% общих потерь приходится на долю влаги. Потери массы характеризуются показателем упек – разность масс теста и горячего хлеба, отнесенная к массе теста, выраженная в процентах. Упек составляет от 5 до 14%, у формового хлеба он ниже, чем у подового, чем больше масса изделий, тем меньше упек. К уменьшению упека приводит повышение относительной влажности воздуха и снижение температуры в пекарной камере на завершающем этапе выпечки.

Охлаждение и хранение хлеба

После выпечки хлеб направляют в хлебохранилище для охлаждения. При этом часть влаги с поверхностных слоев испаряется в окружающую среду, происходит усушка хлеба. Потери массы при усушке составляют 2–4%. Внутри изделия происходит перераспределение влаги и выравнивание влажности.

На величину усушки влияет скорость охлаждения хлеба. Чтобы хлеб как можно быстрее охладить, снижают температуру и относительную влажность воздуха в хлебохранилище, уменьшают плотность укладки хлеба, производят обдув воздухом с температурой 20°C.

Существует обратная зависимость между упеком и усушкой хлеба: чем больше упек, тем меньше усушка, и наоборот. Подовый хлеб, как правило, имеет более высокий упек и, следовательно, более низкую влажность, чем формовой. Поэтому усушка формового хлеба больше по сравнению с подовым.

При хранении хлеб черствеет. Это связано с изменением структуры клейстеризованного крахмала: он выделяет поглощенную воду и переходит в такое же состояние, в котором находился в муке. Зерна крахмала уплотняются, уменьшаются в объеме, между ними образуются воздушные прослойки. Замедлить черствение хлеба позволяет его глубокое замораживание и хранение в замороженном состоянии, упаковка в водонепроницаемые материалы (целлофан, полиэтиленовая и полипропиленовая пленки). Если упаковочный материал пропитан сорбиновой кислотой, то предотвращается плесневение хлеба и срок хранения еще больше увеличивается.

Развитие в хлебе микроорганизмов вызывает его болезни, и хлеб становится непригодным к употреблению. Наиболее распространенными являются картофельная болезнь и плесневение.

Возбудителем картофельной болезни является картофельная палочка (*Bacillus mesentericus*). Эти микроорганизмы распространены в природе и в большем или меньшем количестве всегда содержатся в зерне и муке. За время выпечки споры этих бактерий сохраняют жизнеспособность и при благоприятных условиях (температура выше 37°C, высокая влажность, нейтральная среда) прорастают. Хлеб, пораженный картофельной болезнью, имеет слизистый мякиш, резкий, специфический запах и вкус. В ржаном хлебе вследствие его высокой кислотности картофельная болезнь не развивается.

Плесневые грибы попадают на поверхность хлеба из окружающей среды. При длительном хранении хлеба в условиях повышенной влажности они развиваются, проникая внутрь изделий. Использование пленочных упаковочных материалов может способствовать плесневению. Для защиты от этой болезни хлеба, предназначенного для длительного хранения, используют консерванты, например сорбиновую кислоту, которую добавляют в тесто либо обрабатывают ей упаковочные материалы.

Ассортимент, пищевая ценность и показатели качества хлебобулочных изделий

Ассортимент хлебобулочных изделий включает различные виды и сорта хлебобулочных, сдобных, бараночных, сухарных изделий, национальные и лечебно-диетические изделия. Выпускаются сотни наименований изделий, которые различаются по рецептуре, сорту, форме и т. д., причем ассортимент изделий постоянно расширяется.

Все шире используют различные специальные добавки, которые вносят в тесто с целью улучшения качества изделий и повышения пищевой ценности.

Добавки-улучшители в соответствии с природой их действия делят на следующие группы: улучшители окислительного действия, ферментные препараты, поверхностно-активные вещества, комбинированные улучшители.

Из улучшителей окислительного действия важную роль играет кислород воздуха. Он способствует ускорению созревания свежесмолотой муки, а также участвует в окислительных процессах, происходящих в тесте.

Другим наиболее распространенным окислителем является аскорбиновая кислота. Она является восстановителем, но в муке имеется ферментная окислительно-восстановительная система, при участии которой образуется окисленная форма – дегидроаскорбиновая кислота, которая и оказывает улучшающее действие. Аскорбиновая кислота разрешена к применению органами медицинского надзора и пищевым законодательством всех стран, даже тех, где запрещено использование любых других химических улучшителей.

Ферментные препараты применяют для интенсификации биохимических процессов, прежде всего, на стадии приготовления теста. Наибольшее значение имеют ферменты амилолитического и протеолитического комплекса. Велика роль липоксигеназы на стадии созревания муки и теста. Разработаны комплексные ферментные препараты, так называемые мультиэнзимные композиции. Источником ферментов также служит солод. В хлебопечении применяют ржаной ферментированный и неферментированный солод либо солодовые экстракты. Кроме того, в качестве источника липоксигеназы в ряде стран в тесто добавляют соевую муку. Липоксигеназная активность семян сои в 10–15 раз превосходит активность семян пшеницы и других злаков.

Поверхностно-активные вещества применяют в хлебопечении не только в качестве эмульгаторов при приготовлении эмульсий жиров

в воде, но и в качестве самостоятельной добавки в тесто с целью улучшения его свойств, качества хлеба и способности сохранять свежесть.

Пищевая и биологическая ценность хлеба обусловлена наличием углеводов, белков, жиров, минеральных веществ, витаминов. Вместе с тем, белки хлеба не являются полноценными, минеральная и витаминная ценность зависит от сорта муки: она тем выше, чем больше выход муки, т. е. тем ниже ее сорт. Из минеральных компонентов в хлебе дефицитным является кальций, что снижает усвоение организмом хлеба.

По этой причине применяют ряд добавок для повышения пищевой ценности хлеба. Содержание белков увеличивают путем обогащения молочными продуктами, белками бобовых и масличных культур, пищевой рыбной мукой. Молоко и молочные продукты также являются хорошим обогатителем кальцием, поскольку содержат его в наиболее усвояемой человеком форме. Витаминную и минеральную ценность хлеба повышают путем применения в рецептуре морской капусты, плодово-ягодных и овощных порошков, сухофруктов (кураги, чернослива, изюма и др.), семян масличных и других культур (подсолнечника, кунжута, тыквенного, льняного семени), орехов. В тесто добавляют хлопья зародышей пшеницы как источник незаменимых аминокислот, витаминные препараты.

Качество хлеба оценивают по органолептическим, физико-химическим и гигиеническим показателям. Органолептически оценивают внешний вид (форму, поверхность, цвет), состояние мякиша (пропеченность, свежесть, пористость, эластичность), вкус и запах хлеба. Основными физико-химическими показателями являются влажность, кислотность, пористость, содержание сахара и жира. В соответствии с гигиеническими требованиями содержание токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов в хлебе не должно превышать допустимые нормы.

14. ТЕХНОЛОГИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Макаронные изделия получают высушиванием до влажности не более 13% отформованного теста из пшеничной муки и воды. Они имеют высокую пищевую ценность, высокую усвояемость основных питательных веществ – белков и углеводов, способны к длительному хранению (более года) без изменения свойств, просто и быстро готовятся.

Первое описание способа приготовления лапши встречается в трактате по кулинарии, составленном в первом десятилетии нашей эры. Документальное же упоминание приготовления в Италии блюд из трубчатых макарон относится к началу XII в., хотя было принято считать, что макароны были завезены в Европу из Китая в конце XIII в. До середины XIV в. макаронные изделия изготавливали только в домашних условиях. Первые небольшие цеха с примитивной технологией изготовления макаронных изделий появились в Италии в конце XIV в. В России первое кустарное производство макаронных изделий появилось при Петре I, а первая макаронная фабрика была зарегистрирована в Одессе в 1797 г.

В настоящее время ведущим производителем, потребителем и экспортером макаронной продукции является Италия, потребление макаронных изделий здесь составляет около 28 кг на душу населения в год. Второе место занимают США (около 14 кг/год на душу населения), далее следуют Россия (примерно 7 кг/год), Бразилия и др.

Макаронные изделия могут быть высшего или I сорта. Это определяется сортом муки. Выпускают изделия со вкусовыми и обогащающими добавками. В зависимости от формы макаронные изделия подразделяют на следующие группы: трубчатые изделия (макароны, рожки, перья), нитеобразные (вермишель), лентообразные (лапша) и фигурные изделия. Внутри группы изделия могут различаться размерами и формой поперечного сечения, длиной, формой среза (прямой, косой, волнообразный). Например, вермишель по размерам в сечении в миллиметрах, делят на следующие виды: паутинка (не более 0,8), тонкая (0,9–1,2), обыкновенная (1,3–1,5), любительская (1,6–3,0). В зависимости от длины вермишель выпускают длинной (спагетти), длиной не менее 20 см, и короткой, длиной не менее 1,5 см.

Характеристика сырья

Характеристика зерна и муки. Многовековая практика производства макаронных изделий показала, что лучшими макаронными свойствами обладает пшеница яровая твердая, пригодны также

некоторые сорта мягкой яровой белозерной пшеницы, отличающиеся высокой стекловидностью и большим содержанием клейковины.

Стекловидность эндосперма обусловлена структурой крахмала и белка. Крахмал в эндосперме находится в виде гранул размерами от 3 до 50 мкм, которые соединены между собой белковыми веществами. В эндосперме зерна твердой пшеницы преобладает прикрепленный белок, прочно связанный с крахмальными гранулами. Он обволакивает эти гранулы и соединяет их в монолитную стекловидную массу. В эндосперме мягкой пшеницы белок слабо связан с зернами крахмала, между зернами имеются отдельные белковые перемычки и воздушные включения. Это придает эндосперму рыхлость и обуславливает его непрочность.

Стекловидность зерна можно определить визуально: стекловидные зерна имеют янтарную окраску и кажутся просвечивающимися.

При помоле твердое стекловидное зерно раскалывается на крупинки с острыми гранями, сохраняющими монолитное строение. Макароны из такой крупки имеют в сухом виде янтарно-желтый, золотистый цвет, высокую прочность и стекловидный излом. Даже после длительной варки таких изделий варочная вода остается прозрачной, изделия не склеиваются между собой, не теряют форму, имеют светло-желтый цвет, приятные вкус и аромат. Однако для выращивания твердой пшеницы требуются определенные условия (сухой жаркий климат, плодородные почвы и др.), и в мире наблюдается дефицит таких сортов пшеницы. Наиболее крупными ее производителями являются Канада и Италия. Другие страны, в том числе и Беларусь, вынуждены экспортировать такую пшеницу, либо вырабатывать менее качественные, но более дешевые сорта макаронных изделий из высокостекловидной и мучнистой мягкой пшеницы.

Мягкое, мучнистое зерно при размолу рассыпается на множество отдельных или слабосвязанных зерен крахмала и комочков белка, т. е. образует порошкообразную муку.

Помол зерна осуществляют на вальцовых станках, в которых главные рабочие органы – два рифленых цилиндрических чугунных вальца одинакового размера, вращающихся навстречу друг другу с разными скоростями. Зазор между вальцами в зависимости от необходимой крупности помола устанавливают в пределах от 0,15 до 0,75 мм. Выходящий продукт неоднороден по размерам частиц и по их составу (добротности). Одни частицы состоят только из эндосперма, в других имеется примесь оболочек, третьи представляют собой отруби, поскольку полностью состоят из оболочек. Муку из этой массы выделяют

на специальных просеивающих машинах, оставшийся продукт сортируют по величине и добротности частиц, отсортированные фракции снова поступают на размол.

В результате помола получают макаронную муку высшего сорта (крупку) и муку I сорта (полукрупку).

Макаронные свойства муки. Возможность получения из муки макаронных изделий высокого качества (т. е. макаронные свойства муки) определяются следующими основными показателями: количество клейковины, содержание каротиноидных пигментов, содержание темных вкраплений, крупность помола.

Количество клейковины. В макаронном производстве клейковина выполняет две основные функции:

- является пластификатором, т. е. выполняет роль своеобразной смазки, придающей массе крахмальных зерен текучесть, благодаря чему тесто можно формовать, продавливая через отверстия матрицы;
- является связующим веществом, соединяющим крахмальные зерна в единую тестовую массу, вследствие чего тесто сохраняет приданную форму.

Таким образом, роль клейковины важна в обеспечении и пластических, и прочностных свойств теста. Оптимальное соотношение между этими свойствами находится в области содержания клейковины около 28%.

Клейковинный каркас, который формируется при прессовании теста, упрочняется при сушке изделий, а затем при варке не только не разжижается, а наоборот, фиксируется, упрочняется в результате денатурации клейковины.

Поведение макаронных изделий при варке характеризуется варочными свойствами: время варки до готовности, увеличение объема сваренных изделий, потери сухих веществ (степень мутности варочной жидкости), прочность сваренных изделий, степень слипаемости изделий. При содержании сырой клейковины в макаронных изделиях от 28 до 40% варочные свойства изделий примерно одинаковы.

При снижении содержания сырой клейковины менее 28% резко увеличиваются потери сухих веществ, степень слипаемости изделий, снижается прочность сваренных изделий – они становятся кашеобразными, поскольку слабый клейковинный каркас не может удержать набухающие, клейстеризующиеся зерна крахмала.

При увеличении содержания клейковины в макаронной муке выше 40% для варки изделий требуется больше времени, а готовые изделия имеют резинообразную структуру.

Кроме вышесказанного, роль клейковины в макаронной муке заключается в том, что она определяет белковую ценность макаронных изделий, обуславливает вкус и аромат.

Если для хлебопекарного производства наиболее важным показателем является сила муки, которая в большей степени определяется наличием и свойствами глютелиновой фракции клейковины, то для макаронного производства наиболее ценной фракцией является глиадин. Его наличие и свойства определяют текучесть и связанность теста. Глютеин также играет определенную роль, обеспечивая необходимую упругость и эластичность макаронных изделий.

Содержание каротиноидных пигментов влияет на цвет макаронной муки. При высоком содержании этих пигментов в муке изделия имеют приятный янтарно-желтый цвет.

Содержание темных вкраплений свидетельствует о присутствии в муке частиц оболочек, алейронового слоя, зародыша, а также частичек зерна других культур. Это ухудшает внешний вид изделий. Меньше темных вкраплений содержится в изделиях, полученных из муки высших сортов, однако биологическая ценность такой муки ниже (в ней меньше содержание белка, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон).

Крупность помола – это размер частиц макаронной муки, который находится в пределах 150–400 мкм. Частицы крупнее 400 мкм не успевают полностью пропитаться влагой во время замеса теста и в готовых изделиях образуют светлые точки, что нарушает однородность цвета и ухудшает качество изделий. Порошкообразная мука с размером частиц менее 150 мкм образует много пыли при транспортировании, вследствие низкой текучести способна к сводообразованию при загрузке бункеров.

Перед приготовлением теста смешивают различные партии муки одного и того же сорта для улучшения показателей одних партий за счет других, муку просеивают и подвергают магнитной очистке.

Вода и дополнительное сырье. Вода должна удовлетворять требованиям на питьевую воду, быть прозрачной, бесцветной, без посторонних привкусов и запахов, не содержать органических примесей и взвешенных частиц. Жесткость воды не оказывает существенного влияния ни на ход технологического процесса, ни на качество макаронных изделий.

Дополнительное сырье (добавки) подразделяют на две группы: обогатительные и вкусовые.

Обогатительные добавки повышают пищевую ценность макаронных изделий, часто изменяя их вкус и цвет. В качестве обогатительных

добавок используют яйца и яйцапродукты, молочные продукты (сухое молоко, нежирный творог), витамины и др.

Вкусовые добавки не изменяют пищевую ценность макаронных изделий, но придают им специфические вкус и цвет. К таким добавкам относят овощные и фруктовые пасты, пюре, порошки.

Приготовление теста

Приготовление теста – это основная операция в производстве макаронных изделий. Далее в соответствии с технологией производства макаронных изделий (рис. 44) из теста получают сырые изделия, сушат их, охлаждают и упаковывают.



Рис. 44. Технологическая схема производства макаронных изделий

Макаронное тесто по составу является самым простым из всех видов теста, оно состоит из муки и воды. Добавки, применяемые в небольших количествах, мало влияют на свойства и характеристики теста. Макаронное тесто не подвергается брожению или разрыхлению химическими разрыхлителями.

При замесе макаронного теста добавляют очень мало воды, примерно половину того количества, которое могут поглотить крахмал и белок муки. Для равномерного распределения этой воды тесто требует длительного замеса (20–30 мин), после которого представляет собой сыпучую массу увлажненных комочков и крошек. В плотную пластичную массу оно превратится после дальнейшей обработки – прессования под большим давлением в шнековой камере макаронного прессы.

Рецептура макаронного теста зависит от качества муки, вида вырабатываемых изделий, способа их сушки.

В зависимости от влажности теста различают три типа замеса: твердый (28–29%), средний (29,1–31,0%), мягкий (31,1–32,5%). На выбор типа замеса влияют следующие факторы:

- при низком содержании клейковины в муке применяют мягкий замес теста, при липкой, тянущейся клейковине – твердый;
- при производстве короткорезанных изделий для предотвращения их слипания используют средний или твердый замес;
- при получении длинных изделий с подвесной сушкой для придания изделиям большей пластичности применяют средний или мягкий замес;
- при использовании матриц с тефлоновыми вставками влажность теста может быть несколько меньше, чем при работе с матрицами без вставок.

Чем больше влаги в тесте, тем более равномерно увлажняются все частицы муки, тесто более пластично и легче поддается формованию. Однако менее влажное тесто имеет крошковатую структуру без крупных комков, хорошо заполняет пространство шнековой камеры и дает сырые изделия, хорошо сохраняющие форму, не мнущиеся и не слипающиеся.

В зависимости от температуры воды, используемой для замеса теста, различают три вида замеса: горячий (75–85°C), теплый (55–65°C) и холодный (ниже 30°C). Горячий замес используют редко, так как при соприкосновении с горячей водой часть белков муки денатурирует, в результате чего снижается эластичность теста. Горячий замес применяют только для муки с повышенным содержанием клейковины, когда необходимо получить менее вязкое, достаточно пластичное тесто. Холодный замес используют при получении изделий из муки с низким содержанием клейковины, слабой по качеству, а также изделий, предназначенных для длительного хранения. Чаще всего применяют теплый замес, он происходит быстрее, чем при использовании холодной воды, тесто получается пластичное, хорошо формуется, поверхность изделий более гладкая, а цвет более желтый, чем при других видах замеса.

Замес теста, уплотнение полученной крошковатой массы и формование изделий осуществляют в шнековом прессе непрерывного действия. В тестомесителе, представляющий собой полуцилиндр (корыто), вдоль которого проходит вал с лопастями, с помощью дозаторов подают муку и воду. При изготовлении макаронных изделий с добавками их подают через дозатор воды в виде растворов или эмульсий. Тестомесители могут быть одно-, двух-, трех- и четырехкорытными. Лопасти вала расположены под углом к его оси, это

беспечивает продвижение теста вперед и отбрасывание его назад. Таким образом, создаются условия для набухания муки в условиях длительного перемешивания. В результате получается комковатая масса, причем чем выше содержание влаги в тесте, тем крупнее комки.

В случае недостаточной влажности теста оно имеет крошковатую структуру с множеством неувлажненных крупинок, в случае чрезмерной влажности тесто получается крупнокомковатым, налипает на вал тестомесителя.

Температура теста должна быть не более 40°C, поскольку при прессовании тесто разогревается в среднем на 10°C, а его температура перед матрицей не должна превышать 50°C.

В последнем корыте тестомесителя создается вакуум для удаления мельчайших пузырьков воздуха. Это предотвращает растрескивание изделий при сушке, когда пузырьки воздуха в результате нагревания расширяются и разрушают микроструктуру изделий. Кроме того, наличие воздушных включений приводит к появлению белого оттенка, ухудшению цвета изделий. Это связано с насыщением теста множеством мельчайших пузырьков воздуха и протеканием в присутствии кислорода воздуха окислительных процессов под действием ферментов липоксигеназы и полифенолоксидазы.

В последнее время шнековые прессы стали оснащать тестомесителем, в котором смешивание муки и воды с самого начала осуществляется под вакуумом.

Формование макаронных изделий

Сформированная в тестомесителе крошковатая или мелкокомковатая масса теста через перепускное отверстие поступает в шнековый цилиндр прессующего устройства. Тесто перемещается витками шнека, уплотняется, превращается в вязкую, упругопластичную массу, которая нагнетается в предматричное пространство, и выпрессовывается через отверстия матрицы под давлением 10–12 МПа.

Высокое давление создается в результате сопротивления формирующих отверстий матрицы истечению крутого теста. Только 18–20% подаваемого в матрицу теста выпрессовывается через ее отверстия, основная масса его за счет противодействия закручивается в предматричном пространстве шнека и перемещается в противоположном направлении. Таким образом, перед матрицей происходит послойное движение теста в противоположных направлениях, механическая энергия движения отдельных слоев переходит в тепловую,

тесто нагревается, его пластичность увеличивается. Для предотвращения его перегрева (более 55°C) и заваривания в рубашку шнековой камеры подается охлаждающая вода.

Наиболее важной частью пресса являются матрицы. Материал для изготовления матриц должен быть прочным, выдерживать большие нагрузки, быть стойким к коррозии. Наиболее для этой цели подходят латунь и бронза, можно использовать нержавеющей сталь. Матрицы бывают круглые (дисковые) и прямоугольные. При помощи круглых матриц формуют все виды длинных и короткорезанных изделий, прямоугольные матрицы используют для формования длинных макаронных изделий, вырабатываемых на автоматизированных линиях с подвесной сушкой изделий.

Форма изделий зависит от конфигурации формующих отверстий (каналов) матрицы. Различают два основных типа конструкции отверстий: с вкладышами, которые удерживаются двумя или тремя заплечиками, – для формования трубчатых изделий и некоторых сложных по форме фигурных изделий; без вкладышей – для формования всех видов изделий, кроме трубчатых.

Диаметр сырых изделий определяется диаметром формующих отверстий. При этом чем меньше диаметр отверстия, тем большее сопротивление прохождению теста оно оказывает и тем меньше будет скорость выпрессовывания. В связи с этим высота формующей щели должна быть как можно меньше, но достаточной для того, чтобы выпрессовываемая тестовая трубка или лента успела «зафиксировать» внешний диаметр и обеспечить склеивание продольных швов, образуемых заплечиками в случае отверстий с вкладышами. Практически высота формующих отверстий без вкладышей составляет 1,5–2,0 мм, с вкладышами – около 3 мм. Однако поскольку полного рассасывания внутренних напряжений в тесте при прохождении канала матрицы не происходит, диаметр сырых изделий при выходе из формующей щели за счет упругого последствия увеличивается примерно на 10% по сравнению с диаметром щели.

При использовании металлических матриц поверхность изделий получается шероховатой, потому что тесто прилипает к поверхности матрицы. Наиболее сильно тесто прилипает к матрицам, изготовленным из нержавеющей стали, меньше – к матрицам из латуни, еще меньше – к матрицам из бронзы. Применение матриц с тефлоновыми вставками позволяет получать изделия с гладкой поверхностью.

Разделка сырых макаронных изделий

Разделку сырых макаронных изделий осуществляют непосредственно после выпрессовывания. Цель разделки – подготовка изделий к сушке. Разделка заключается в обдувке, резке и раскладке (или развешивании) отформованных сырых макаронных изделий. От правильности проведения этих операций зависят качество готовых изделий и производительность сушильного оборудования.

Обдувка воздухом сырых изделий при выходе из формирующих отверстий матрицы приводит к образованию подсушенной корочки, которая препятствует слипанию изделий на транспортерах сушилки (короткорезанные изделия) и в лотковых кассетах (макароны), а также предотвращает прилипание изделий к бастунам (при сушке длинных изделий). Наличие подсушенной корочки облегчает резку изделий, поскольку предотвращает налипание их на ножи.

Изделия обдувают воздухом, нагнетаемым из помещения цеха, температура которого около 25°C, а относительная влажность – 60–70%. Влажность сырых изделий при этом снижается на 1–2%.

Обдувочное устройство охватывает выпрессовываемую прядь изделий и обдувает ее в направлении, перпендикулярном пряди. При обдувке длинных изделий обдувочное устройство располагается под матрицами и воздушные потоки идут вдоль прядей изделий. При использовании подвесной сушилки длинных изделий необходимо избегать чрезмерной подсушки поверхности изделий, которая может привести к разламыванию поверхностного слоя в местах перегиба и падению изделий в процессе сушки.

Резку коротких изделий можно осуществлять двумя способами: скольжением ножа по плоскости матрицы; в подвесном состоянии, когда свисающую прядь режут на некотором расстоянии от матрицы.

Сушат короткорезанные изделия чаще всего в конвейерных сушилках. На ленту сушилки они подаются с помощью механических раскладчиков (раструсчиков), труба или транспортер которых совершают колебательное движение над движущейся лентой и распределяют на ней изделия равномерным слоем.

Резка и раскладка длинных изделий зависит от способа сушки.

По первому способу изделия сушат в кассетах – деревянных или дюралюминиевых лотках, имеющих только две боковые стенки. В этом случае выпрессовываемые изделия длиной 1,5–2,0 м механически подхватываются, укладываются на кассеты и режутся

раскладочно-резательным механизмом на изделия нужной длины. В этом случае важное значение имеет равномерность и полнота заполнения кассеты. В противном случае поток воздуха будет проходить в свободном пространстве, что приведет к неравномерному высушиванию изделий. Чрезмерное заполнение кассеты также нежелательно, так как приведет к слипанию изделий и смятию выходящими кассетами.

По второму способу длинные изделия сушат в развешенном на бастунах состоянии. Бастуны представляют собой алюминиевые трубки, которые опираются на цепи транспортера. Резка и развешивание изделий ведется саморазвесом, который входит в автоматизированную линию. Пустые бастуны движутся в горизонтальном направлении с некоторыми перерывами. В момент остановки пряжи отформованных изделий опускаются ниже бастуна, который, приходя в действие, оттягивает макаронную прядь. Ножи отрезают прядь макарон, и она под действием собственной тяжести падает и повисает на бастуне. Внизу ножи подравнивают концы изделий.

Сушка макаронных изделий

Особенности сушки макаронных изделий. Сырые макаронные изделия являются благоприятной средой для развития микроорганизмов и протекания биохимических процессов. Поэтому влажность изделий снижают до величины не более 13% путем их высушивания.

Сушка макаронных изделий – наиболее длительная стадия процесса их производства. От правильности проведения сушки зависят прочность, стекловидность излома, кислотность и другие показатели качества макаронных изделий. Очень интенсивное удаление влаги приводит к растрескиванию изделий, чрезмерно длительная сушка – к закисанию изделий.

Сырые макаронные изделия имеют коллоидно-капиллярно-пористую структуру. Влага в этих изделиях находится в химически связанном состоянии (входит в состав молекул) и связана физико-химически. Присутствует два вида физико-химической связи влаги: адсорбционная и осмотическая.

Адсорбционно связанная влага – это жидкость, которая удерживается на внешней и внутренней поверхностях мицелл. Мицеллы представляют собой частицы размером от 0,10 до 0,01 мкм, образованные отдельными свернутыми цепочками молекул белка и крахмала или их группами.

Осмотически связанная влага находится во внутреннем пространстве мицелл. В сырых макаронных изделиях большая часть влаги связана осмотически.

При сушке макаронных изделий удаляется в первую очередь наименее прочно связанная осмотическая влага, а затем – адсорбционная, причем сначала влага, удерживаемая крахмальными зернами, а затем – белковыми мицеллами.

Для испарения воды необходимо затратить определенное количество тепловой энергии. В зависимости от способа передачи тепла высушиваемому материалу могут быть разные способы сушки. В макаронном производстве наиболее распространен конвективный способ, основанный на тепло- и влагообмене между макаронными изделиями и нагретым сушильным воздухом, который их обдувает.

В процессе сушки осмотически связанная влага, находящаяся внутри изделий, превращается в пар, подходит к поверхности и удаляется с нее. Адсорбционно связанная влага превращается в пар внутри материала и в таком виде перемещается к поверхности.

Сушильный воздух выполняет ряд функций:

- отдает материалу энергию (теплоту), необходимую для превращения воды в пар;
- поглощает испаряющийся с поверхности изделий пар;
- отводит его от поверхности изделий.

В связи с этим, чем выше температура воздуха, тем интенсивнее происходит испарение влаги, чем ниже относительная влажность воздуха, тем интенсивнее он поглощает испаряющуюся влагу, и, наконец, чем выше скорость движения воздуха, тем быстрее он отводит пар от поверхности изделий. Таким образом, основными параметрами сушильного воздуха, от которых зависит скорость сушки, являются температура, относительная влажность и скорость движения. Кроме того, продолжительность сушки определяется и свойствами самих макаронных изделий, которые имеют ряд особенностей:

1) влага внутри макаронного теста перемещается от более нагретых наружных слоев к менее нагретым внутренним. С другой стороны, при испарении влаги с поверхности создается градиент влажности и влага переходит от более влажных внутренних слоев к менее влажным наружным. Таким образом, влага перемещается в противоположных направлениях, что замедляет процесс сушки;

2) по мере испарения влаги происходит усадка макаронных изделий (на 6–8%). Наружные слои высыхают и сжимаются быстрее, чем внутренние, в результате возникают напряжения сдвига.

В начальный период, пока тесто еще обладает пластичными свойствами, внутренние напряжения расслаиваются путем изменения формы изделий (деформации) без разрушения их структуры. По мере снижения влажности тесто теряет пластичность, приобретает упругие свойства, а к концу сушки становится упруго-хрупким, и если внутренние напряжения превышают предельные значения, появляются микротрещины, а затем происходит растрескивание изделий;

3) растрескивания изделий не происходит, если скорость подвода влаги из внутренних слоев к наружным будет равна скорости испарения влаги с поверхности. Для выполнения этого условия процесс сушки должен идти очень медленно, но при этом макаронные изделия могут закисать.

Учитывая эти особенности, в начальный период (до влажности 20%) процесс сушки ведут в жестких режимах при интенсивной обдувке сухим горячим воздухом. Далее во избежание растрескивания скорость сушки снижают, для чего используют менее горячий и более влажный воздух. Особенно осторожно ведут процесс на последних стадиях сушки, когда влажность изделий ниже 16%.

Режимы конвективной сушки. Используют три основных режима сушки макаронных изделий:

1) традиционные низкотемпературные режимы, когда температура сушильного воздуха не превышает 60°C.

Основы этого режима были заложены при сушке макаронных изделий на открытом воздухе (солнечной, или неаполитанской, сушке). Днем изделия сушили на солнце, а ночью заносили в подвал, такой процесс естественного высушивания длился 3–5 суток, продукт получался прочным, а изделия обладали особым ароматом вследствие накопления молочной кислоты.

В настоящее время низкотемпературные режимы сушки создаются в сушильных установках непрерывного действия: тоннельных – для подвешивания длинных изделий и конвейерных – для сушки коротких изделий. Вентиляционные установки обеспечивают продувку воздухом, причем направление продувки периодически меняют на противоположное.

Сушильная способность воздуха, которая зависит от его температуры и относительной влажности, может быть постоянной, а может меняться. Существует трехстадийный режим сушки:

– первая стадия – предварительная сушка до влажности изделий 20–21% происходит при температуре воздуха 55–60°C и относительной влажности 70–80%;

– вторая стадия – отволаживание – выравнивание влажности изделий по всему объему, подача горячего влажного воздуха способствует размягчению корочки, образовавшейся на поверхности, прогреву изделий для ускорения выравнивания влажности внутренних и внешних слоев;

– третья стадия – окончательная сушка при температуре воздуха 40–45°C и относительной влажности 70–75% до влажности 13,5–14,5%. Скорость испарения влаги с поверхности на этой стадии соизмерима со скоростью подвода ее из внутренних слоев к наружным. При сушке длинных изделий подвесным способом в сушилках автоматизированных поточных линий окончательная сушка проводится ступенчато (в пульсирующем режиме): периоды сушки чередуются с периодами отволаживания. Это позволяет получать прочные изделия со стекловидным изломом.

Общая продолжительность сушки при низкотемпературных режимах составляет 16–20 ч для длинных изделий и 7–8 ч для коротких;

2) высокотемпературные режимы, при которых на определенном этапе сушки температура воздуха повышается до 70–90°C. Переход ведущих зарубежных фирм с низкотемпературных режимов сушки на высокотемпературные позволил сократить продолжительность сушки на 40–50%. Кроме того, высокотемпературная сушка позволяет снизить расход энергии, улучшить микробиологические показатели продукции, а также цвет и варочные свойства изделий.

При разработке режимов высокотемпературной сушки исходят из того, что повышение температуры должно сопровождаться повышением относительной влажности воздуха. При увеличении температуры и влажности снижается градиент влажности в высушиваемых изделиях и значение критической влажности, т. е. увеличивается период нахождения макаронных изделий в пластическом состоянии. Это позволяет интенсифицировать процесс удаления влаги из изделий с сохранением прочности их структуры.

Высокотемпературный режим может применяться на стадии предварительной сушки с последующим снижением температуры либо весь процесс сушки и стабилизации изделий ведут при высоких температурах. Режим этот требует повышенной точности регулирования параметров, поэтому применять высокотемпературный режим можно только при использовании оборудования, оснащенного автоматизированными и компьютерными системами контроля и регулирования;

3) сверхвысокотемпературные режимы, когда температура сушильного воздуха превышает 90°C. Продолжительность сушки в этом

случае снижается еще в большей степени, чем при высокотемпературных режимах, но возможно появление коричневого оттенка вследствие разложения углеводов или даже подгорание изделий. Для этого режима еще в большей степени важна точность регулирования параметров.

Предварительная гидротермическая обработка изделий позволяет сократить процесс сушки за счет применения более жестких режимов без опасения появления трещин. В результате гидротермической обработки денатурируют белки, при этом, во-первых, снижается энергия их связи с влагой, во-вторых, уменьшается линейная усадка высушиваемых изделий. Вместе с тем, параллельно протекающая клейстеризация крахмала делает изделия липкими, усложняет их сушку.

Сушка с применением энергетических полей. По сравнению с конвективной сушкой значительно более эффективным методом передачи энергии высушиваемому материалу является воздействие на него электрического поля – сушка с использованием токов высокой и сверхвысокой частоты (СВЧ). Особенностью сушки в электромагнитном поле является быстрый прогрев влажного материала на всю глубину. Интенсивный СВЧ-нагрев в начале сушки требует значительных энергетических затрат, а кроме того, может привести к образованию внутри сырых изделий паровоздушных пузырьков. Эти трудности преодолевают путем использования пульсирующих режимов СВЧ-сушки макаронных изделий, которые предполагают чередование периодов нагрева и остывания изделий.

Охлаждение и упаковка

Температура макаронных изделий на выходе из сушилки примерно равна температуре сушильного воздуха. Их охлаждают путем обдувки воздухом с относительной влажностью 60–65% и температурой 25–30°C. При этом происходит стабилизация изделий: окончательное выравнивание влажности по всей толщине, рассасывание внутренних напряжений сдвига, уменьшение массы за счет окончательного испарения 0,5–1% влаги.

Охлажденные изделия подают на фасовку и (или) упаковку.

Качество макаронных изделий

Качественные макаронные изделия должны удовлетворять следующим требованиям: иметь правильную форму, гладкую поверхность, быть стекловидными в изломе, однотонными по цвету

с кремовым или желтоватым оттенком. Влажность макаронных изделий должна быть не более 13%, кислотность – не более 4°Т, а для изделий с томатопродуктами – не более 10°Т. Кроме того, при установлении качества макаронных изделий определяют следующие показатели: прочность, содержание лома, крошки и деформированных изделий, наличие металлопримесей и мучных вредителей.

Вкус и запах изделий должны быть свойственными данному виду, без посторонних вкусов и запахов.

При варке до готовности макаронные изделия не должны терять форму, склеиваться, образовывать комья, разваливаться по швам.

Чем выше плотность изделий и прочность их структуры, тем меньше сухих веществ переходит в варочную воду, тем более прозрачной остается вода после варки.

Изделия из хлебопекарной муки менее устойчивы, особенно к перевариванию, чем изделия из крупки твердой пшеницы.

15. ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Потребление консервов в республике составляет 350–390 млн. усл. банок в год. Наибольшим спросом пользуются зеленый горошек, томаты, огурцы, кукуруза, томатные консервы (соки, соусы, кетчупы) и др. В последнее время возрос спрос на быстрозамороженную плодоовощную продукцию, продукцию в вакуумной упаковке, таре из комбинированных материалов, стеклотаре с резьбовым способом упаковки.

Производством плодоовощных консервов в республике занимается 68 предприятий, крупнейшие из которых находятся в Витебске, Клецке, Барановичах, Поставах, Глубоком, Ляховичах, Пружанах, Ельске, Гродно, Борисове, Слуцке, Столбцах, Бобруйске, Молодечно, Малорите и других городах. Ассортимент выпускаемой продукции насчитывает более 400 наименований. Вместе с тем, продукция собственного производства составляет 50–55% общего потребления, остальная потребность восполняется импортом.

Потребление фруктовых и овощных соков в республике составляет 150–200 млн. усл. банок в год (или 6–8 л на человека), продукция собственного производства составляет около половины.

В республике принята Программа развития производства плодоовощных консервов на 2006–2010 гг., в которой поставлены задачи увеличения выпуска импортозамещающей продукции, расширения ассортимента, повышения качества, снижения энергозатрат на основе реконструкции и технического перевооружения предприятий. Программой предусматривается расширение ассортимента применяемого сырья. Наряду с традиционным для консервной промышленности республики сырьем (капуста, свекла, морковь, лук, горох) будут шире использоваться корнишоны, перец, баклажаны, тыква, патиссоны, грибы, капуста цветная, брюссельская, брокколи и другое сырье.

Предприятия по переработке картофеля с выработкой сухого картофельного пюре, обжаренных картофелепродуктов, картофельных полуфабрикатов расположены в Марьиной Горке, Лиозно, Сморгони, Славгороде и др. В соответствии с Программой развития картофелеводства на 2006–2010 гг., производство картофелепродуктов будет доведено до 12 тыс. т в год, половину этой продукции предусматривается получать на ОАО «Машпищепрод» в г. Марьяна Горка.

Состав и пищевая ценность плодов и овощей

В соответствии с ботаническими особенностями плоды и овощи подразделяют на несколько групп. Плоды делят на четыре группы: семечковые (яблоки, груши, айва, рябина), косточковые (абрикосы, персики, вишня, черешня, слива), ягоды (виноград, смородина, крыжовник, клюква, брусника, малина, клубника), тропические плоды (цитрусовые, ананасы, бананы, финики, хурма, манго). Овощи делят на две большие группы: плодовые, у которых в пищу используют плоды и семена, и вегетативные, съедобной частью у которых являются корни, клубни, стебли или листья. К плодовой группе относятся: томатные (томаты, баклажаны), бобовые (горох, фасоль, бобы), тыквенные (тыква, огурцы, кабачки, патиссоны), бахчевые (арбузы, дыни), зерновые (кукуруза). К вегетативной группе принадлежат: клубнеплоды (картофель, топинамбур), корнеплоды (морковь, свекла, петрушка, сельдерей, хрен, пастернак), капустные (капуста белокачанная, цветная, брюссельская), шпинатные (шпинат, щавель), луковичные (лук, чеснок), различные виды салатов, пряные листовые (укроп, эстрагон, чабер, базилик).

Плоды и овощи содержат в среднем 10–20% сухих веществ, среди которых есть нерастворимые и растворимые в воде. Нерастворимые вещества в основном входят в состав клеточных стенок и опорных тканей и представлены целлюлозой, гемицеллюлозой, протопектином, азотистыми веществами (белками, аминокислотами, амидами, гликозидами, алкалоидами и др.), минеральными солями, крахмалом. Количество водорастворимых веществ составляет от 5 до 18%: углеводы, органические кислоты, азотистые, дубильные вещества, витамины, минеральные соли и др.

Из углеводов в плодах и овощах содержатся моносахариды (фруктоза, глюкоза), дисахариды (сахароза) и полисахариды (крахмал, инулин, целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества). Повышенное содержание целлюлозы и гемицеллюлозы обеспечивает механическую прочность тканей, транспортабельность и лежкость плодов и овощей. Пектиновых веществ в плодах и ягодах больше, чем в овощах. В яблоках, черной смородине, сливах их содержание составляет около 1,5%. Желирующая способность пектиновых веществ используется при производстве мармелада, джема, пастилы. При получении соков пектиновые вещества взаимодействуют с дубильными, образуют осадок и вызывают помутнение. Лечебно-профилактическое значение пектиновых веществ заключается в их способности выводить из организма соли

тяжелых металлов и радионуклиды, а коллоидные растворы, которые они образуют, обладают обволакивающим действием.

В плодах и овощах содержатся яблочная, лимонная, винная кислоты, а в некоторых – салициловая (малина, земляника, вишня), бензойная (клюква, брусника) и др. Даже в незначительных количествах органические кислоты существенно влияют на вкус, цвет и аромат плодов и овощей.

В формировании специфического вкуса и аромата часто участвуют гликозиды. В семенах косточковых и семечковых плодов содержится амигдалин, который при ферментативном или кислотном гидролизе распадается в образование синильной кислоты. В бруснике и клюкве содержится вакцинин, который наряду с бензойной кислотой обеспечивает высокую устойчивость этих ягод к действию микроорганизмов. В баклажанах, незрелых томатах и картофеле присутствует соланин. При хранении клубней картофеля на свету содержание соланина в нем резко возрастает, такими клубнями можно отравиться.

Алкалоиды (кофеин, теобромин, никотин) оказывают на организм сильное физиологическое действие.

Дубильные вещества придают плодово-ягодной продукции характерный терпкий вяжущий вкус. Вследствие окисления дубильных веществ и образования темноокрашенных соединений наблюдается потемнение разрезанных плодов. При производстве соков дубильные вещества играют положительную роль, осаждая белковые и другие вещества коллоидной природы и способствуя их осветлению.

Эфирные масла – жирорастворимые летучие соединения, придающие аромат плодам и овощам, их содержание возрастает по мере созревания плодов.

Пигменты обуславливают окраску плодов, ягод и овощей. Хлорофилл обеспечивает зеленый цвет, по мере созревания продукции его содержание уменьшается, а возрастает количество каротиноидов, обуславливающих оранжевую окраску. Цвет антоцианов меняется в зависимости от pH среды, наличия ионов металлов и других условий. Ксантофилл – желтый пигмент, содержится в кожуре citrusовых, желтозерной кукурузе.

Жиры в мякоти плодов и овощей практически отсутствуют, значительное их количество (от 20 до 60%) находится в ядрах семян косточковых и бахчевых культур. Например, масло из плодов облепихи – ценный источник витаминов. Воски – жироподобные вещества – покрывают поверхность плодов и листьев и выполняют защитную функцию: препятствуют испарению влаги, проникновению микроорганизмов.

Многие витамины синтезируются только в растениях, поэтому плоды и овощи являются незаменимой частью пищевого рациона человека. На содержание витаминов значительное влияние оказывают условия хранения и вид кулинарной обработки плодов и овощей. При термическом консервировании и сушке разрушается значительное количество аскорбиновой кислоты. Наилучшим образом этот витамин сохраняется при быстром замораживании и последующем хранении плодов, овощей и ягод при отрицательной температуре.

Флодоовощная продукция богата солями калия (яблоки, тыква, кабачки, арбузы), кобальта (свекла, клубника, красная смородина), железа (земляника, редька, томаты, зеленые овощи) и др.

Подготовка сырья к консервированию

Независимо от того, какой метод консервирования применяют, плоды и овощи проходят общие подготовительные стадии: мойку, инспекцию и сортирование, калибрование, очистку и измельчение, предварительную тепловую обработку, деаэрацию.

При мойке с поверхности сырья удаляются остатки земли, следы ядохимикатов, снижается обсемененность сырья микроорганизмами. В зависимости от сырья используют различные типы моечных машин.

Инспекция – отбраковка гнилых, битых плодов, удаление посторонних примесей, сортирование – разделение плодов по цвету и степени зрелости, калибрование – деление на однородные по размерам партии. Инспекцию и сортирование проводят при движении сырья на ленточных транспортерах, для калибрования используют различные типы калибровочных машин.

Очистка – одна из самых трудоемких операций, при этом удаляют плодоножки плодов, чашелистики ягод, гребни винограда, кожицу с некоторых видов сырья, косточки, семенные камеры и др. Степень измельчения зависит от вида сырья и влияет на дальнейшую обработку, плоды и овощи режут на брусочки, кубики, кружочки, дольки, шинкуют, измельчают в пюреобразную массу. В некоторых случаях (при получении концентрированных томатопродуктов, соков с мякотью, продуктов детского питания) дробленое и подогретое сырье протирают до тонкоизмельченной однородной массы.

На определенной стадии подготовки (после мойки, очистки или измельчения) сырье, как правило, подвергают бланшированию – кратковременной тепловой обработке паром, водой или водными растворами

соли, сахара или органических кислот. При бланшировании достигаются следующие цели: происходит инактивация ферментов сырья, снижается обсемененность микроорганизмами, из тканей частично удаляется воздух, а также вещества, придающие нежелательные вкус и запах, повышается проницаемость клеток, улучшается консистенция.

Для разрушения структуры тканей и облегчения протирания продукта применяют разваривание плодоовощного сырья в кипящей воде. При производстве закусовых консервов предусмотрен процесс обжаривания сырья в масле при температуре 120–150°C, при этом повышается калорийность продукта, он приобретает золотистый цвет, специфический вкус. Легкое непродолжительное обжаривание (пассерование) применяют для удаления влаги, денатурации белка, клейстеризации крахмала, что улучшает вкус, цвет, аромат.

Чтобы избежать потерь ценных компонентов и изменения цвета в результате окислительных процессов из продукта удаляют воздух.

Для концентрирования жидких и пюреобразных продуктов применяют выпаривание под вакуумом, вымораживание (криоконцентрирование) с отделением кристаллов льда на центрифугах, мембранные процессы (обратный осмос, ультраконцентрирование).

Подготовка тары

Выбор тары зависит от вида продукта и способа консервирования. Тара может быть герметичной и негерметичной, изготовленной из металла, стекла или полимерных материалов.

Для стерилизованных пищевых продуктов применяют банки, изготовленные из жести, на поверхность которой наносят пищевые лаки, эмаль или тонкую пленку из оксидов олова. Для изготовления банок и крышек используют также тонкий лакированный алюминий.

К достоинствам стеклянной тары относят возможность многократного использования, устойчивость к действию кислот и солей, привлекательный вид продукта. Стеклянная тара хорошо моется и дезинфицируется.

Полимерная тара выполняется в виде коробок, пакетов, стаканов, мешков. Для ее получения используют полиэтилен, полипропилен, лакированный целлофан, комбинированные многослойные материалы (алюминиевая фольга или фольгированный картон с нанесенным с двух сторон полиэтиленом).

Способы консервирования плодов и овощей

Плоды и овощи вследствие высокого содержания влаги и питательных веществ являются хорошей средой для развития микроорганизмов, которые вызывают их порчу (гниение, брожение).

Плоды и овощи как живые организмы обладают *естественным иммунитетом*, они защищены от внешних воздействий. Прежде чем клеточный сок с растворенными в нем питательными веществами станет средой для развития микроорганизмов должен быть пройден ряд барьеров:

- бактерицидное облако, создаваемой эфирными маслами и другими летучими веществами, содержащимися в кожице или под ней;
- восковый налет на поверхности некоторых плодов, устойчивый к воздействию микроорганизмов;
- довольно прочная и толстая кожица;
- межклеточный протопектин, который может быть гидролизован только под действием пектолитических ферментов;
- клеточная оболочка, состоящая из целлюлозы и протопектина, и цитоплазменная мембрана.

Вместе с тем, при хранении плодов и овощей даже при отсутствии признаков развития микроорганизмов происходит потеря массы и снижение пищевой ценности, а иногда и порча в результате протекания биохимических процессов при участии ферментов.

Таким образом, для того чтобы надежно сохранить плоды и овощи или консервы из них, необходимо создать условия, при которых бы микроорганизмы не развивались, а ферменты были инактивированы. Методы, которыми такие условия создаются, могут быть условно разделены на три группы:

- методы, основанные на принципе *биоэ*, т. е. поддержании жизненных процессов в сырье и использовании его естественного иммунитета. В этом случае важное значение имеет сортировка сырья перед укладкой на хранение, отбраковка поврежденных экземпляров. Продлить хранение помогают условия, обеспечивающие поддержание жизненных процессов и некоторое ограничение их активности: укладка, обеспечивающая доступ воздуха, пониженная температура в помещении, влажность воздуха, предотвращающая усушку, вентиляция для удаления избытка углекислого газа, обеспечение чистоты в помещении и др.;

- методы, основу которых составляет *анабиоз*, т. е. подавление, замедление жизнедеятельности микроорганизмов и обменных процессов в самом сырье.

Анабиоз обеспечивают охлаждение до температуры $-1...-3^{\circ}\text{C}$ и замораживание, когда вода превращается в лед и поступление питательных веществ в клетки микроорганизмов за счет осмоса прекращается. Замораживать и хранить сырье нужно при температуре $-18...-20^{\circ}\text{C}$, тогда образуются мелкие кристаллы льда, которые не травмируют клетки продукта, и после размораживания он сохраняет товарные свойства. Некоторые химические превращения в замороженных плодах и овощах все же происходят: инверсия сахарозы и повышение кислотности, снижение количества дубильных веществ и уменьшение терпкости, улучшение естественного аромата.

Микроорганизмы впадают в анабиотическое состояние (осмоанабиоз), если в среде высокое осмотическое давление. Его создают сахар и соль. Для надежного сохранения продуктов используют такие концентрации осмотически деятельных веществ, которые вызывают плазмолиз микробных клеток (сахара – 60–70%, соли – 10–12%).

Сушка также приводит к анабиозу микроорганизмов – ксероанабиозу. Если влажность плодов и овощей доводят до 8–25%, то клетки микроорганизмов осмотически отдают свою влагу и происходит их плазмолиз. Жизнедеятельность самих плодов и овощей по этой же причине прекращается. К достоинствам сушки как способа консервирования относятся простота оборудования, удобство хранения и транспортирования продукта. Однако естественные свойства продукта при повторном увлажнении восстанавливаются плохо. Преодолеть этот недостаток позволяет сублимационная сушка, когда влага переходит из замороженного продукта в газообразное состояние в условиях глубокого вакуума. Высушенные продукты имеют высокую пористость и их первоначальные свойства восстанавливаются при увлажнении.

При хранении сырья в регулируемой газовой среде создаются условия для наркоанабиоза. При отсутствии регулирования состава газовой среды в помещении для хранения продуктов кислород постепенно расходуется на дыхание, накапливается диоксид углерода и начинается анаэробное дыхание с дальнейшим накоплением углекислоты и образованием этилового спирта. Однако при концентрации диоксида углерода 10% дыхание плодов и микроорганизмов полностью не прекращается, а только замедляется (наркоанабиоз). Сложность заключается в том, что для разных видов сохраняемой продукции нужен разный состав газовой фазы. Чтобы обеспечить оптимальные условия для каждого вида продукции, применяют хранение растительного сырья в пленках, избирательно проницаемых для разных газов.

И, наконец, микроорганизмы, особенно гнилостные, впадают в анабиоз в кислой среде или в среде, содержащей спирт. Это используют при мариновании, квашении и спиртовании продукции. При мариновании кислота (уксусная, лимонная) вносится в продукт, при квашении капусты, солении огурцов и томатов, мочении яблок в результате протекающего молочнокислого брожения образуется молочная кислота (1–2%), которая предохраняет продукт от порчи;

– методы, обеспечивающие *абиоз* – отсутствие жизнедеятельности микроорганизмов и полное прекращение всех жизненных процессов в самом сырье.

Наибольшее распространение получил метод тепловой стерилизации, в результате которой происходит инактивация ферментов, погибают микроорганизмы, находящиеся в сырье, и благодаря герметичной таре, в которую упаковывают продукт, микроорганизмы не могут проникнуть извне. Консервированные таким способом пищевые продукты могут сохраняться в течение многих лет. Режимы стерилизации (температура, длительность) зависят от химического состава консервов, их исходной обсемененности, материала тары, способа стерилизации и других условий. Их выбирают таким образом, чтобы изменения естественных свойств продукта были минимальными.

Уничтожить микроорганизмы и тем самым предохранить продукт от порчи позволяет применение консервантов. При этом к ним предъявляется ряд требований: в применяемых токсичных для микроорганизмов дозах они должны быть безвредными для человека, должны оставаться в продукте в течение всего срока хранения, не должны взаимодействовать с компонентами пищевого продукта и оказывать влияния на его органолептические свойства, не должны реагировать с материалами оборудования и тары. Перечень консервантов, разрешенных к применению при производстве пищевых продуктов в республике, приведен в Санитарных правилах и нормах «Гигиенические требования к качеству и безопасности пищевых добавок и их применению» СанПиН 13-10 РБ 2002, там же оговорены максимально допустимые уровни каждого из консервантов в разных пищевых продуктах и продовольственном сырье. Наиболее широко применяют такие консерванты, как сорбиновая и бензойная кислоты и их соли, диоксид серы, сульфиты и др.

Консервантами, имеющими биологическое происхождение, являются антибиотики, которые продуцируют микроорганизмы, и фитонциды, содержащиеся в луке, чесноке, хрене, горчице и др. Антибиотики оказывают консервирующее действие в гораздо меньших

дозах, чем химические консерванты. Однако проблема заключается в том, что систематическое применение антибиотиков приводит к появлению устойчивых к ним рас микроорганизмов, а это обесценивает их терапевтическое действие. Поэтому к применению в пищевой промышленности разрешен только низин.

Микроорганизмы в пищевом продукте могут быть не только уничтожены, но и механически удалены из него, например при обеспложивающем фильтровании. Используют такие фильтрующие материалы, которые позволяют задерживать клетки микроорганизмов. Перед стерилизующей фильтрацией продукт, как правило, нагревают для инактивации ферментов. Обеспложивающее фильтрование имеет ограниченное применение, ему можно подвергать только абсолютно прозрачные жидкие пищевые продукты. Кроме того, должны быть обеспечены условия, препятствующие попаданию микроорганизмов в отфильтрованный продукт.

Для уничтожения микроорганизмов или подавления их жизнедеятельности могут быть использованы ультрафиолетовое и ионизирующее излучение, токи высокой и сверхвысокой частоты, однако эти методы имеют ограниченное применение при консервировании продуктов из-за сложности оборудования и высокой стоимости.

На практике, как правило, принципы биолиза, анабиоза и абиоза не встречаются в чистом виде. При разных методах консервирования преобладает один какой-нибудь принцип, но существуют и признаки других.

Так, при тепловой стерилизации плодоовощных консервов с целью смягчения режимов стерилизации применяют антибиотик низин, предварительная тепловая обработка приводит к инактивации ферментов, а лук, чеснок, хрен в составе консервируемого продукта повышают стойкость консервов.

Технологическая схема получения баночных плодоовощных консервов приведена на рис. 45.

Брак консервов в герметичной таре

Готовые консервы осматривают с целью обнаружения дефектов. Одни из них обнаруживаются сразу, другие появляются при хранении консервов в результате протекания микробиологических и химических процессов.

К дефектам внешнего вида относят негерметичность тары, о чем свидетельствуют подтеки на банках, ржавчину, перекося и деформацию крышек, трещины или сколы стекла и др.

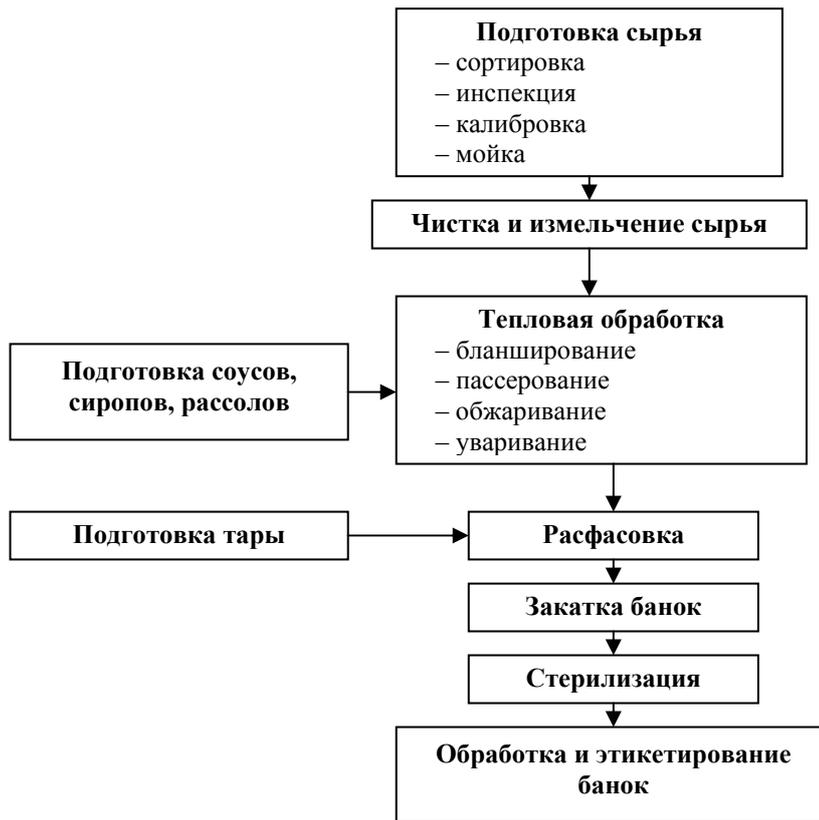


Рис. 45. Технологическая схема получения баночных плодовоовощных консервов

Бомбаж банок – вздутие металлической тары или крышек на стеклянной, может иметь микробиологическое, химическое или физическое происхождение. Микробиологический брак консервов является следствием жизнедеятельности микроорганизмов, вздутие тары происходит под действием выделяемых ими газов. Химический бомбаж возникает в результате внутренней коррозии металлических банок, взаимодействия металла тары и консервированного продукта с образованием водорода. Причиной физического бомбажа является замерзание консервов и переполнение банок продуктом.

16. ТЕХНОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ЖИРОВ

Масложировая отрасль занимается производством растительного масла, маргарина, спредов (мягких масел с комбинированным составом жировой фазы без применения саломаса), кулинарных жиров, майонезов, соусов, глицерина, пищевых поверхностно-активных веществ, туалетного и хозяйственного мыла, синтетических моющих средств и других видов продукции.

Масложировая отрасль республики представлена двумя подотраслями – маслодобывающей и маслоперерабатывающей.

Предприятия маслодобывающей отрасли можно разделить на три группы:

– в первую группу входит предприятие республиканского подчинения производственной мощностью около 50 тыс. т перерабатываемых семян масличных культур в год – ОАО «Витебский МЭЗ»;

– вторую группу составляют организации, имеющие мощности более 10 тыс. т в год – СЗАО «Гроднобиопродукт», ОАО «Рапс», КСУП «Припять» и др.;

– в третью группу включены организации с мощностью от 2 до 5 тыс. т в год – ОАО «Ганцевичский райагросервис», ОАО «Кобринский химик», ОАО «Пинский химкомбинат» и др.

Общая мощность маслодобывающих организаций составляет 145 тыс. т перерабатываемых семян в год. Основным сырьем для маслодобывающей отрасли в республике является рапс, ежегодный валовой сбор семян рапса составляет около 130 тыс. т.

Маслоперерабатывающая отрасль представлена тремя организациями республиканского подчинения – ОАО «Минский маргариновый завод» (основная продукция – маргарины, майонезы, соусы), ОАО «Гомельский жировой комбинат» (маргарин, мыло) и ОАО «Бобруйский завод растительных масел» (занимается рафинацией и розливом растительного масла).

Потребность внутреннего рынка республики в растительном масле составляет около 160 тыс. т в год.

Характеристика масличного сырья

В растениях жиры накапливаются главным образом в семенах и плодах, их содержание зависит от вида, сорта, места и условий произрастания. Так, в семенах подсолнечника содержание липидов составляет 30–55%, рапса – 38–46%, сои – 18–21%, в оливках – 23–49%, в плодах

кокосовой пальмы – 62–74%, в мякоти масличной пальмы – 47–54%, льняное семя имеет масличность 40–48%, хлопчатник – 17–29%.

В последние годы в мире произошли серьезные изменения объемов переработки многих видов масличных культур. Если в 60-х гг. прошлого столетия ведущими масличными культурами были подсолнечник, арахис и хлопчатник, то в 70-х появились пальмовые плантации в Юго-Восточной Азии и резко увеличилось производство пальмовых масел, а в 80-х возросло производство рапсового и соевого масла. Этому способствовало выведение новых сортов рапса, дающих высококачественное масло с низким содержанием эруковой кислоты и серы, при этом зеленую массу рапса можно использовать на корм скоту. Достоинством соевых бобов является высокое содержание белка (до 40% массы семян), и после отделения масла соевый шрот используют для получения кормовых и пищевых белков.

В настоящее время в мире производится около 80 млн. т растительного масла, из которых около 30% составляет соевое, 25% – пальмовые, по 13% – подсолнечное и рапсовое и по 3–7% приходится на долю хлопкового, арахисового, оливкового и др.

Состав и пищевая ценность растительных масел

Как и все природные жиры, растительные масла на 95–97% состоят из ацилглицеринов. В основном они представлены триацилглицеринами (триглицеридами), в небольших количествах содержатся ди- и моноглицериды. Как правило, природные жиры состоят из смешанных ацилглицеринов, в состав которых входят остатки различных насыщенных и ненасыщенных кислот. Глицериды содержат до 100 остатков различных жирных кислот, однако наиболее распространены жирные кислоты с числом углеродных атомов от 12 до 18, неразветвленные, с четным числом атомов углерода. Из насыщенных кислот в наибольшем количестве представлены лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, из мононенасыщенных – олеиновая, эруковая (только в масле растений семейства крестоцветных – рапсовом, горчичном), из полиненасыщенных – линолевая, линоленовая. Арахидоновая кислота, содержащая четыре двойные связи, присутствует только в животных жирах. Ненасыщенные кислоты природных жиров, как правило, имеют *цис*-конфигурацию.

Кроме ацилглицеридов в состав масла входят фосфолипиды. Их количество и состав влияют на технологию переработки масел и

качество получаемого продукта. Поэтому фосфолипиды выделяют из растительных масел в качестве самостоятельного продукта и используют как эмульгаторы в хлебопекарной и кондитерской промышленности, при производстве маргарина, лечебных препаратов.

При излечении масла из сырья в него переходят жирорастворимые вещества: стероиды, терпены, пигменты, витамины и др. Они влияют на пищевую и биологическую ценность масла.

Жиры – важные компоненты пищи, во многом определяющие ее пищевую и биологическую ценность. Для организма человека жиры являются источником энергетического и пластического материала, поставщиком необходимых веществ: жирорастворимых витаминов, незаменимых (эссенциальных) полиненасыщенных жирных кислот и др. На долю жиров в пищевом рационе может приходиться 30–35% общей энергетической ценности, наиболее благоприятное соотношение животных и растительных жиров составляет 70 : 30, а рекомендуемое соотношение насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот составляет 30 : 60 : 10.

Ненасыщенные жирные кислоты участвуют в построении клеточных мембран, в синтезе простагландинов, участвующих в регулировании обмена веществ в клетках, кровяного давления, агрегации тромбоцитов, способствуют выведению из организма избыточного холестерина, повышают эластичность стенок кровеносных сосудов. Однако эти функции выполняют только *цис*-изомеры ненасыщенных кислот, причем наибольшей биологической активностью обладает арахидоновая кислота, высокой – линолевая, а активность линоленовой кислоты значительно ниже.

Растительные масла, масличные семена и жиросодержащие продукты под влиянием кислорода воздуха, света, влаги, ферментов постепенно приобретают неприятные вкус и запах (прогоркают), снижается их пищевая и биологическая ценность, они могут оказаться непригодными к употреблению. Прогоркание – результат химических и биохимических процессов (гидролиза, окисления и др.). Наиболее подвержены окислению жиры, содержащие остатки ненасыщенных кислот. Начальными продуктами окисления являются пероксиды и гидропероксиды, в результате их превращений образуются вторичные продукты: спирты, альдегиды, кетоны, кислоты и их производные. Именно эти вещества придают жирам неприятные привкус и запах. Многие природные вещества (токоферолы, госсипол, меланоидины и др.), переходящие в масло при его извлечении из семян, обладают антиоксидантной активностью.

Технология растительных масел

Технологическая схема получения растительных масел в общем виде представлена на рис. 46.



Рис. 46. Технологическая схема получения растительных масел

Подготовка семян заключается в очистке их от примесей, сушке и разделении на фракции в зависимости от содержания влаги и размеров. Если требуется, проводится обрушивание семян (разрушение оболочек) и разделение полученной рушанки на ядро и шелуху (лузгу). Используют центробежные обрушивающие машины, где за счет однократного ударного воздействия оболочки разрушаются и лузга отвеивается в аспирационной семеновойке. Важным условием при обрушивании является сохранение целостности ядра.

Семена (или ядра) измельчают для разрушения клеточной структуры и высвобождения масла. Для этого применяют вальцовые станки, в которых на станине один над другим закреплено 4 или 5 валков, верхний рифленый, остальные гладкие. Семена через питатель поступают в зазор между первым (верхним) и вторым валками, затем между вторым и третьим и т. д., причем величина зазора уменьшается, следовательно, степень измельчения увеличивается. Полученная мятка должна состоять из однородных по размеру частиц и не должна содержать целых, неразрушенных клеток.

Можно выделить три способа извлечения масла из семян:

– при переработке семян с высоким содержанием масла сначала прессованием выделяют около 3/4 всего масла, а затем экстракцией извлекают остальное количество масла;

– из низкомасличных семян масло извлекают методом прямой экстракции, т. е. в одну ступень;

– в последние годы получили распространение небольшие установки, на которых осуществляется только отжим масла.

Прессование. В мятке масло удерживается на поверхности частиц поверхностными силами. Для ослабления этих сил применяют гидротермическую обработку мятки – увлажнение до 8–9%, и последующую тепловую обработку (80–85°C), в результате чего масло переходит в относительно свободное состояние. В этих условиях происходит частичная инактивация гидролитических и окислительных ферментов, ухудшающих качество масла.

При дальнейшем повышении температуры до 105°C происходит частичная денатурация белков, вязкость масла снижается, содержание влаги уменьшается до 5–6%, изменяются пластические свойства. Мятка превращается в мезгу, имеющую характеристики, благоприятные для отжима масла на прессах.

Масло отжимается на шнековых прессах различных конструкций. Пресс состоит из разъемного цилиндра и шнекового вала, в цилиндре имеются узкие щели для выхода отпрессованного масла.

Прессовым способом невозможно добиться полного обезжиривания мезги, на поверхности жмыха, выходящего из пресса, всегда остаются тонкие слои масла, удерживаемые поверхностными силами. Даже на прессах, работающих при максимальном давлении, остаточная масличность жмыха составляет 4–7%.

Экстракция. Экстракционный способ обеспечивает практически полное извлечение масла из жмыха. Для облегчения экстракции жмых структурируют, придавая ему форму крупки, гранул или лепестков.

Схема экстракционного процесса приведена на рис. 47.

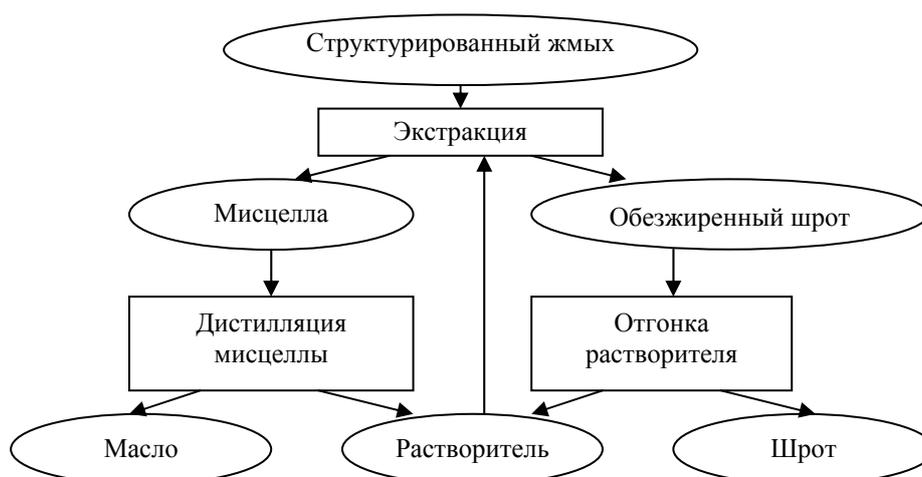


Рис. 47. Технологическая схема экстракционного процесса

В качестве растворителей для экстракции растительных масел применяют экстракционный бензин с температурой кипения 63–75°C или нефтяной растворитель (нефрас) с интервалом кипения 65–75°C. Экстракцию проводят путем погружения экстрагируемого материала в противоточно движущийся растворитель в вертикальном шнековом экстракторе или многоступенчатым орошением материала растворителем в роторном экстракторе. Экстракция погружением протекает быстро, не требует сложного оборудования, мисцелла (раствор масла в растворителе) имеет концентрацию 15–20%. Во втором случае мисцелла получается более высокой концентрации (35–40%), менее загрязнена примесями, однако возможно образование взрывоопасной смеси воздуха и паров растворителя.

Мисцеллу очищают от твердых примесей фильтрованием, отстаиванием или в гидроциклонах, а затем проводят ее дистилляцию. Отогнанный растворитель конденсируют и возвращают на экстракцию. Обычно используют двух- или трехступенчатую дистилляцию: на первой и второй ступени дистилляторы работают при атмосферном давлении, а на третьей, когда с повышением концентрации мисцеллы резко возрастает температура кипения, используют дистиллятор, работающий под разрежением. Здесь из масла удаляются следы растворителя.

На качество масла влияют технологические параметры (конечная температура масла и продолжительность обработки мисцеллы) и его состав. Присутствующие в масле фосфолипиды, каротиноиды, витамины, продукты окисления липидов при тепловом воздействии претерпевают изменения, что снижает качество масла и затрудняет дистилляцию.

Выходящий из экстрактора шрот (обезжиренный жмых) содержит от 20 до 30% растворителя, который удаляется в испарителе колонного типа. Он состоит из 9–11 чанов, расположенных друг над другом, через которые проходит общий вал с ножами для перемешивания и перемещения шрота из чана в чан. Чаны обогреваются паром, подаваемым в рубашки. Освобожденный от растворителя шрот отводится снизу, пары растворителя направляются на конденсацию, а затем возвращаются на экстракцию.

Шрот используют для получения белковых изолятов. Белок из шрота извлекают сначала водным раствором NaCl, а затем NaOH, из полученного экстракта белок осаждают HCl, промывают и высушивают в распылительной сушилке. Нерастворимый остаток шрота используют на корм животным.

Рафинация масла

В процессе маслодобывания из сырья в масло переходят не только триацилглицерины, но и другие сопутствующие им компоненты: фосфолипиды, воски, свободные жирные кислоты и спирты, гликолипиды. В растительных маслах содержатся жирорастворимые витамины и пигменты. Некоторые масла содержат специфические соединения, характерные только для данного вида масла: хлопковое – госсипол, подсолнечное – хлорагеновую кислоту, рапсовое и горчичное – тиоглюкозиды и др. Наличием различных компонентов определяется цвет, вкус и запах, свойственные данному виду масла. Кроме того, в масле могут быть примеси, которые попадают в сырье при выращивании, хранении и переработке: пестициды, полициклические ароматические углеводороды, продукты жизнедеятельности микроорганизмов. При получении масла прессованием в него переходят твердые частицы мезги.

Процесс очистки масла от нежелательных липидных компонентов и примесей называется *рафинацией*. Цель рафинации – в зависимости от вида масла и его назначения более или менее полное удаление из него сопутствующих триацилглицеринам липидных компонентов, а также освобождение масла от нежелательных примесей при максимальном сохранении в неизменном виде триацилглицериновой части. Поскольку липидные и нелипидные примеси масла имеют разнообразные свойства и строения, для их удаления применяются разные методы. Таким образом, рафинация представляет собой комплекс технологических операций, включающий механическое, химическое и физико-химическое воздействие на удаляемые компоненты (рис. 48).

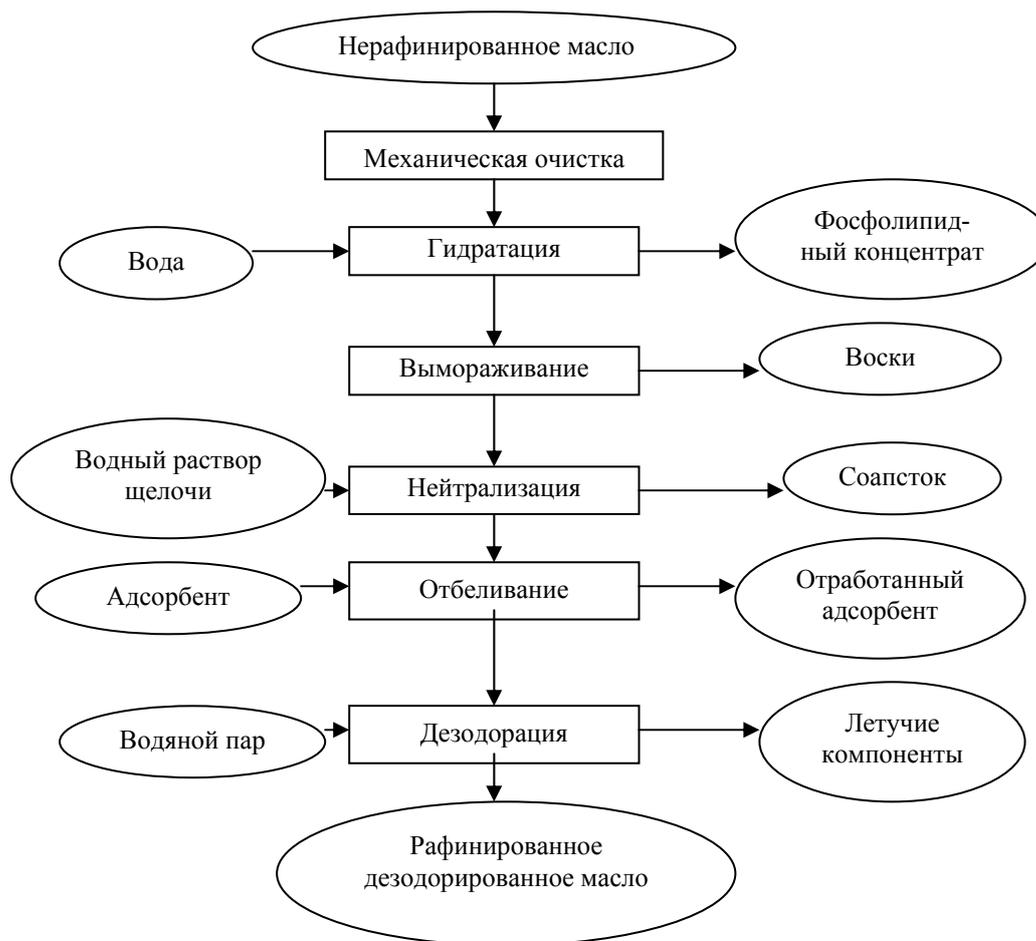


Рис. 48. Полная схема рафинации масла

Глубина очистки на каждой стадии и последовательность технологических операций определяются видом масла и его назначением. Полную рафинацию проводят при получении масла, предназначенного для непосредственного употребления в пищу, а также применяемого для производства маргарина, кондитерских, кулинарных жиров и майонеза. Для масла, направляемого на гидромирование, могут быть исключены операции отбеливания и дезодорации.

Механическая очистка. После извлечения масла из сырья на маслодобывающих предприятиях проводят удаление твердых взвешенных примесей и воды путем отстаивания в отстойниках, с помощью осадительных центрифуг и фильтрованием на рамных фильтр-прессах.

Гидратация. Цель гидратации – удаление с помощью воды гидрофильных соединений, главным образом фосфолипидов. Фосфолипиды являются ценными в пищевом отношении компонентами, обладают антиоксидантными свойствами. Однако при хранении масла

они выпадают в осадок, который легко разлагается. По этой причине фосфолипиды выделяют из масла и используют как самостоятельный продукт в лечебных, пищевых и кормовых целях.

В процессе гидратации можно выделить ряд стадий: смешивание масла с водой, формирование хлопьев осадка, отделение осадка и высушивание масла и осадка.

Подогретое масло смешивают с водой или другими гидратирующими агентами (водные растворы NaCl и ПАВ) в струйных смесителях. Температура гидратации (50–70°C) и количество добавляемой воды (3–6%) зависят от вида масла. Смесь поступает в коагулятор, где медленно перемешивается на протяжении 20–40 мин для формирования хлопьев гидратированных фосфолипидов.

Хлопья осадка отделяют путем отстаивания или с помощью сепараторов. Масло после гидратации имеет повышенное содержание влаги и не может храниться. Его направляют на дальнейшую рафинацию или сушку. Высушивают масло в вакуум-сушильном аппарате колонного типа в пленочном режиме, т. е. масло стекает по внутренним стенкам аппарата и контактными поверхностями в виде тонкой пленки, из которой в условиях вакуума при температуре 85–90°C быстро удаляется влага. Конечное содержание влаги в масле составляет 0,05%. Осадок высушивают в ротационно-пленочном аппарате и получают фосфолипидный концентрат влажностью 1%.

Вымораживание. Масло при слабом перемешивании медленно охлаждают до температуры 10–12°C и выдерживают в течение 4–6 ч для кристаллизации восков. Затем для снижения вязкости масло подогревают до температуры 16–18°C и фильтруют на рамных фильтр-прессах.

Нейтрализация (щелочная рафинация). Цель нейтрализации – связывание свободных жирных кислот с образованием нерастворимых в масле соапстоков – водных растворов мыла. Плотность соапстоков выше, чем масла, и они образуют осадки.

Масло смешивают в смесителе с водным раствором щелочи (концентрация щелочи от 70 до 150 г/л) при температуре 85–90°C. Количество щелочи определяют в зависимости от кислотного числа, характеризующего содержание свободных жирных кислот. При недостатке щелочи образуются кислые мыла, плохо растворимые в воде, поэтому щелочь берут в избытке. Вместе с тем, избыток щелочи приводит к омылению нейтральных липидов и увеличению потерь масла. Таким образом, эффективность щелочной нейтрализации характеризуют как качеством масла, так и величиной потерь.

Разделение нейтрального масла и соапстока проводят в сепараторах. Масло обрабатывают лимонной кислотой для удаления мыла и высушивают.

При невысоком кислотном числе масла удаление свободных жирных кислот осуществляют методом дистилляционной рафинации, т. е. совмещают этот процесс с дезодорацией.

Отбеливание (адсорбционная рафинация). Цель этой операции – удаление из масел жирорастворимых пигментов (каротиноидов, хлорофиллов), а из хлопкового масла, кроме того, удаление специфического для него вещества, придающего темную окраску – госсипола.

Для отбеливания масла применяют отбеливающие бентонитовые глины, основным компонентом которых являются алюмосиликаты, активные угли или смеси этих адсорбентов. Количество адсорбента должно составлять 0,5–2% от массы масла, температура отбеливания – 75–80°C.

При отбеливании в масле протекают нежелательные процессы – изомеризация жирных кислот и окисление. Для предотвращения этих процессов масло на отбеливание нужно направлять только после нейтрализации, промывки и сушки, а само отбеливание рекомендуется проводить под вакуумом. По окончании процесса адсорбент отделяют от масла фильтрованием.

Дезодорация. Цель – удаление из масла низкомолекулярных жирных кислот, альдегидов, кетонов и других летучих продуктов, определяющих запах и вкус масла.

Перед дезодорацией масло подвергают деаэрированию путем распыления в вакууме при температуре 130–180°C. Дезодорацию проводят путем отгонки летучих компонентов с водяным паром в вакууме. Температура масла достигает 215–230°C.

Таким образом, в результате ряда последовательных операций масло освобождается от компонентов, присутствие которых снижает его стойкость при хранении, пищевую ценность, органолептические показатели. Попутно в этих процессах удаляются и другие нежелательные примеси. Так, при нейтрализации снижается содержание в масле тяжелых металлов, а в процессе отбеливания и дезодорации из масла удаляются такие посторонние примеси, как пестициды, полициклические ароматические углеводороды и др.

Гидрирование и переэтерификация масел и жиров

Гидрирование. В связи с ограниченностью ресурсов твердых природных жиров, необходимых для производства маргарина,

кулинарных и кондитерских жиров и для технических целей (мыловарение, получение стеарина, технологических смазок и др.) проводят гидрирование жиров. При обработке жидких растительных масел водородом в присутствии катализаторов происходит частичное или полное насыщение остатков ненасыщенных жирных кислот и получаются саломасы – пластичные высокоплавкие жиры. Гидрирование протекает селективно, т. е. в первую очередь водород присоединяют более ненасыщенные кислоты, а при одинаковом количестве двойных связей в первую очередь гидрируются кислоты с меньшим количеством атомов углерода.

Водород для гидрирования получают путем электролиза, которому подвергают слабые водные растворы щелочей и кислот. Для получения пищевых саломасов применяют никелевый катализатор на кизельгуре, саломасы технического назначения получают с использованием никель-медных катализаторов. В основном используют непрерывный процесс, гидрирование происходит в последовательно работающих реакторах с мешалками. Температура масла при гидрировании составляет 210–230°C.

Наиболее совершенны стационарные катализаторы, при применении которых не требуются операции приготовления суспензии катализатора и отделения его от саломаса фильтрованием. В этом случае гидрирование происходит в колонном аппарате, внутри которого установлены корзины с катализатором. По мере использования активность катализатора снижается, после чего проводится его регенерация или замена.

В условиях гидрирования протекает побочный процесс – изменение пространственной конфигурации остатков жирных кислот (*цис-транс*-изомеризация). Присутствие в пищевых жирах *транс*-изомеров, содержание которых может достигать 40%, недопустимо. По этой причине в последнее время все большее распространение получает другой метод модификации жирового сырья – переэтерификация.

Переэтерификация – перераспределение ацильных групп в триацилглицеринах масел и жиров. Может быть внутримолекулярная переэтерификация – изменение положения ацильных групп внутри триацилглицерина и межмолекулярная – обмен ацильными группами разных триацилглицеринов. Переэтерификация высокоплавких животных и растительных жиров с жидкими растительными маслами позволяет получить пластичные пищевые жиры с высоким содержанием линолевой кислоты.

Технологическая схема процесса переэтерификации приведена на рис. 49. Смесь масел и жиров предварительно рафинируют. В качестве катализатора переэтерификации используют метилат и этилат натрия, процесс проводят при температуре 80–90°C в течение 0,5–1,0 ч. Готовый продукт промывают и сушат.



Рис. 49. Технологическая схема переэтерификации жиров и масел

Получение маргарина и майонеза

Маргарин представляет собой тонкодисперсную эмульсию воды в масле. Жировую фазу маргарина образуют рафинированные дезодорированные растительные масла, животные жиры, переэтерифицированные жиры и пищевые саломасы. Для придания маргарину вкуса, аромата и цвета используют молоко (натуральное пастеризованное или сквашенное), соль, сахар, ароматизаторы, красители, для обеспечения устойчивости эмульсии добавляют эмульгаторы.

Компоненты смешивают в смесителе, здесь же происходит предварительное эмульгирование. Смеситель снабжен водяной рубашкой для охлаждения смеси. Грубая эмульсия из смесителя направляется в эмульсатор центробежного типа, где с помощью вращающихся дисков обеспечивается интенсивное диспергирование

эмульсии. Далее эмульсия проходит переохладитель, где охлаждается при механической обработке, благодаря чему эмульгирование продолжается. И, наконец, в кристаллизаторе в результате сложных процессов кристаллизации и рекристаллизации продукт приобретает структуру, твердость, однородность и пластичность.

Майонез – сметанообразная тонкодисперсная эмульсия рафинированного дезодорированного растительного масла в воде с добавлением эмульгаторов и вкусовых веществ (молоко, горчичный порошок, сахар, соль, яичный порошок, уксусная кислота и др.).

Подготовленные компоненты смешивают и получают грубую эмульсию, которая проходит гомогенизатор и превращается в готовый продукт.

17. ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Предприятия молочной отрасли выпускают широкий ассортимент молочной продукции: молоко пастеризованное и стерилизованное, сливки пастеризованные и стерилизованные, кисломолочные продукты, сметану, творог и творожные изделия (сырки, творожки, творожные массы, десерты и др.), сыры, масло сливочное, мороженое, молоко и сливки концентрированные, сгущенные, сухие и др. Ежегодно в республике перерабатывается более 4,4 млн. т молока. Крупнейшими молокоперерабатывающими предприятиями республики являются: ОАО «Савушкин продукт» (более 260 тыс. т перерабатываемого молока в год), ОАО «Бабушкина крынка» (около 195 тыс. т), ОАО «Слуцкий СК» (более 166 тыс. т). Около 150 тыс. т молока ежегодно перерабатывают ОАО «Рогачевский МКК» и ОАО «Гродномолкомбинат», более 100 тыс. т – ОАО «Березовский СК», ОАО «Молоко» (г. Витебск), ОАО «Пинский МК», ОАО «Глубокский МКК», ОАО «Лидский МКК», ОАО «Молочные продукты» (г. Гомель). В Минске производством молочных продуктов занимается три предприятия: ОАО «Гормолзавод № 1» (перерабатывает более 90 тыс. т молока в год), ОАО «Гормолзавод № 2» (около 77 тыс. т) и КПУП «Гормолзавод № 3» (более 105 тыс. т). ОАО «Беллакт» (Гродненская обл.) выпускает молочные продукты для детского питания, перерабатывая около 130 тыс. т молока ежегодно.

Пищевая ценность и химический состав молока

Молоко – один из самых ценных продуктов питания. По пищевой ценности оно может заменить любой продукт, но ни один другой продукт в полной мере молоко не заменит. Пищевая ценность молока обусловлена содержанием всех необходимых для организма человека веществ: белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов, ферментов, гормонов (табл. 5). Причем эти компоненты в молоке находятся в оптимальном сочетании.

Молоко легко усваивается, способствует созданию кислой среды в кишечном тракте и подавляет развитие гнилостных процессов; казеин молока образует нерастворимые соли с тяжелыми металлами и выводит их из организма.

Белки молока являются самыми полноценными из всех животных белков. Биологическая ценность молочного жира обусловлена наличием полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линолено-

вой, арахидоновой) и жирорастворимых витаминов. В молоке велико содержание солей кальция и фосфора, которые необходимы для формирования костной ткани, деятельности мозга, восстановления крови. Эти элементы находятся в молоке в легко усвояемой форме и в сбалансированных соотношениях. Биологическая ценность молока дополняется содержанием в нем почти всего комплекса витаминов.

Таблица 5

Средний химический состав молока

Компонент	Содержание, %	Компонент	Наименование
Белки, в т. ч. казеин сывороточные	3,0–4,2 2,6–3,4 0,4–0,8	Пигменты	Хлорофилл Ксантофилл Каротин Уробилин
Компонент	Содержание, %	Компонент	Наименование
Небелковые азотистые вещества	0,024–0,035	Ферменты	Оксидоредуктазы Гидролазы Трансферазы Лиазы
Липиды	2,8–5,0	Витамины	
Углеводы	4,5–5,0	Иммунные тела	
Минеральные вещества	0,6–0,8	Лимонная кислота (соли)	

Энергетическая ценность молока составляет 2720 кДж/кг.

Молоко содержит 11–13% сухого остатка, который определяется высушиванием навески молока при $(102 \pm 2)^\circ\text{C}$ до постоянной массы. Более стабильным является содержание сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), которое составляет 8–9%. По величине СОМО судят о натуральности молока, она должна быть не ниже 8%.

Белки. Они содержат все незаменимые аминокислоты в сбалансированном соотношении и легко перевариваются в желудочно-кишечном тракте. Из данных табл. 1 (гл. 1) видно, что сывороточные белки имеют высокую биологическую ценность, а казеин в некоторой степени дефицитен по серосодержащей аминокислоте цистину.

Коровье молоко содержит 6 главных белков (четыре фракции казеина: α_{S1} -казеин, α_{S2} -казеин, β -казеин, χ -казеин; β -лактоглобулин; α -лактальбумин), небольшое количество других белков (альбумина сывотки крови и иммуноглобулинов) и производные (продукты протеолиза) фракций казеина.

На практике под *казеином* понимают смесь фосфопротеидов, осаждаемых из обезжиренного молока при подкислении до pH 4,6–4,7.

Принадлежность казеина к фосфопротеидам обусловлена наличием в его составе фосфорной кислоты, присоединенной моноэфирной связью к остаткам серина:



Очищенный казеин, выделенный из молока с помощью уксусной кислоты, представляет собой аморфный порошок белого цвета без запаха и вкуса, практически не растворимый в воде, растворимый в слабых растворах щелочей, солей щелочных и щелочноземельных металлов и минеральных кислот. Он может быть разделен на фракции, различающиеся по составу и свойствам.

Фракции казеина различаются первичной структурой полипептидных цепей и степенью фосфорилирования. Фракции имеют близкие молекулярные массы (19 000–24 000 Да), количество аминокислотных остатков в молекуле α_{S1} -, α_{S2} -, β - и χ -казеина составляет соответственно 199, 207, 209 и 169. В молоке преобладают α_{S1} - и β -казеин, их доля составляет 38 и 39%, α_{S2} - и χ -казеин содержатся в меньшем количестве (10 и 13% от всего казеина). Фосфопротеиды α_{S1} -, α_{S2} - и β -казеин чувствительны к ионам кальция, χ -казеин – гликофосфопротеид, к ионам кальция не чувствителен, но осаждается сычужным ферментом.

Гетерогенные фосфопротеиды казеина самоассоциируются в мицеллы в присутствии кальция, цитратов и фосфатов. В виде мицелл в молоке содержится до 95% казеина. Остальная часть (растворимый казеин) – в виде мономеров, полимеров фракций казеина и небольших субмицелл, остающихся в супернатанте при ультрацентрифугировании.

В растворе казеин имеет ряд свободных функциональных групп, которые обуславливают его заряд, характер взаимодействия с водой (гидрофильные свойства) и способность вступать в химические реакции. В свежем молоке (рН 6,6–6,7) казеин имеет отрицательный заряд. Равенство положительных и отрицательных зарядов (изоэлектрическое состояние) наступает в кислой среде при рН 4,6–4,7.

Способность казеина связывать воду имеет большое практическое значение. От его гидрофильных свойств зависит устойчивость мицелл в сыром, пастеризованном и стерилизованном молоке.

В процессе высокотемпературной тепловой обработки молока происходит взаимодействие денатурированного β -лактоглобулина с казеиновыми мицеллами, в результате чего гидрофильные свойства казеина усиливаются. От интенсивности этого взаимодействия зависят структурно-механические свойства (прочность, способность отделять сыворотку) кислотного и кислотно-сычужного сгустков, образующихся при выработке кисломолочных продуктов и сыра.

К *сывороточным* белкам относят группу азотистых соединений молока, которые остаются в сыворотке после осаждения казеина. Сывороточные белки составляют около 20% белков молока. Это группа глобулярных белков, отличающихся друг от друга по структуре и свойствам. Главным представителем является β -лактоглобулин, на долю которого приходится около 50% всех сывороточных белков, α -лактальбумин составляет около 20%. В небольшом количестве содержатся альбумин сыворотки крови, иммуноглобулины и другие белки. В отличие от казеинов сывороточные белки не ассоциируют друг с другом и не осаждаются в изоэлектрической точке, их молекулярная масса колеблется в широком интервале (от 14 000 до 1 000 000 Да). Полипептидные цепи сывороточных белков не содержат фосфорных эфиров, отличаются большим количеством серосодержащих аминокислот, характеризуются равномерным распределением вдоль цепи полярных и неполярных аминокислот, поэтому имеют компактную вторичную структуру. По сравнению с казеином сывороточные белки менее чувствительны к кальцию, но более чувствительны к нагреванию, которое вызывает их денатурацию.

И казеин, и сывороточные белки проявляют генетический полиморфизм, первичные структуры генетических вариантов отличаются друг от друга, как правило, заменой одного или двух аминокислотных остатков.

Небелковые азотистые вещества. Это промежуточные и конечные продукты азотистого обмена, которые попадают в молоко из крови животного. Важнейшими из них являются мочевины, пептиды, аминокислоты, аммиак, оротовая и мочева кислота и др. Эти компоненты влияют на кислотность молока, кислотообразующую способность заквасок и другие показатели.

Липиды молока. Основным компонентом молочного жира являются триацилглицерины, на долю которых приходится 97–98%. Кроме того в молоке содержатся моно- и диацилглицерины, фосфо- и гликолипиды, свободные жирные кислоты, стерин, жирорастворимые витамины и пигменты.

В триацилглицеринах молочного жира обнаружено почти 400 остатков жирных кислот с числом углеродных атомов от 4 до 26, среди них есть насыщенные, с четным и нечетным числом атомов углерода, моно- и полиненасыщенные (*цис*- и *транс*-изомеры), линейного и разветвленного строения, гидрокси- и кетокислоты. Однако лишь 10–13 кислот с четным числом атомов углерода встречаются в количестве более 1–5%. Это пальмитиновая, стеариновая, миристиновая, олеиновая, элаидиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая кислоты, а также более низкомолекулярные: масляная, капроновая, каприловая, каприновая, лауриновая. Содержание насыщенных кислот колеблется от 58 до 77%, достигая максимума зимой и минимума летом, содержание ненасыщенных зимой составляет 25–39%, летом – 34–47%. Количество полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой, арахидоновой) в молочном жире по сравнению с растительными маслами невелико и составляет 3–5%, их содержание выше летом. Однако летом биологическая ценность жира снижается из-за содержания полиненасыщенных жирных кислот с сопряженными связями, которые быстро окисляются кислородом воздуха.

Содержание остальных кислот не превышает 1%, а некоторые (минорные) найдены в следовых количествах.

Моно- и полиненасыщенные жирные кислоты содержатся в молочном жире главным образом в *цис*-форме, но могут иметь и *транс*-конфигурацию. Количество *транс*-изомеров в молоке выше летом и может составлять более 5% общего содержания кислот, в сливочном масле – до 15%, в маргарине – 30–50%. По неуточненным данным Международной молочной федерации содержание *транс*-изомеров в составе потребляемых жиров более 28% может представлять угрозу для здоровья, поскольку они не усваиваются в организме человека и вызывают ряд заболеваний – сахарный диабет, ожирение, атеросклероз и др.

Фосфолипиды и гликолипиды (представленные в молоке в основном цереброзидами) содержатся в оболочках жировых шариков. Технологическая переработка молока вызывает их перераспределение между фазами. При сепарировании до 70% фосфолипидов молока переходит в сливки, при сбивании последних в масло уходит меньше половины фосфолипидов (30–45%), большая часть остается в пахте. При производстве сыра основное количество фосфолипидов переходит в сырную массу.

Содержание стерина в молоке составляет 0,01–0,02%, в сливочном масле – 0,17–0,19%, в сыре – 0,28–1,55%. Стерины в основном растворены в жире, частично входят в состав оболочек

жировых шариков. Стерины в молоке в основном представлены холестерином. Вместе с тем исследованиями американских ученых было показано, что употребление молочных продуктов может способствовать уменьшению биосинтеза холестерина в печени взрослого человека и снижению его уровня в сыворотке крови. Предполагается, что ингибитором процесса биосинтеза холестерина из ацетата является оротовая кислота, которая образуется в процессе синтеза пиримидиновых азотистых оснований. Содержание оротовой кислоты в коровьем молоке составляет 2–8 мг%, в овечьем – до 30 мг%.

Желтая окраска молочного жира обусловлена наличием в нем каротиноидов. Содержание их в молоке колеблется от 0,05 до 0,90 мг/кг и зависит от времени года. При выработке некоторых видов масла (булгурное и др.) в сливки вносят раствор β -каротина. При пастеризации каротин разрушается незначительно (на 10–13%), а сгущение и сушка молока приводят к уменьшению его содержания на 20%. Хранение молока или масла при доступе кислорода или под действием света вызывает более значительные потери каротина.

Жирорастворимые витамины А, D, E, K и их провитамины присутствуют в молоке главным образом в составе оболочек жировых шариков. Витамин А образуется в слизистой кишечника животных из каротинов корма. Для человека сливочное масло, сливки, сметана, сыры являются основными поставщиками витаминов А, D и β -каротина. Витамины E и K в молоке содержатся в небольшом количестве.

В последнее время во многих странах стало развиваться производство молочных продуктов (сливочного масла, сметаны, мороженого, сухого и сгущенного молока, плавленых сыров, молочных десертов и др.) с комбинированным жировым составом. Это связано с экономией молочного жира, повышением биологической ценности комбинированных молочных продуктов за счет увеличения содержания полиненасыщенных жирных кислот и снижением количества холестерина.

Для технологической обработки молока важное значение имеет то, что жировая фаза находится в плазме молока в виде шариков более или менее правильной формы, окруженных защитными липопротеидными оболочками. Размер и количество шариков жира в молоке непостоянны и зависят от породы животных, стадии лактации, кормовых рационов и других факторов. В 1 см³ молока содержится $1,5 \cdot 10^{10}$ шариков жира, их средний диаметр – 2,5–4,6 мкм (при колебаниях от 1 до 10 мкм и более). Размеры шариков жира имеют практическое значение, так как определяют степень перехода жира в продукт при производстве сливок, масла, сыра, творога и т. д.

Физическая стабильность шариков жира в молоке и молочных продуктах, их поведение при отстое сливок и технологической обработке (гомогенизации, пастеризации и т. д.) в основном зависят от состава и свойств оболочек.

Многочисленными исследованиями показано, что оболочки шариков жира состоят из липидов, белков, минеральных элементов. Поверхностно-активные компоненты ориентированы таким образом, что снижают поверхностное натяжение, создают гидратные оболочки, а значит, повышают агрегативную устойчивость жировой эмульсии. Двухвалентные катионы Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} оказывают стабилизирующее действие на структуру оболочки, образуя «мостики» между отрицательно заряженными группами белковых и липидных компонентов.

По данным электронно-микроскопических исследований оболочки жировых шариков состоят из двух слоев различного состава – внутреннего тонкого, плотно прилегающего к жировой глобуле, и внешнего рыхлого, легко десорбируемого при технологической обработке молока.

В свежесыводенном молоке нативные оболочки имеют шероховатую поверхность и довольно большую толщину внешнего слоя. После перемешивания, встряхивания и хранения молока оболочки шариков жира становятся более гладкими и тонкими. Эти изменения обусловлены десорбцией (высвобождением) части фосфолипидов, белков и ферментов из оболочек в плазму. Одновременно происходит сорбция иммуноглобулинов, казеиновых мицелл, липазы и других компонентов плазмы на поверхности оболочек жировых шариков. Это приводит к снижению прочности и даже к частичному разрыву оболочек. Значительное изменение структурной организации оболочек жировых шариков вплоть до их разрыва может произойти при длительном воздействии на молоко высоких температур. Это происходит вследствие денатурации структурных белков оболочек.

Серьезные изменения состава и структуры оболочек происходят при гомогенизации молока и сливок. При возрастании общей поверхности жировых шариков нативный материал оболочек замещается казеиновыми мицеллами и денатурированными сывороточными белками, т. е. происходит построение новых оболочек.

Во время гомогенизации меняются физические и технологические свойства молока – способность к кислотной и сычужной коагуляции и термоустойчивость.

Оболочки могут быть разрушены полностью лишь в результате специального механического воздействия, применяемого, например, при получении сливочного масла.

Таким образом, стабильность жировой эмульсии молока можно объяснить следующими факторами:

– на поверхности оболочек жировых шариков находятся полярные группы (карбоксильные, карбонильные, фосфатные, аминогруппы и др.) и создается суммарный отрицательный заряд. В результате присоединения к отрицательно заряженным группам катионов Mg^{2+} , Ca^{2+} и других образуется двойной электрический слой, возникает ζ -потенциал и действуют электростатические силы отталкивания, превышающие силы притяжения;

– дополнительное стабилизирующее действие оказывают гидратные оболочки, которые формируются вокруг полярных групп;

– на границе раздела фаз создается структурно-механический барьер, поскольку оболочки шариков обладают повышенной структурной вязкостью, механической прочностью и упругостью.

Углеводы молока. Основным углеводом молока является дисахарид лактоза (молочный сахар), моносахариды (глюкоза, галактоза и др.) присутствуют в молоке в небольшом количестве, более сложные олигосахариды – в виде следов.

Содержание лактозы в коровьем молоке составляет 4,5–5,0%, в основном она находится в свободном состоянии.

При окислении лактозы слабыми окислителями (раствор Фелинга, йод и др.) образуется лактобионовая кислота (рис. 50), эта реакция используется для количественного определения лактозы в молоке.

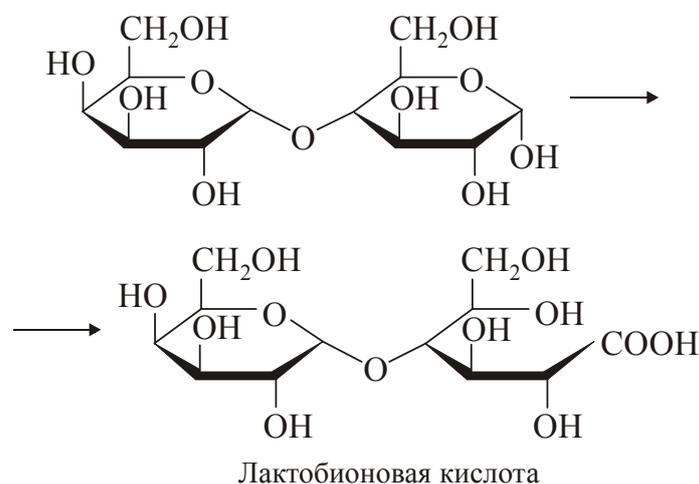


Рис. 50. Схема окисления лактозы

При восстановлении лактозы получается сахарный спирт лактит (лактитол) (рис. 51). В отличие от лактозы он хорошо растворим в воде, имеет чистый освежающий вкус, хорошие адсорбционные

и эмульгирующие свойства, по сладости сравним с лактозой. Лактитол используют при производстве мороженого для диабетиков.

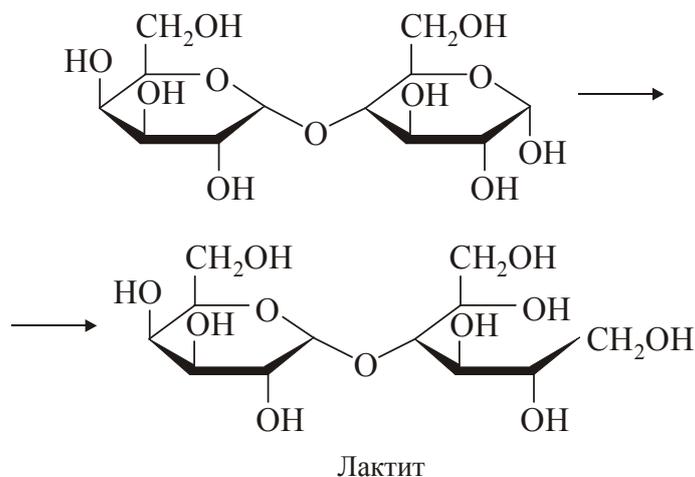


Рис. 51. Схема восстановления лактозы

Из пересыщенных растворов лактоза кристаллизуется, причем при температуре ниже 93°C в α -гидратной форме с одной молекулой кристаллизационной воды, при температуре выше 93°C – в безводной β -форме. Кристаллизация лактозы – важная технологическая операция при выработке сгущенного молока с сахаром.

При нагревании водных растворов лактозы до температуры 100°C и выше происходит трансформация глюкозы во фруктозу и образуется лактулоза (рис. 52).

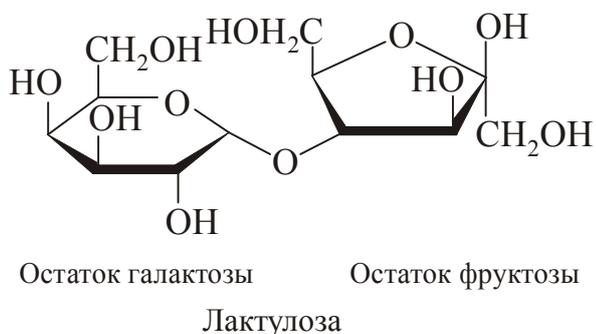


Рис. 52. Структура лактулозы

Лактулоза в 1,6–2,0 раза слаще лактозы, хорошо растворяется в воде, не кристаллизуется даже в концентрированных растворах. Ее считают наиболее активным бифидогенным фактором. Установлено, что лактулоза не переваривается в верхнем отделе желудочно-кишечного тракта, а, попадая в толстый кишечник, способствует

развитию бифидобактерий. Они превращают лактулозу в молочную, уксусную и другие кислоты, что препятствует развитию посторонней микрофлоры. В настоящее время лактулозу используют при производстве продуктов детского питания, а также диетического и лечебно-профилактического питания взрослых.

Нагревание растворов лактозы в присутствии аммиака и аминов приводит к легкому побурению, что связано с образованием меланоидинов – веществ темного цвета с явно выраженным привкусом карамелизации.

Под действием фермента β -галактозидазы (лактазы) лактоза гидролизуется до моносахаридов. Ферментные препараты используют для получения молочных продуктов с низким содержанием лактозы.

Под действием ферментов дрожжей, молочнокислых и других бактерий лактоза подвергается гидролизу и дальнейшему глубокому распаду (брожению) с образованием кислот, спиртов, эфиров и других продуктов. Различают молочнокислое, спиртовое, пропионово-кислое, маслянокислое и другие виды брожения.

Гексозы глюкоза и галактоза в свободном состоянии в молоке содержатся в количестве около 0,02% каждая. После тепловой высокотемпературной обработки в молоке появляется изомер галактозы – тагатоза (рис. 53).

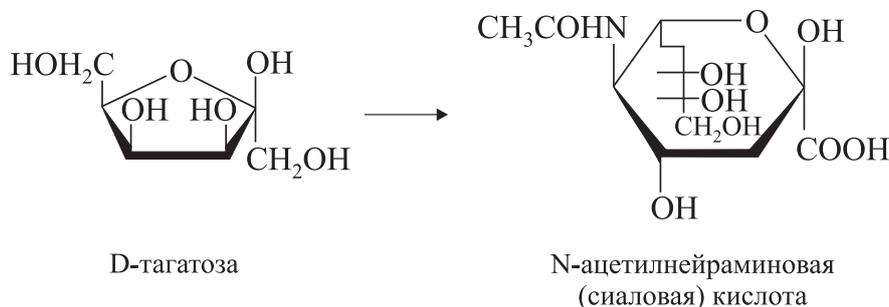


Рис. 53. Структура тагатозы и сиаловой кислоты

В свободном и связанном состоянии в молоке содержатся производные моносахаридов – фосфорные эфиры и аминокислоты. Аминокислоты, представленные аминокислотами и сиаловой кислотой, входят в состав углеводной части гликопротеидов молока: χ -казеина, иммуноглобулинов, белков оболочек жировых шариков. Сиаловая кислота обычно занимает концевое положение, обуславливая гидрофильные свойства и высокий отрицательный заряд гликопротеидов.

Олигосахариды, содержащие 3–6 и более остатков моносахаридов и их производных (прежде всего, N-ацетилглюкозамина),

обладают способностью стимулировать рост бифидобактерий. Корожье молоко содержит следы таких олигосахаридов, они выделены из женского молока.

В процессе сквашивания молока молочнокислые бактерии продуцируют экзополисахариды. Эти углеводы (часто в виде комплексов с белками) обладают повышенной вязкостью и влагоудерживающей способностью, т. е. положительно влияют на консистенцию молочных продуктов.

Минеральные вещества. Количество минеральных веществ в молоке составляет 0,6–0,8%, они подразделяются на макро- и микроэлементы.

Наиболее важными макроэлементами являются фосфор и кальций. Они находятся в молоке в легкоусвояемой форме и сбалансированных соотношениях. Установлено, что в молоке всех млекопитающих существует высокая корреляционная зависимость между содержанием фосфора и кальция и количеством казеина.

Кальций в молоке присутствует в трех формах: в виде ионов, в виде фосфатов и цитратов и кальций, прочно связанный с казеином. Большая часть фосфатов и цитратов содержится в коллоидном состоянии и небольшая часть в виде истинного раствора, между этими формами существует равновесие. Соотношение этих форм, влияющее на количество в молоке ионизированного кальция, играет важную роль в поддержании определенной степени дисперсности, гидратации белковых частиц, их стабилизации при тепловой обработке и в протекании сычужного свертывания. К примеру, молоко, в котором содержание ионов кальция не превышает 9,5–10,5 мг%, обладает высокой термоустойчивостью, а молоко с низким содержанием ионизированного кальция (< 8 мг%) плохо свертывается сычужным ферментом (сычужно-вялое).

Фосфор содержится в молоке в минеральной и органической формах. Неорганические соединения (63–66% общего количества фосфора) представлены фосфатами кальция и других металлов, органические соединения – это фосфор в составе казеина, фосфолипидов, фосфорных эфиров углеводов, нуклеиновых кислот и др.

Кроме фосфора и кальция к макроэлементам относятся магний, калий, натрий, хлор. Хлориды натрия и калий обеспечивают определенную величину осмотического давления молока, их фосфаты и карбонаты входят в состав буферных систем молока, фосфаты и цитраты обеспечивают солевое равновесие молока, т. е. определенное соотношение между ионами кальция и анионами фосфорной и

лимонной кислот. От него зависит количество ионизированного кальция, который в свою очередь влияет на дисперсность и стабильность мицелл казеина.

Важным показателем биологической активности молока является содержание цитратов. Они необходимы для развития ароматизирующих бактерий, входят в состав буферных систем молока и казеиновых мицелл.

Микроэлементами считают те минеральные вещества, концентрация которых невелика и измеряется в микрограммах на килограмм. К ним относятся железо, медь, цинк, марганец, кобальт, йод, молибден, фтор, алюминий, кремний, селен, олово, хром и др. В молоке микроэлементы связаны с оболочками жировых шариков, казеином и сывороточными белками, входят в состав ферментов, витаминов, гормонов.

Ферменты. В молоке содержится около 100 ферментов различного происхождения. Различают нативные ферменты, которые синтезируются непосредственно в секреторных клетках молочной железы или поступают в молоко из крови животного, и ферменты, продуцируемые микробиотой молока.

Ферменты имеют большое практическое значение. На действии одних (гидролаз, оксидоредуктаз и др.) основано производство кисломолочных продуктов и сыров. Другие (липазы, протеазы и др.) вызывают глубокие изменения составных частей молока при хранении, что может привести к снижению его пищевой ценности и возникновению пороков. И, наконец, по активности некоторых ферментов можно судить о санитарно-гигиеническом состоянии сырого молока или эффективности его пастеризации.

Например, так называемая редуктазная проба используется для определения бактериальной обсемененности молока. Она основана на определении продолжительности восстановления (обесцвечивания) метиленового голубого, которая зависит от количества дегидрогеназ (редуктаз), накапливающихся в молоке при размножении бактерий.

Фермент лактопероксидаза устойчив в кислой среде, довольно термостабилен, инактивируется при температуре выше 80°C. Это свойство используют для определения эффективности высокотемпературной пастеризации молока. Проба на пероксидазу заключается в проведении реакции окисления йодида калия пероксидом водорода, которая катализируется этим ферментом.

Витамины. Молоко содержит практически весь комплекс витаминов. В табл. 6 приведено среднее содержание витаминов в молоке и суточная потребность в их взрослого человека и грудных детей.

Таблица 6

Содержание витаминов в молоке и потребность в них человека

Витамин	Среднее содержание в молоке, мг%	Суточная потребность, мг	
		взрослого человека	грудных детей
А (ретинол)	0,03	0,8–1,0	0,4
D (кальциферол)	$0,05 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$
Е (токоферолы)	0,09	8,0–10,0	3,0–4,0
В ₁ (тиамин)	0,04	1,1–1,4	0,3–0,5
В ₂ (рибофлавин)	0,15	1,3–1,7	0,4–0,6
РР (ниацин)	0,10	14–18	5–7
В ₆ (пиридоксин)	0,05	1,6–1,8	0,4–0,6
В ₉ (фолиевая кислота)	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$200 \cdot 10^{-3}$	$(40–60) \cdot 10^{-3}$
В ₁₂ (кобаламины)	$0,40 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$(0,3–0,5) \cdot 10^{-3}$
С (аскорбиновая кислота)	1,5	70,0	30–40

Содержание витаминов в сыром молоке зависит от кормовых рационов, времени года, физиологического состояния, породы и индивидуальных особенностей животного. Содержание некоторых витаминов снижается при транспортировке, хранении и тепловой обработке молока.

Гормоны. В молоко из крови переходят эндогенные (выделяемые эндокринными железами животного) и экзогенные (гормональные препараты, применяемые для стимулирования молочной продуктивности, развития животных, усвоения кормов и т. д.) гормоны. По химическому строению некоторые из них являются пептидами и белками, большая группа имеет стероидную структуру, другие представляют собой производные аминокислот и жирных кислот.

Газы. Молоко при получении, хранении, транспортировке и переработке соприкасается с воздухом, газы которого растворяются в нем. Общее содержание газов в молоке составляет 60–120 мг/кг, основные – диоксид углерода, кислород, азот, незначительное количество аммиака.

Чужеродные вещества. К чужеродным веществам молока относятся антибиотики, пестициды, тяжелые металлы, радионуклиды, нитраты, нитриты, микотоксины, бактериальные яды, моющие и дезинфицирующие вещества и др. Одни из них являются токсичными (вызывают пищевые отравления и инфекции), другие могут обладать канцерогенным, мутагенным действием, некоторые нарушают ход технологического процесса, что приводит к снижению качества и пищевой ценности молочных продуктов.

Присутствие антибиотиков, например, подавляет развитие молочнокислых бактерий, применяемых при производстве кисломолочных продуктов, нарушает сычужное свертывание молока.

Употребление молока, содержащего нитраты и нитриты, приводит к образованию метгемоглобина, неспособного связывать и переносить кислород, к нарушению обмена веществ, снижению активности пищеварительных ферментов. Кроме того, нитраты и нитриты являются предшественниками синтеза канцерогенных N-нитрозаминов.

При поедании животными ядовитых растений, скармливании им зерна с примесью ядовитых семян, большого количества хлопчатникового жмыха, проросшего картофеля в молоко попадают растительные яды. Токсичностью обладают алкалоиды (колхицин в безвременнике осеннем), гликозиды (сапонины и соланидины в проросших и позеленевших клубнях картофеля), эфиро-горчичные масла (в полыни, горчице, полевой сурепке), пигменты (госсипол в хлопчатниковом жмыхе) и др.

Чужеродными для молока являются и соединения, специально добавляемые в качестве красителей, подсластителей, стабилизаторов, ароматизаторов и консервантов. Они могут применяться только после проверки на безопасность.

Первичная, механическая и тепловая обработка молока

Первичная обработка. Для предотвращения бактериального загрязнения молока необходимо не только соблюдение санитарных и ветеринарных правил при его получении, но и первичная обработка. Цель первичной обработки – обеспечить стойкость молока при его транспортировании и хранении.

Первичная обработка включает очистку и охлаждение.

Для удаления механических примесей молоко фильтруют либо применяют сепараторы-молокоочистители, в которых механические примеси удаляются под действием центробежной силы.

Свежевыдоенное молоко обладает бактерицидной активностью – способностью на протяжении определенного периода времени подавлять развитие микроорганизмов. Антибактериальные свойства молока придают следующие компоненты:

- иммуноглобулины (антитела), которые связывают антигены (клетки, белки) в результате специфических реакций;
- лейкоциты, защитная функция которых заключается в способности к фагоцитозу бактерий, эритроцитов и других клеток;

– лизоцим – фермент, катализирующий гидролиз полисахаридов клеточных стенок бактерий и вызывающий лизис многих бактерий;

– лактоферрин – белок, связывающий железо и делающий его недоступным для бактерий.

Для увеличения длительности бактерицидной фазы молоко охлаждают до температуры 4–6°C.

Очищенное от механических примесей и охлажденное молоко в герметичной таре транспортируется на молокоперерабатывающее предприятие.

При приемке молока ежедневно в каждой партии определяют органолептические показатели, кислотность, температуру, массовую долю жира, плотность, группу чистоты, термоустойчивость, температуру замерзания. Не реже 1 раза в 10 дней определяют бактериальную обсемененность, содержание соматических клеток, наличие ингибирующих веществ, не реже 2 раз в месяц – массовую долю белка. В зависимости от физико-химических и микробиологических показателей молоко подразделяют на сорта в соответствии с требованиями, приведенными в табл. 7.

Таблица 7

Физико-химические и микробиологические показатели молока

Показатель	Норма для молока			
	высшего сорта	первого сорта	второго сорта	несортного
Кислотность, °Т*	16–18	16–18	16–21	< 16 или > 21
Группа чистоты по эталону, не ниже группы	I	I	II	III
Плотность, кг/м ³ , не менее	1028	1027	1027	< 1027
Температура замерзания, °С	Не выше (-0,52)		Выше (-0,52)	
Количество МАФАНМ**, КОЕ***/см ³ , не более	3 · 10 ⁵	5 · 10 ⁵	4 · 10 ⁶	–
Число соматических**** клеток, кл./см ³ , не более	5 · 10 ⁵	1 · 10 ⁶		–

* Кислотность в градусах Тернера – количество 0,1 н. раствора NaOH, необходимого для нейтрализации 100 мл молока; 1°Т соответствует 9 мг молочной кислоты.

** МАФАНМ – мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы.

*** КОЕ – колинийобразующие единицы.

**** греч. soma – тело; 80–90% соматических клеток приходится на эпителиальные клетки, остальное – лейкоциты, лимфоциты, макрофаги.

На молочные заводы не принимают молоко, полученное в первые 7 дней после отела (молозиво) и в последние 5 дней лактационного периода (стародойное молоко). Это молоко значительно отличается от нормального по химическому составу, органолептическим и физико-химическим показателям.

Механическая обработка. *Очистка молока* производится на сепараторах-молокоочистителях, где под действием центробежной силы из молока удаляются механические примеси. В последнее время все большее распространение получают бактофуги, позволяющие удалять мелкие бактериальные клетки. Бактофугирование молока обеспечивает его высокую микробиологическую чистоту, создает благоприятные условия для активного развития микробиоты заквасок и способствует получению кисломолочных продуктов высокого качества с увеличенным сроком хранения.

Сепарирование молока – разделение его на две фракции различной плотности: высокожирную (сливки) и низкожирную (обезжиренное молоко). Сепаратор имеет вентиль, предназначенный для регулирования жирности получаемых сливок, которая изменяется в зависимости от количества сливок и обезжиренного молока.

Скорость сепарирования зависит от ряда факторов: размеров жировых шариков, плотности плазмы, вязкости молока. Повышение температуры молока способствует снижению его вязкости, переходу жира в жидкое состояние, что улучшает сепарирование. Оптимальная температура сепарирования – 35–45°C.

Нормализация – регулирование состава сырья для получения готового продукта, в котором количества жира и СОМО должны удовлетворять требованиям стандарта.

Существует два основных способа нормализации молока по жиру. Первый – нормализация путем смешивания в емкости рассчитанных количеств нормализуемого молока и нормализующего компонента (сливок или обезжиренного молока) при тщательном перемешивании смеси. Второй способ – нормализация в потоке, когда непрерывный поток нормализуемого молока смешивается в определенном соотношении с потоком нормализующего продукта (например, сливки и обезжиренное молоко).

Гомогенизация – обработка молока (сливок) с целью диспергирования (дробления) жировых шариков.

В гомогенизаторе молоко под высоким давлением входит в узкую щель клапана, в результате чего скорость потока резко возрастает. Жировые шарики деформируются, растягиваются

потоком в цилиндры, дробятся на мелкие части и снова принимают форму шариков.

При хранении свежего молока и сливок из-за разницы плотности молочного жира и плазмы происходит отстаивание жировой фракции. После гомогенизации повышается стабильность высокодисперсной жировой эмульсии и отстоя сливок не происходит. В результате гомогенизации улучшается консистенция и вкус молока и молочных продуктов, облегчается перевариваемость молочного жира в организме человека.

Следует отметить, что после гомогенизации сливок, особенно с повышенным содержанием жира, могут образовываться агрегаты и скопления шариков жира, что объясняется изменением структуры оболочек жировых шариков. В процессе гомогенизации резко увеличивается общая площадь поверхности жировых шариков и нативных оболочечных компонентов уже недостаточно для ее покрытия. Дефицит оболочечного вещества компенсируется за счет адсорбции казеина и сывороточных белков. В молоке с низким содержанием жира процесс адсорбции происходит быстро и приводит к повышению стабильности жировой эмульсии. В сливках формирование новых оболочек шариков идет медленнее, часть жира может остаться незащищенной, что приведет к агрегированию шариков.

Интенсивность гомогенизации возрастает с повышением температуры, поскольку жир переходит в жидкое состояние и уменьшается вязкость продукта. Наиболее предпочтительной температурой гомогенизации считают 60–65°C. При более высоких температурах в гомогенизаторе могут осаждаться сывороточные белки. В кислом молоке снижается стабильность белков, образуются белковые агломераты, затрудняющие дробление жировых шариков. С повышением кислотности молока эффективность гомогенизации уменьшается.

Иногда используют отдельную гомогенизацию. При этом механическому воздействию подвергается лишь высококонцентрированная жировая эмульсия (сливки определенной жирности). После гомогенизации сливки смешивают с обезжиренным молоком, проводят нормализацию, пастеризацию и охлаждение. Отдельную гомогенизацию применяют для того, чтобы снизить расход электроэнергии и ограничить нежелательное механическое воздействие на молочный белок при выработке питьевого молока, кисломолочных продуктов и сыров.

Мембранные методы. Мембранным называют такой способ обработки, когда продукт проходит через полупроницаемую перегородку (мембрану) под действием избыточного давления либо электрического поля. Мембранные методы различаются в зависимости от величины пор мембран.

Для разделения и концентрирования молока применяются ультрафильтрация, обратный осмос и электродиализ.

Для ультрафильтрации применяют мембраны с порами размером 50–100 нм, изготовленные из синтетических полимерных (ацетат целлюлозы, полиамид, полисульфон) и керамических материалов. При ультрафильтрации необходимо преодолевать осмотическое давление разделяемого раствора, так как растворитель переносится в направлении, противоположном возрастанию концентрации растворенного вещества, которое задерживается мембраной. Ультрафильтрацию проводят под давлением 0,1–0,5 МПа.

Ультрафильтрацию используют для выделения белков из молока или молочной сыворотки. Сыворотка под давлением движется между полупроницаемыми мембранами, через мембраны проходит вода с растворенными в ней лактозой и минеральными солями. Концентрат, который проходит между мембранами, содержит все сывороточные белки и ту часть воды, лактозы и минеральных солей, которая не прошла через мембраны. Отношение объемов концентрата и сыворотки, поступившей на ультрафильтрацию, составляет 1 : 5.

Обратный осмос используется для концентрирования молочного сырья. При этом через мембраны проходит только вода, а все остальные компоненты задерживаются. Размер пор в мембранах не превышает 50 нм, сырье подается под давлением 1–10 МПа.

При *диализе* под действием электрического поля, создаваемого электродами, из одного раствора в другой через мембрану переносятся ионы, электронейтральные вещества в диализе не участвуют. В молочной промышленности электродиализной обработке подвергают молочную сыворотку с целью ее деминерализации, поскольку повышенное содержание минеральных солей затрудняет ее переработку при получении продуктов детского питания.

Применение мембранных процессов в молочной промышленности позволяет полностью использовать все сухие вещества молока, что увеличивает выход продукции (например, творога, сыра), делает возможным обогащение полноценным молочным белком хлебобулочных, колбасных и кондитерских изделий. Кроме того, в результате

полного извлечения компонентов молока частично решается проблема очистки сточных вод.

Тепловая обработка. Это обязательная технологическая операция, целью которой является обеззараживание молока при максимальном сохранении его исходных свойств, пищевой и биологической ценности. Различают два вида тепловой обработки – пастеризацию и стерилизацию.

Целью *пастеризации* является уничтожение вегетативных форм микроорганизмов, прежде всего патогенных. Обязательным условием пастеризации является гибель термоустойчивой туберкулезной палочки, но поскольку определение возбудителя туберкулеза – задача сложная, эффективность пастеризации определяют по гибели не менее термостойкой кишечной палочки.

Эффект пастеризации зависит от температуры и продолжительности тепловой обработки. В зависимости от этих факторов различают следующие режимы пастеризации: длительная – температура 60–63°C, выдержка 30 мин; кратковременная – температура 74–78°C, выдержка 20 с; моментальная – температура 85–87°C или 95–98°C без выдержки. Жировые и белковые вещества оказывают защитное действие на клетки микроорганизмов, поэтому для продуктов с повышенным содержанием жира и сухих веществ (сливки, смесь для мороженого) температура пастеризации должна быть на 10–15°C выше по сравнению с температурой пастеризации молока.

Стерилизация проводится при температурах выше 100°C с целью уничтожения как вегетативных, так и споровых форм микроорганизмов.

Наиболее распространена непрерывная стерилизация, когда продукт в потоке подвергают ультравысокотемпературной обработке (УВТ) при температуре 130–150°C в течение нескольких секунд, после чего фасуют в асептических условиях в стерильную тару.

Нагрев продукта может быть прямым – путем смешивания с теплоносителем (паром) или косвенным – через теплопередающую поверхность. Прямой нагрев осуществляется мгновенно и физико-химические изменения компонентов молока при этом наименьшие. Недостатками такого нагрева являются низкий коэффициент регенерации теплоты и повышенные требования к качеству пара. При нагреве через теплопередающие поверхности на них быстро образуется пригар.

Изменения компонентов молока при тепловой обработке. В зависимости от режимов тепловой обработки могут происходить различные изменения компонентов молока.

Казеин в отличие от обычных глобулярных белков имеет высокую термостабильность и выдерживает без признаков коагуляции

нагревание при 140°C в течение 20–60 мин и более. Это объясняется специфической структурой казеина (высоким содержанием пролина, отсутствием свободных сульфгидрильных групп и др.), которому уже в нативном состоянии присущи признаки денатурации.

Вместе с тем во время тепловой обработки, особенно при высоких температурах стерилизации, казеинаткальцийфосфатный комплекс претерпевает ряд физико-химических изменений: гидролиз пептидных связей, дефосфорилирование, дегидратация казеина, его комплексообразование с денатурированными сывороточными белками, лактозой и т. д. Эти изменения отрицательно влияют на технологические свойства и пищевую ценность молока.

Например, после пастеризации при температуре выше 80°C и УВТ-обработки продолжительность сычужного свертывания молока увеличивается в несколько раз по сравнению с продолжительностью сычужного свертывания сырого молока (стерилизованное молоко практически теряет способность к сычужному свертыванию). Это объясняется образованием комплексов денатурированного β -лактоглобулина с κ -казеином, в результате чего ухудшается атакуемость последнего сычужным ферментом.

Сывороточные белки являются наиболее термолабильной частью белков молока – при пастеризации и стерилизации они подвергаются сравнительно глубоким изменениям.

Сначала происходит денатурация сывороточных белков, т. е. конформационные изменения с нарушением третичной и вторичной структур, в результате которых компактно свернутая молекула превращается в беспорядочный клубок. Степень денатурации сывороточных белков зависит от температуры, продолжительности тепловой обработки и рН. При пастеризации она составляет 9–30%, при стерилизации выше: 40–60% – при пароконтактном нагреве и до 80% – при косвенном нагреве. Наиболее чувствительны к тепловой обработке белки при рН 4,6 и в интервале 5,8–6,2, минимум чувствительности они проявляют при рН 2,5–3,5 и выше 6,5.

В результате структурных изменений, вызванных денатурацией, в молекулах белка высвобождаются –SH- и другие реакционноспособные группы, благодаря взаимодействию которых происходит агрегация денатурированных белков.

Лактоза также претерпевает изменения в процессе высокотемпературной пастеризации молока и особенно при его стерилизации. Происходит изомеризация лактозы с образованием лактулозы и ее взаимодействие с аминокруппами белков – реакция меланоидинообразования.

Коричневые пигменты – меланоидины – образуются в результате ряда окислительно-восстановительных реакций между соединениями, содержащими свободные карбонильные и аминные группы. Из углеводов в этих реакциях наиболее активны пентозы, затем гексозы и, наконец, дисахарид лактоза. Источниками аминогрупп служат аминокислоты, белки, пептиды и др. Меланоидины в организме человека не усваиваются, их присутствие изменяет вкус и цвет молока.

При тепловой обработке изменяется солевой состав молока, гидрофосфаты и дигидрофосфаты кальция, находящиеся в растворенном состоянии, переходят в плохо растворимый фосфат кальция. Часть фосфата кальция выпадает на поверхности теплообменных аппаратов, образуя вместе с денатурированными сывороточными белками отложения – так называемый молочный камень и молочный пригар. Чтобы восстановить солевой баланс и повысить способность пастеризованного молока к сычужному свертыванию при выработке творога и сыра в молоко вносят растворимую соль кальция (CaCl_2).

Изменение липидов молока практически не происходит. Только длительная выдержка при высоких температурах и стерилизация молока приводят к незначительному гидролизу триацилглицеринов и изменению их жирнокислотного состава. Ненасыщенные жирные кислоты переходят в насыщенные или окисляются с образованием альдегидов и кетонов, содержание ненасыщенных кислот уменьшается на 2–3%.

Оболочки шариков жира претерпевают более существенные изменения. При пастеризации часть белков и фосфолипидов переходит с поверхности шариков жира в плазму, происходит денатурация белковых компонентов оболочек, шарики теряют способность склеиваться и отстой сливок замедляется. При стерилизации денатурация белков более сильная, целостность некоторых оболочек нарушается, часть шариков может коалесцировать с образованием более крупных и вытапливанием жира.

Тепловая обработка в той или иной степени приводит к потерям витаминов, которые зависят от температуры нагревания и продолжительности выдержки. Незначительным разрушениям подвергается витамин А и его провитамин – каротин, практически не снижается при пастеризации содержание рибофлавина. Более значительны при всех видах тепловой обработки потери аскорбиновой кислоты, они составляют 10–30%. При хранении пастеризованного и стерилизованного молока наблюдается дальнейшее снижение содержания витаминов.

При тепловой обработке инактивируется большая часть нативных и бактериальных ферментов молока. Ферменты, сохранившие свою активность, могут вызывать в молоке и молочных продуктах нежелательные биохимические процессы, в результате которых ухудшается вкус и снижается пищевая ценность продуктов.

ТЕХНОЛОГИЯ ПАСТЕРИЗОВАННЫХ И СТЕРИЛИЗОВАННЫХ МОЛОКА И СЛИВОК

Технология пастеризованных молока и сливок

Характеристика пастеризованных молока и сливок. Пастеризованное молоко и сливки – нормализованные по жиру молоко и сливки, подвергнутые тепловой обработке при определенных режимах и затем охлажденные.

Вырабатывают пастеризованное молоко с различной массовой долей жира: 1,0; 1,5; 2,5; 3,2; 3,5; 4,0; 6,0% и нежирное, молоко топленое, белковое, с различными добавками (витаминизированное, шоколадное и др.). Кислотность пастеризованного молока с разным содержанием жира должна быть не более 21°Т. Сливки вырабатывают жирностью 10, 20, 35%, их кислотность не должна превышать 19, 18 и 17°Т соответственно.

Пастеризованное молоко и сливки представляют собой однородную жидкость белого цвета, без осадка, с легким желтоватым оттенком. Топленое молоко имеет кремовый оттенок, а нежирное – легкий синеватый. Вкус и запах молока и сливок должны быть чистыми, без посторонних оттенков. Молоко и сливки, выработанные с применением сухих или сгущенных молочных продуктов, имеют сладковатый привкус.

По микробиологическим показателям пастеризованное молоко и сливки должны удовлетворять следующим требованиям: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов не должно превышать 10^5 КОЕ/см³, не должны содержаться бактерии группы кишечной палочки (БГКП) в 0,01 см³, а патогенные – в 25 см³ молока. Группа чистоты по эталону – не ниже I.

Технологическая схема получения пастеризованных молока и сливок. Технологический процесс получения пастеризованного молока включает приемку и очистку молока, нормализацию по жиру и белку, гомогенизацию, пастеризацию (топления для топленого молока) с последующим охлаждением и розлив (рис. 54).

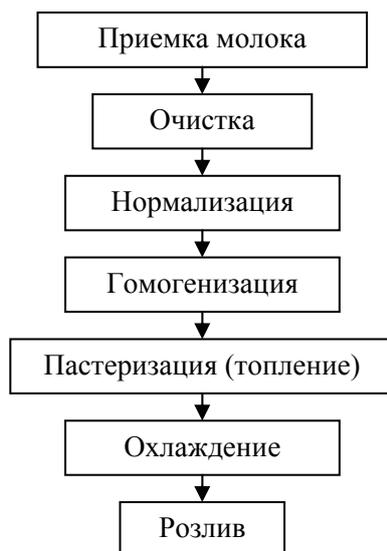


Рис. 54. Технологическая схема получения пастеризованного молока

Для получения сливок молоко сепарируют, сливки нормализуют, подвергают гомогенизации и пастеризации, охлаждению и розливу (рис. 55).

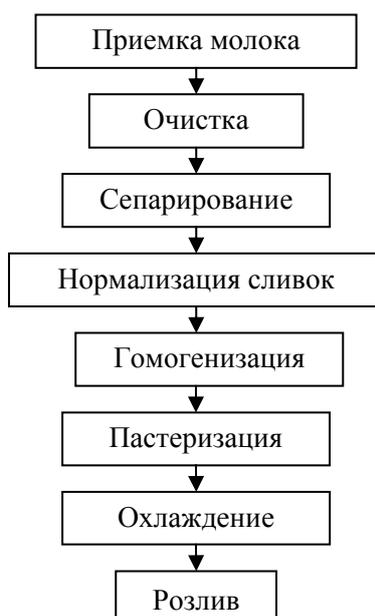


Рис. 55. Технологическая схема получения пастеризованных сливок

Для производства пастеризованного молока применяют натуральное молоко не ниже II сорта. Его подогревают до температуры 40–45°C и очищают на сепараторах-молокоочистителях. Для

получения продукции высокого качества рекомендуется проводить бактофугирование.

При выработке пастеризованного восстановленного молока сухое молоко растворяют в воде при температуре 38–42°C, фильтруют и охлаждают до температуры 5–8°C. При этой температуре восстановленное молоко выдерживают в течение 3–4 ч с целью набухания белков и достижения требуемой плотности.

Нормализованное молоко гомогенизируют при температуре 45–55°C и давлении 10–15 МПа, а сливки – при температуре 45–85°C. Давление гомогенизации сливок зависит от массовой доли жира, чем она выше, тем ниже давление гомогенизации. Так, давление гомогенизации сливок жирностью 10% составляет 10–15 МПа, а сливок с массовой долей жира 35% – 5,0–7,5 МПа.

Наиболее распространенный режим пастеризации молока – температура 74–78°C, выдержка 20 с. Можно применять другие режимы, при этом чем ниже температура, тем больше должна быть выдержка молока при этой температуре. В сливках жировые шарики обволакивают клетки микроорганизмов и, поскольку прогреваются медленнее, оказывают на клетки защитное действие, поэтому чем больше массовая доля жира, тем жестче должны быть режимы пастеризации (выше температура, длительнее выдержка). Сливки жирностью 10% пастеризуют при температуре 78–82°C, а с более высокой жирностью (20–35%) – при температуре 85–89°C с выдержкой 15–20 с.

При выработке топленого молока нормализованное и гомогенизированное молоко нагревают в трубчатых пастеризаторах до температуры 95–99°C и выдерживают в закрытых емкостях в течение 3–4 ч для топления, в результате которого молоко приобретает коричневый оттенок и специфический ореховый вкус.

Пастеризованное (топленое) молоко и пастеризованные сливки охлаждают до температуры 4–6°C и направляют на розлив.

Технология стерилизованных молока и сливок

Характеристика стерилизованных молока и сливок. Стерилизованные молоко и сливки – нормализованные по жиру молоко и сливки, подвергнутые стерилизации, затем охлажденные и фасованные в пакеты из комбинированных материалов с соблюдением условий асептики.

Вырабатывают стерилизованное молоко с жирностью 2,5% и выше, витаминизированное, обогащенное лактулозой. Сливки выпускают жирностью 10, 20, 35% и др.

Стерилизованное молоко и сливки должны удовлетворять требованиям промышленной стерильности (отсутствие спорных форм микроорганизмов), которая определяется по термостатной пробе, проводимой при температуре 37°C в течение 3–5 суток. Продукт после выдержки не должен иметь видимых дефектов и признаков порчи (вздутие упаковки, изменение внешнего вида и др.), а также изменений вкуса и запаха. Изменение титруемой кислотности может быть не более чем на 2°Т. На микроскопическом препарате не должно быть клеток бактерий.

Поскольку при стерилизации уничтожается не только вегетативная микрофлора, но и споровые формы микроорганизмов, стерилизованные продукты, упакованные в герметичную тару, можно хранить при комнатной температуре достаточно длительное время (1 месяц и более).

Технологическая схема получения стерилизованных молока и сливок. Технологический процесс получения стерилизованного молока включает приемку и очистку молока, нормализацию по жиру и белку, стерилизацию, гомогенизацию и розлив, для получения сливок молоко сепарируют, сливки нормализуют, подвергают гомогенизации, стерилизации и розливу.

На стерилизацию направляют свежее молоко не ниже I сорта. Важное значение имеет его термоустойчивость, т. е. способность выдерживать воздействие высоких температур без признаков коагуляции казеина. Термоустойчивость казеина связана с солевым равновесием в молоке – равновесием растворимых, коллоидно-растворимых и связанных с белком форм солей, прежде всего солей кальция и магния. При повышении концентрации ионов кальция и магния термоустойчивость молока снижается. Это обусловлено переходом части растворимых солей кальция и магния в связанное с белком состояние, уменьшением отрицательного заряда на поверхности казеиновых мицелл, разрушением гидратных оболочек и, как следствие, коагуляцией казеина.

Молоко или сливки, направляемые на стерилизацию, контролируют на термоустойчивость по алкогольной или тепловой пробе. В первом случае определяют максимальную объемную долю этанола в водном растворе, при смешивании которого с молоком в равных количествах отсутствуют признаки коагуляции казеина, во втором –

максимальную температуру, которую выдерживает молоко без коагуляции. Для стерилизации пригодно молоко не ниже III группы по термоустойчивости (табл. 8).

Таблица 8

Деление молока на группы по термоустойчивости

Группа	Алкогольная проба (объемная доля этанола в водном растворе), %	Тепловая проба	
		Температура, °С	Выдержка, мин
I	80	≥ 140	2,0
II	75	120–130	2,0
III	72	100–120	1,0
IV	70	80–90	1,0
V	68	< 80	0,5

Термоустойчивость молока можно повысить путем добавления солей-стабилизаторов (цитратов или фосфатов калия и натрия), которые способствуют восстановлению солевого равновесия в молоке и предотвращают его свертывание. Доза солей (0,01–0,1%) подбирается экспериментально в зависимости от результатов алкогольной пробы.

Подготовленное к стерилизации (очищенное и нормализованное) термоустойчивое молоко нагревают в теплообменнике до температуры 74–78°C, а затем подают в инжектор, где путем введения пара в молоко оно стерилизуется при температуре 140–142°C с выдержкой 2–4 с. Далее молоко поступает в вакуум-камеру, где при разрежении вследствие испарения температура молока снижается до 76–78°C. В условиях стерилизации происходит денатурация сывороточных белков с образованием довольно крупных частиц. Для предотвращения выпадения в осадок белковых частиц при хранении молока после стерилизации проводят его гомогенизацию в асептических условиях при давлении 20–25 МПа. При этом наряду с жировыми шариками дробятся частицы денатурированных белков. После гомогенизации молоко охлаждается до температуры 16–20°C и направляется на розлив в асептических условиях.

Технологический процесс выработки стерилизованных сливок осуществляют по такой же схеме, как и получение стерилизованного молока. Используют автоматизированные линии.

Существует двухступенчатый режим стерилизации молока и сливок, который применяют, когда молоко нужно транспортировать на большие расстояния или длительно хранить. Двухступенчатый способ стерилизации предусматривает предварительную стерилизацию в потоке и повторную стерилизацию продукта в бутылках.

ПРОИЗВОДСТВЕННО ПОЛЕЗНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ И ВОЗБУДИТЕЛИ ПОРЧИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Производственно полезные микроорганизмы

В производстве молочных продуктов используются молочно-кислые, пропионовокислые, уксуснокислые бактерии, бифидобактерии, дрожжи, слизиобразующие бактерии и плесневые грибы.

Молочнокислые бактерии. Это специфическая группа микроорганизмов, которые осуществляют молочнокислое брожение углеводов с образованием молочной кислоты и других продуктов: уксусной кислоты, этилового спирта, диоксида углерода и веществ, обуславливающих аромат. Клетки молочнокислых бактерий могут иметь шаровидную (кокки) и палочковидную (лактобактерии) форму. Кокки относятся к семейству *Streptococcaceae*, поэтому их называют стрептококками. Молочнокислые стрептококки представлены тремя родами – *Lactococcus*, *Leuconostoc* и *Streptococcus*, лактобактерии – родом *Lactobacillus*.

Из лактококков (*Lactococcus*) наиболее широко в молочной промышленности применяются бактерии вида *Lactococcus lactis* следующих подвигов: *Lactococcus lactis subsp. lactis* (молочный лактококк), *Lactococcus lactis subsp. cremoris* (сливочный лактококк) и *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* (ароматизирующий лактококк).

Лактококки являются факультативными анаэробами, т. е. они растут и в присутствии, и при отсутствии кислорода, и в том, и в другом случае осуществляя брожение. Это мезофильные микроорганизмы, оптимальная температура роста составляет 30°C, многие штаммы могут развиваться в довольно широком диапазоне температур – от 8 до 41°C. В качестве источников углерода используют моно- и дисахара, органические кислоты, многие штаммы нуждаются в аминокислотах, витаминах. Растут в средах с низкими значениями pH – от 5,5 до 8,8, некоторые штаммы – до 2,9–3,2, устойчивы к спирту.

Наиболее сильным кислотообразователем из лактококков является молочный лактококк, наиболее слабым – ароматизирующий (табл. 9).

Lactococcus lactis subsp. lactis применяют в многоштабмовых заквасках для производства кисломолочных напитков, кислосливочного масла, сыров.

Среди *Lactococcus lactis subsp. cremoris* имеются слизиобразующие штаммы, формирующие вязкие сгустки. Их используют в заквасках для производства сметаны. Кроме того, сливочный лактококк используют в составе заквасок для сыров, творога, масла.

Ароматизирующий лактококк способен расщеплять цитраты с образованием ароматизирующих веществ (диацетила, ацетоина) и диоксида углерода, сгусток молока содержит пузырьки CO₂. Диоксид углерода улучшает вкус кисломолочных напитков, однако его присутствие нежелательно при фасовке продуктов в газонепроницаемую упаковку. *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* применяют при производстве продуктов, для которых желательна сильное ароматообразование: масла, творога, сметаны, простокваши, сыра. Основную роль в придании продуктам аромата играет диацетил, при его восстановлении в ацетон под действием фермента диацетилредуктазы аромат теряется. Потеря аромата замедляется, если хранить молочные продукты при температурах ниже 5°C.

Таблица 9

Интенсивность кислотообразования лактококков

Подвид лактококка	Интенсивность кислотообразования*	
	длительность сквашивания, ч	конечная кислотность, °Т
<i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i>	4–7	120
<i>Lactococcus lactis subsp. cremoris</i>	6–8	110–115
<i>Lactococcus lactis subsp. diacetylactis</i>	> 16	70–100

* Определяют при внесении 0,5 см³ молодой (12–20-часовой) культуры в 10 см³ стерильного обезжиренного молока и инкубировании при оптимальной температуре.

Из представителей рода *Leuconostoc* в молочной промышленности имеет значение вид *Leuconostoc mesenteroides*, включающий три подвида: *Leuconostoc mesenteroides subsp. Dextranicum*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides*. Леуконостоки также являются факультативными анаэробами с оптимальной температурой роста 20–30°C, слабые кислотообразователи. Например, при развитии *Leuconostoc cremoris* достигается кислотность только 40–50°Т и сквашивание молока не происходит. *Leuconostoc dextranicum* и *Leuconostoc cremoris* в значительных количествах образуют диацетил и ацетон, оптимальными условиями для ароматообразования являются температура 18–20°C и значение рН < 6, т. е. после накопления большого количества молочной кислоты. Кроме того, леуконостоки обладают липолитической активностью. Они расщепляют глицериды с высвобождением

жирных кислот (масляной, капроновой, каприловой, каприновой и др.) и это может привести к порокам вкуса молочных продуктов. Многие штаммы *Leuconostoc mesenteroides* образуют слизь, состоящую из сахарозы и декстранов. Слизеобразующие штаммы обладают повышенной термоустойчивостью.

В род *Streptococcus* входит один вид *Streptococcus thermophilus* (термофильный стрептококк). Оптимальной температурой роста для него является 37–40°C, однако расти он может и в более широком интервале – от 20 до 50°C. Выдерживать же может температуру 75°C в течение 15 мин и в значительной степени сохраняется в молоке после пастеризации. Существуют штаммы термофильного стрептококка, образующие слизь, которая придает кисломолочным продуктам кремоподобную вязкую консистенцию. *Streptococcus thermophilus* является активным кислотообразователем, за 3,5–6,0 ч он доводит кислотность молока до 110–115°Т. Термофильный стрептококк наряду с болгарской палочкой используют в составе заквасок для производства ряженки, варенца, йогурта, мечниковской простокваши, творога ускоренной выработки, сыров с высокой температурой второго нагревания.

Род *Lactobacillus* включает большое количество видов: 44 основных вида внесено в «Определитель бактерий Берджи» и еще 23 вида описано, но не установлено их таксономическое положение. Молочнокислые палочки являются факультативными анаэробами или микроаэрофилами, по отношению к температуре среди них есть и мезо-, и термофилы, оптимальное значение рН для их развития – 5,5–6,2. В качестве заквасочных микроорганизмов чаще всего применяются следующие виды и подвиды *Lactobacillus*:

– *Lactobacillus helveticus* (швейцарская палочка) – самый активный кислотообразователь, при его развитии может достигаться кислотность молока 350°Т. Швейцарскую палочку используют в составе заквасок для твердых сыров с высокой температурой второго нагревания;

– *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (болгарская палочка) активно сквашивает молоко (до кислотности 200–300°С) и образует ацетальдегид – соединение, придающее вкус, запах, подавляющее развитие нежелательной микробиоты кишечника. Болгарская палочка отличается устойчивостью к фаговой инфекции, однако чувствительна ко многим антибиотикам. Применяется в составе заквасок для производства ряженки, йогурта, простокваши мечниковской и др.;

– *Lactobacillus acidophilus* (ацидофильная палочка) – обитатель желудочно-кишечного тракта человека и животных, подавляет развитие патогенных микроорганизмов. Антагонистическое действие

ацидофильной палочки обусловлено синтезом антибиотиков – ацидофилина и лактоцидина. Кроме того, бактерии *Lactobacillus acidophilus* сами устойчивы к действию многих антибиотиков и продукты на основе ацидофильной палочки особенно рекомендуются во время и после прохождения курса лечения антибиотиками. Ацидофильная палочка устойчива к щелочной среде, фенолу, желчи, предельная кислотность при ее развитии достигает 200–250°Т, некоторые штаммы способны к слизиобразованию;

– *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* (молочная палочка) проявляет большое сходство с болгарской палочкой, однако имеет более низкую кислотообразующую способность (до 180°Т), используется в основном при производстве сыра.

Все перечисленные выше бактерии рода *Lactobacillus* осуществляют гомоферментативное молочнокислое брожение и относятся к термобактериям, оптимальная температура развития швейцарской, болгарской и молочной палочек – 40–45°С, ацидофильной – 37–38°С;

– *Lactobacillus plantarum* продуцируют антибиотик лактолин, подавляющий развитие бактерий группы кишечной палочки и маслянокислые бактерии;

– *Lactobacillus casei subsp. rhamnosus*. Штаммы этого подвида представляют отдельный генотип, и этот подвида может быть выделен в самостоятельный вид.

Два последних представителя молочнокислых палочек (*Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus casei subsp. rhamnosus*) относят к стрептобактериям. Они обладают слабо выраженной кислотообразующей способностью, сквашивают молоко до 180°Т только за 2–3 суток. Стрептобактерии являются факультативными гетероферментативными бактериями, т. е. могут ферментировать углеводы в основном до молочной кислоты или до смеси молочной, уксусной и муравьиной кислот, этилового спирта и других продуктов. Кроме лактозы, эти бактерии усваивают соли молочной кислоты, устойчивы к концентрации поваренной соли до 6%, обладают высокой протеолитической активностью. Все эти свойства обуславливают их важную роль в процессе созревания сыров.

Пропионовокислые бактерии. Бактерии рода *Propionibacterium* являются возбудителями пропионовокислого брожения, при котором главным продуктом является пропионовая кислота, а также присутствуют уксусная, муравьиная, янтарная, молочная, диоксид углерода. Это факультативные анаэробы, оптимальная температура для их роста – 30–37°С, значение рН около 7. В молоке пропионовокислые

бактерии развиваются медленно и свертывают его только через 5–7 дней. Эти бактерии используют в составе заквасок при производстве сыров с длительным сроком созревания. После окончания молочнокислого брожения лактозы наступает стадия пропионовокислого брожения, на которой молочная кислота сбраживается в пропионовую и уксусную, придающие сырам острый вкус, а выделяющийся диоксид углерода способствует формированию глазков. Пропионовокислые бактерии синтезируют витамин В₁₂ и обогащают им молочные продукты.

Уксуснокислые бактерии. В род *Acetobacter* входят 7 видов, все они являются облигатными аэробами, оптимальная температура роста – 25–30°C, значение рН – 5,4–6,3. Уксуснокислые бактерии этанол окисляют в уксусную кислоту, ацетат и лактат – до СО₂ и Н₂О. Эти бактерии входят в состав симбиотической закваски (кефирного грибка), способствуют формированию вкуса и консистенции кефира. Развитие уксуснокислых бактерий при сквашивании молока в производстве сметаны и творога нежелательно, так как это приводит к ослизнению продукта, появлению привкуса и запаха уксусной кислоты.

Бифидобактерии. Эти бактерии преобладают в составе микробиоты кишечника человека и теплокровных животных. К нежелательным микроорганизмам они проявляют антагонистическую активность. Род *Bifidobacterium* включает 24 вида, из которых наиболее изучены *B. bifidum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. longum*, *B. infantis* и др. Все виды бифидобактерий при первичном выделении являются строгими анаэробами, при лабораторном культивировании они приобретают способность развиваться в присутствии некоторого количества кислорода, а в высокопитательных средах растут в аэробных условиях. Оптимальная температура – 37–41°C, значение рН – 6,0–7,0. Продуктами сбраживания лактозы являются уксусная и молочная кислоты, а также примеси муравьиной, янтарной кислот и этанола. Предельная кислотность 120–130°Т достигается за 8–12 ч. Бифидобактерии синтезируют витамины группы В, витамин К, незаменимые аминокислоты. Их используют при производстве кисломолочных продуктов для детей раннего возраста и пробиотиков для людей и животных.

Дрожжи. В состав заквасок (кефирных грибков, заквасок для кумыса и других кисломолочных продуктов) входят молочные дрожжи, осуществляющие спиртовое брожение: *Sacharomyces lactis*, *Sacharomyces casei*. Дрожжи являются факультативными анаэробами, оптимальная температура развития для них – 25–30°C. Молочные дрожжи участвуют в формировании специфических вкуса и запаха

продуктов, обогащают их витаминами, синтезируют антибиотические вещества, подавляющие развитие туберкулезной палочки, БГКП и других нежелательных микроорганизмов.

Вместе с тем, в кисломолочных продуктах, приготовленных на естественных заквасках, всегда могут быть обнаружены и другие дрожжи, поскольку слабокислая среда очень благоприятна для их развития. Дрожжи имеют меньшую скорость роста, чем молочно-кислые бактерии и обычно обнаруживаются в небольшом количестве. Интенсивное же развитие дрожжей может привести к нежелательным последствиям: спиртовый вкус и запах продуктов, обильное газообразование, вспучивание сыров и творога, прогоркание и осаливание, обусловленные высокой липолитической активностью дрожжей.

Слизеобразующие бактерии. При созревании сыров могут создаваться условия для образования на их поверхности слизи. Важная роль в этом процессе принадлежит бактериям *Brevibacterium linens*, вырабатывающим красных пигмент. Они продуцируют протео- и липолитические ферменты, которые расщепляют белки и жиры, в результате чего сыр приобретает характерный пикантный аромат. При этом протеолиз не должен быть слишком активным, приводящим к сильному выделению аммиака. Эти бактерии являются облигатными аэробами, развиваются при температуре 20–35°C и значении pH 6,0–10,0. Могут выдерживать высокие концентрации (до 15%) NaCl. Культуру этих бактерий не вводят в состав закваски, а опрыскивают суспензией бактерий уже сформованный сыр перед созреванием.

Плесневые грибы. При производстве мягких сыров созревание может происходить при участии плесневых грибов, которые развиваются либо на поверхности, либо во всем объеме сыра. Используют плесневые грибы рода *Penicillium*: *Pen. roquefortii*, *Pen. camemberti*, *Pen. candidum*, *Pen. album*.

Возбудители порчи молочных продуктов

К возбудителям порчи молочных продуктов относят гнилостные, маслянокислые бактерии, энтерококки, термоустойчивые молочнокислые палочки и фаги (вирусы, поражающие бактерии).

Гнилостные бактерии вызывают распад белков. Антагонистами гнилостных являются молочнокислые бактерии, и гнилостный процесс протекает только там, где не идет молочнокислое брожение. Среди гнилостных бактерий есть спорообразующие аэробы (бактерии рода *Bacillus*) и анаэробы (*Clostridium*). Бесспорные

формы представлены пигментными бактериями (*Pseudomonas* и *Serratia*) и факультативно-анаэробными (*Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*).

Маслянокислые бактерии (род *Clostridium*) являются возбудителями маслянокислого брожения. Маслянокислые бактерии сбраживают молочный сахар и соли молочной кислоты. В результате брожения кроме масляной кислоты образуются уксусная, пропионовая и муравьиная кислоты, этиловый, бутиловый и пропиловый спирт. При этом выделяется большое количество газов (CO_2 , H_2), что может привести к позднему вспучиванию сыров.

К **энтерококкам** относят молочнокислые стрептококки кишечного происхождения, т. е. они являются представителями нормальной микробиоты кишечника человека и животных. К энтерококкам относят два основных вида рода *Enterococcus*: *Ent. faecalis* и *Ent. fecium*. Энтерококки устойчивы к нагреванию (переносят температуру 60°C в течение 30 мин), действию активного хлора, некоторых антибиотиков. Они составляют значительную часть остаточных микроорганизмов после пастеризации молока, играют определенную роль при созревании сыра. Наиболее вредными являются маммококки (*Ent. faecalis biovar. liquefaciens*) – обитатели молочной железы, которые выделяют сычужный фермент, вызывают прогоркание молочных продуктов и преждевременное свертывание молока.

Термоустойчивые молочнокислые палочки являются сильными кислотообразователями, и их развитие приводит к появлению излишне кислого вкуса творога, сметаны, простокваши. Эти бактерии могут выдерживать кратковременное нагревание до $85\text{--}90^\circ\text{C}$, устойчивы к действию дезинфицирующих средств, что затрудняет борьбу с ними.

Бактериофаги вызывают лизис (разрушение) клеток бактерий, входящих в состав заквасок, что снижает активность заквасок, увеличивает сроки выработки молочной продукции и ухудшает ее качество.

Фаговая частица адсорбируется на бактериальной клетке, с помощью протеолитического фермента разрыхляет клеточную стенку, и ДНК бактериофага внедряется в цитоплазму клетки. В клетке начинается синтез ДНК фага и его белка, бактериальная генетическая система подавляется. Образуется большое количество (до 100) новых фаговых частиц, происходит лизис бактериальной клетки и высвобождение этих частиц. Они инфицируют новые клетки.

Бактериофаги характеризуются специфичностью, т. е. способностью размножаться в определенных видах бактерий. В свою очередь, бактериальные клетки имеют разную чувствительность к фагу.

Для предотвращения развития фаговой инфекции на производстве используют многоштаммовые закваски, проводят частую смену штаммов бактерий в заквасках, тщательно моют и дезинфицируют помещения и оборудование. Бактериофаги чувствительны к ультрафиолетовому облучению, ионизирующей радиации, к кислотам.

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАКВАСОК

Подбор культур микроорганизмов для заквасок

Закваски – это чистые культуры или смесь культур микроорганизмов, которые используются при производстве кисломолочных продуктов, кисло-сливочного масла и сыров. При этом для получения каждого вида продукции должно быть несколько заквасочных штаммов с целью предотвращения инфицирования фагом и в связи с изменением свойств заквасочных штаммов при их длительном культивировании и хранении.

Выделением чистых культур для заквасок занимаются специальные микробиологические лаборатории. Источниками выделения являются сырое молоко и самоквасные кисломолочные продукты разных регионов, содержимое кишечника телят и грудных детей, растения, почва.

При отборе пригодных для заквасок штаммов учитывается, прежде всего, активность сквашивания молока (продолжительность сквашивания, достигаемая кислотность), органолептические свойства (характер сгустка, вкус, запах), водоудерживающая способность сгустка (водоотдача), резистентность к фагу, антибиотическая и антагонистическая активность по отношению к патогенным микроорганизмам. В случае использования бифидобактерий для получения молочных продуктов лечебно-профилактического назначения важное значение имеет их способность приживаться в кишечнике человека. Косвенным показателем такой способности является устойчивость к фенолу, который всегда присутствует в содержимом кишечника.

При составлении заквасок штаммы чистых культур микроорганизмов комбинируют в зависимости от следующих условий: специфические свойства вырабатываемого продукта, температурный режим его производства, взаимоотношения между микроорганизмами. Для предотвращения развития фага используют многоштаммовые закваски. В случае появления фага лизису могут подвергаться 1–2 штамма, а остальные будут продолжать развиваться.

Приготовление заквасок

В цехах по производству заквасок готовят сухие и жидкие бактериальные концентраты и закваски, натуральные и сухие кефирные грибки.

Получают сухие бактериальные концентраты мезофильных молочнокислых стрептококков, термофильных молочнокислых стрептококков и молочнокислых палочек. Процесс приготовления сухого и жидкого бактериальных концентратов включает ряд стадий (рис. 56).

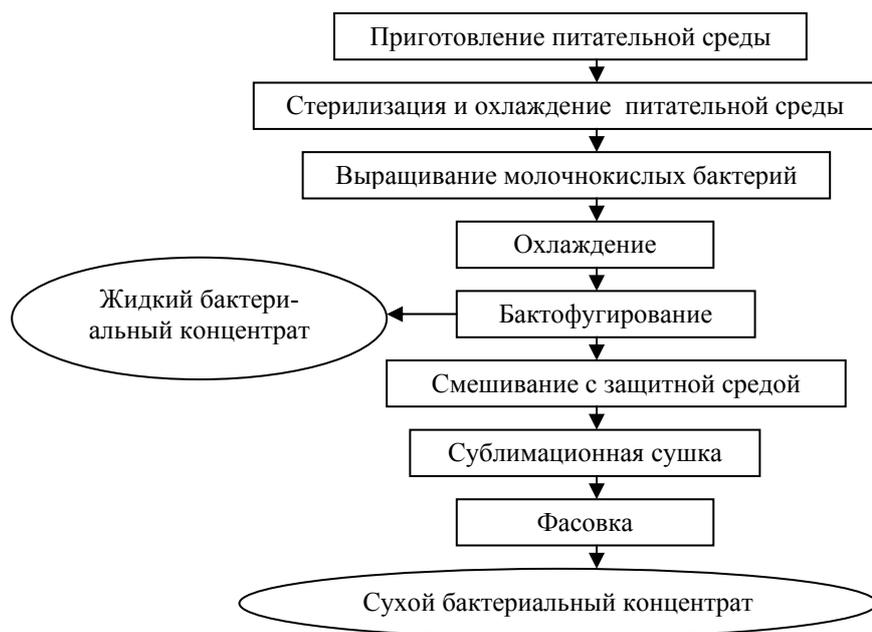


Рис. 56. Технологическая схема получения сухого и жидкого бактериальных концентратов

Питательную среду для выращивания молочнокислых бактерий готовят на основе депротеинизированной молочной сыворотки или обезжиренного молока. В состав среды входят буферные соли (цитрат или ацетат натрия) и стимуляторы роста (аскорбиновая кислота, кукурузный экстракт, гидролизат казеина, сульфат марганца и др.).

В приготовленной среде устанавливают значение pH, оптимальное для выращиваемых микроорганизмов, и стерилизуют среду при температуре 112°C и давлении 0,05 МПа в течение 60 мин. После охлаждения среды до температуры, оптимальной для роста бактерий, вносят в нее закваску молочнокислых бактерий в количестве 3–8%. Нарастивание клеток проводится в ферментаторе при температуре 30°C для мезофильных микроорганизмов и 40°C для термофильных

при автоматическом регулировании значения рН среды. После окончания выращивания культуру охлаждают до температуры 3–8°C и отделяют клетки бактофугированием.

Полученную бактериальную массу смешивают с защитной средой, предотвращающей разрушение клеток кристаллами льда при замораживании. В составе защитной среды используют обезжиренное молоко, сахарозу, желатозу (желатин после стерилизации), цитрат и глутамат натрия.

Высушивают концентрат в установке для сублимационной сушки сначала при температуре –35...–45°C, затем досушивают при температуре 40–45°C до массовой доли влаги не более 3,5%.

Концентрат содержит $(15–30) \cdot 10^{10}$ клеток в 1 г, хорошо хранится (до 8 месяцев при температуре 3–10°C).

Жидкий бактериальный концентрат получается, если не проводить высушивания. Он должен содержать не менее $15 \cdot 10^{10}$ клеток в 1 см³ и может храниться не более 2 месяцев при температуре от –5 до 8°C.

Сухие закваски готовят смешиванием готовых бактериальных концентратов подобранных для заквасок штаммов или выращиванием составленных комбинаций культур с последующим высушиванием.

Кефирные грибки – это естественная симбиотическая закваска, включающая молочнокислые и уксуснокислые бактерии, молочные дрожжи. Мезофильные молочнокислые стрептококки, мезо- и термофильные палочки обеспечивают активное кислотообразование и формирование сгустка. Соотношение между этими группами микроорганизмов может меняться в зависимости от условий (температуры, продолжительности) сквашивания. Ароматизирующие молочнокислые стрептококки имеют небольшую скорость роста, их развитие стимулируется при размножении дрожжей. Содержание уксуснокислых бактерий в кефире невелико, они участвуют в формировании сгустка, при избыточном развитии этих бактерий продукт приобретает слизистую и тягучую консистенцию. Дрожжи развиваются медленнее, чем бактерии, их количество увеличивается при созревании продукта.

Для культивирования кефирных грибков используют пастеризованное обезжиренное молоко. Внесенные в молоко грибки выращивают при температуре 18–22°C, ежедневно меняя молоко. Это молоко уже представляет собой культуральную кефирную закваску.

С целью получения сухих кефирных грибков их отделяют от культуральной закваски, помещают в защитную среду, состоящую из молочной сыворотки с добавлением сахара и аскорбиновой кислоты. Грибки выдерживают в защитной среде при температуре 20–22°C

в течение 5–6 ч для наращивания дрожжей, которые наиболее чувствительны к замораживанию и высушиванию. Затем грибки сушат в установке для сублимационной сушки.

На производстве при необходимости производят активизацию заквасок и концентратов путем выдерживания в стерилизованном молоке при оптимальной температуре.

БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ СКВАШИВАНИИ МОЛОКА, СОЗРЕВАНИИ И ХРАНЕНИИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

При сквашивании действию ферментов подвергаются все основные компоненты молока.

Сбраживание лактозы

Выше отмечалось, что микроорганизмы, входящие в состав заквасок, могут осуществлять молочнокислое, спиртовое, пропионовокислое и уксуснокислое брожение. При нарушениях технологических режимов в молоко могут попасть возбудители маслянокислого брожения (гл. 2).

Гомоферментативное молочнокислое брожение осуществляет большинство лактококков (исключение составляет только ароматобразующий лактококк *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*). Основным продуктом при гомоферментативном молочнокислом брожении является молочная кислота.

Леуконостоки, применяемые в молочной промышленности (вид *Leuconostoc mesenteroides*), сбраживают сахара по гетероферментативному пути. В этом случае помимо молочной кислоты, в которую превращается 50% глюкозы, образуются этанол, уксусная кислота и диоксид углерода.

Среди лактобактерий (род *Lactobacillus*) есть и гомо-, и гетероферментативные, а также факультативные формы, которые пентозы ферментируют гетероферментативно, а гексозы – гомоферментативно. Также промежуточное положение между гомо- и гетероферментативными стрептококками занимает термофильный стрептококк.

Спиртовое брожение осуществляют молочные дрожжи, которые входят в состав заквасок для производства кумыса, кефира, ацидофильно-дрожжевого молока.

Пропионовокислое брожение имеет место при созревании сыров, уксуснокислое – при выработке кефира.

Протекание уксуснокислого брожения в технологическом процессе получения сметаны и творога, а также маслянокислого брожения при производстве всех молочных продуктов является нежелательным.

Распад молочных белков

Важнейшим процессом при сквашивании молока является коагуляция казеина, в результате которой формируется сгусток. Консистенция и структура сгустка определяются протекающими физико-химическими изменениями молочного белка.

При производстве кисломолочных продуктов значение имеют два основных вида коагуляции казеина: кислотная и сычужная.

Кислотная коагуляция казеина имеет место при выработке кисломолочных напитков, сметаны, при производстве творога кислотным способом и свежих кисломолочных сыров.

В процессе сквашивания молока образующаяся молочная кислота постепенно нейтрализует отрицательно заряженные группы (карбоксильные, гидроксильные) на поверхности казеиновых мицелл и переводит кальций, который в составе мицелл находится в виде коллоидного фосфата, в растворимое состояние. Это приводит к разрушению казеиновых мицелл. При дальнейшем повышении кислотности и достижении значения рН 5,0 вследствие снижения дзета-потенциала и уменьшения степени гидратации образованных частиц начинает преобладать их агрегирование. Происходит формирование единой пространственной сетки молочного сгустка, в который включается дисперсионная среда с шариками жира и другими составными частями молока.

Структурно-механические свойства сгустка зависят от многих факторов: состава молока, режимов тепловой и механической обработки, дозы и состава закваски. К примеру, наличие в составе закваски интенсивных кислотообразователей приводит к получению плотного сгустка с интенсивным отделением сыворотки, а при использовании слабоактивных кислотообразователей сгусток имеет более высокую эластичность. Совместное влияние вышеперечисленных факторов приводит к получению либо такой структуры сгустка, которая после механического разрушения восстанавливается (явление тиксотропии), либо такой, что происходит самопроизвольное уплотнение структуры с выпрессовыванием из нее сыворотки (явление синерезиса).

Одним из показателей, которыми характеризуют структуру сгустка, является вязкость. Способностью повышать вязкость и влагоудерживающую структуру сгустка обладают полисахариды,

которые вырабатывают некоторые заквасочные культуры (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* и др.). Вероятно, полисахариды образуют с белками комплексы, обладающие большой гидрофильностью и оказывающие положительное влияние на консистенцию продукта.

Сычужная коагуляция казеина имеет место при выработке сыров и творога кислотно-сычужным способом. Она происходит под действием сычужного фермента, обладающего молокосвертывающей и протеолитической активностью.

Сычужный фермент представляет собой смесь химозина и пепсина. *Химозин* (ренин) содержится в сычуге телят, ягнят и козлят молочного возраста, он имеет оптимум действия при рН 4,0. Проявляя высокую молокосвертывающую активность, этот фермент имеет низкую протеолитическую активность. *Пепсин* вырабатывается слизистой желудка взрослых животных, оптимальные условия для действия этого фермента при рН 1,0–2,2. Способность пепсина к свертыванию молока ниже, чем химозина, но при этом он вызывает такой глубокий гидролиз казеина, что это приводит к появлению в продукте горечи. Поэтому химозин и пепсин используют в смеси, в которой доля последнего не превышает 30–40%. В зарубежных сычужных порошках содержание химозина составляет от 75 до 100%. Высокое мировое производство сыра привело к дефициту сычужного фермента, и к настоящему времени предложено много его заменителей микробного происхождения. Наиболее близок к сычужному ферменту по действию на белки препарат, полученный на основе молочных дрожжей *Kluuveromyces lactis*, он представляет собой чистый химозин.

При сычужном свертывании молока происходит ферментативный гидролиз полипептидных цепей одной из фракций казеина — χ -казеина, причем расщепление идет по пептидной связи, образованной фенилаланином и метионином. В результате такого специфического протеолиза образуются гидрофобный пара- χ -казеин и гидрофильные гликомакропептиды. В отличие от казеиновых мицелл эти частицы не обладают устойчивостью и агрегируют с образованием пространственной сетки сгустка. Большинство исследователей считает, что процессы расщепления χ -казеина и агрегации параказеиновых частиц происходят одновременно, они как бы накладываются друг на друга. Продолжительность сычужного свертывания и качество полученного сгустка так же, как и в случае кислотной коагуляции, определяются составом и свойствами молока, закваски, режимами тепловой обработки и составом сычужного фермента.

Протеолитическая активность молочнокислых бактерий. Кроме глубокого распада белков под действием молочной кислоты и сычужного фермента мягкий протеолиз белков протекает под действием ферментов микробиоты закваски. В результате такого специфического протеолиза молочные продукты обогащаются ценными азотистыми веществами, повышается их биологическая ценность и вкусовые достоинства.

Молочнокислые бактерии имеют комплекс внутри- и внеклеточных протеолитических ферментов, которые различаются атакуемым субстратом, продуктами и активностью протеолиза.

Протеазы большинства молочнокислых бактерий легче атакуют α_s -казеин, некоторые – преимущественно β -казеин, небольшое количество протеаз атакуют эти фрагменты казеина с равной скоростью. Протеазы стрептококков разлагают белок преимущественно до пептидов, а протеолитические ферменты молочнокислых палочек образуют в молоке большое количество свободных аминокислот. При этом палочки характеризуются более высокой степенью гидролиза казеина, они могут переводить в растворимые формы 25–30% казеина, в то время как кокки – лишь 15–17%.

Поскольку при выработке молочнокислых продуктов используются комбинации из различных видов и штаммов молочнокислых (а также пропионово- и уксуснокислых) бактерий и дрожжей, суммарная протеолитическая активность определяется характером их взаимоотношений. Симбиотические свойства микроорганизмов основаны на снабжении друг друга некоторыми аминокислотами и витаминами.

Исходя из вышесказанного, при подборе штаммов молочнокислых бактерий для составления заквасок необходимо учитывать помимо других показателей еще и протеолитическую активность.

Гидролиз и окисление липидов

Изменения молочного жира в молочных продуктах начинаются при их выработке и наиболее интенсивно протекают в процессе хранения, особенно при неблагоприятных условиях. Эти изменения имеют как биохимическую природу (протекают под действием ферментов), так и химическую (обусловлены действием света, кислорода воздуха, высоких температур).

Гидролиз триацилглицеринов протекает под действием ферментов (липолиз) и факторов окружающей среды (свет, влажность, высокая температура) и приводит к образованию ди- и моноацилглицеринов и свободных жирных кислот, преимущественно масляной, капроновой,

каприловой, каприновой и лауриновой. В небольшой степени гидролиз жиров играет положительную роль, поскольку способствует выраженности вкуса и аромата, особенно улучшаются органолептические свойства сыров. Однако увеличение концентрации жирных кислот выше оптимальных значений приводит к ухудшению вкуса и запаха молочных продуктов, особенно масла.

Гидролиз фосфолипидов. Фосфолипиды молока (лецитин, кефалин и др.) являются наиболее неустойчивыми липидными компонентами. Их гидролиз протекает при выработке и хранении сыра, масла, кисломолочных продуктов. Продукты гидролиза фосфолипидов (жирные и фосфатидные кислоты, азотистые основания и др.) вовлекаются во вторичные превращения с образованием кетонов, триметиламина, ацетальдегида, аммиака, отрицательно влияющих на вкус и запах молочных продуктов. Положительную роль гидролиз фосфолипидов в определенной степени имеет при выработке сыров.

Окисление липидов. Под окислением понимают глубокий распад липидов по радикальному механизму с образованием пероксидов, альдегидов, кетонов, оксикислот и других соединений, которые приводят к появлению в молочных продуктах нежелательных привкусов и запахов.

В первую очередь окислению подвергается свободный, не защищенный оболочкой жир, а из жирных кислот преимущественно окисляются ненасыщенные.

Скорость окисления жира возрастает при повышении температуры, влажности, доступе кислорода, действии света, а также в присутствии металлов переменной валентности (Cu, Fe, Co, Mn, Ni и др.), которые являются прооксидантами – веществами, ускоряющими окисление. Антиоксиданты замедляют окисление в результате связывания свободных радикалов и обрыва цепи. Естественными антиоксидантами являются токоферолы, аскорбиновая кислота, лецитин, β -каротин, SH-соединения и др. Лимонная, винная кислоты, лактаты калия и натрия, фосфолипиды являются синергистами, т. е. усиливают действие естественных антиоксидантов.

ТЕХНОЛОГИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Кисломолочные напитки можно разделить на две группы: полученные в результате только молочнокислого брожения (простокваша, йогурт, варенец, ряженка) и полученные при смешанном молочнокислом и спиртовом брожении (кефир, кумыс, ацидофильно-дрожжевое молоко). Существует два способа производства кисломолочных напитков – резервуарный и термостатный (рис. 57).



Рис. 57. Технологическая схема производства кисломолочных напитков

Для производства кисломолочных напитков используют молоко не ниже II сорта, кислотностью не более 19°T , плотностью не менее 1027 кг/м^3 . Сухое молоко предварительно восстанавливают. Выработывают продукты из обезжиренного или нормализованного по жиру молока. Нормализацию осуществляют в потоке на сепараторах-нормализаторах либо смешением в резервуаре.

Для гомогенизации молоко подогревают до температуры $60\text{--}65^{\circ}\text{C}$, давление гомогенизации – $15,0\text{--}17,5 \text{ МПа}$.

Наиболее распространенные режимы пастеризации нормализованной смеси:

- температура $85\text{--}87^{\circ}\text{C}$, длительность выдержки $10\text{--}15 \text{ мин}$;
- температура $90\text{--}94^{\circ}\text{C}$, длительность выдержки $2\text{--}8 \text{ мин}$;
- температура $100\text{--}104^{\circ}\text{C}$, без выдержки.

Тепловую обработку проводят при более высоких температурах, чем при получении пастеризованного молока. Это необходимо для денатурации сывороточных белков, которые при сквашивании коагулируют вместе с казеином. При этом повышаются гидратационные свойства казеина, сгусток лучше удерживает сыворотку и не происходит ее отстоя при хранении кисломолочных напитков. При получении ряженки молоко выдерживают при температуре $95\text{--}98^{\circ}\text{C}$ в течение $2\text{--}3 \text{ ч}$ для топления.

Пастеризованное молоко охлаждают до температуры сквашивания и вносят закваску. Сквашивание проводят либо в резервуаре,

либо в термостатной камере, куда направляют заквашенное молоко в потребительской таре. Об окончании сквашивания судят по кислотности и плотности сгустка.

После окончания сквашивания продукт немедленно охлаждают. При производстве кефира и кумыса требуется стадия созревания сгустка. Процесс протекает при температуре 14–16°C не менее 10–12 ч. В этих условиях активизируются дрожжи, протекает спиртовое брожение, накапливается этиловый спирт, диоксид углерода и другие вещества, обуславливающие специфический вкус этих продуктов.

Резервуарный способ имеет преимущества перед термостатным. Во-первых, для его осуществления нужны меньшие производственные площади; во-вторых, процесс легче автоматизировать, снижаются затраты ручного труда. Термостатный способ используют, как правило, тогда, когда нужно получить продукт с ненарушенным сгустком (простокваша).

Особенности получения разных кисломолочных напитков

Простокваша. Известна с древних времен и является одним из наиболее распространенных кисломолочных напитков.

У разных народов существуют различные разновидности простокваш: в Украине – ряженка, в Армении – мацун, в Грузии – мацони, в Туркмении – куранга, в Северо-Восточной Азии – айран, в Татарии – катык и др.

Все виды простокваши различаются составом заквасок и режимами сквашивания. Только закваска для производства простокваши обыкновенной, варенца и некоторых других видов простокваш готовится на основе мезофильных молочнокислых стрептококков, в составе же большинства видов простокваш преобладают термофильные стрептококки и палочки, в основном болгарская, в ацидофильной простокваше содержится ацидофильная палочка. При использовании слизистых рас микроорганизмов продукт имеет тягучую консистенцию. Если закваска содержит мезофильные бактерии, то температура сквашивания составляет 37°C, если термофильные – 40–45°C, длительность сквашивания составляет 2,5–6,0 ч, конечная кислотность продукта – от 80 до 140°Т.

Простокваши должны иметь плотный ненарушенный сгусток, поэтому их вырабатывают термостатным способом. На поверхности сгустка допускается отделение сыворотки, но не более 3% от объема. Варенец и ряженку вырабатывают из топленого молока, эти виды простокваш допускается изготавливать резервуарным способом.

Кефир. Благодаря высоким вкусовым и диетическим свойствам, кефир завоевал популярность и является наиболее распространенным из диетических кисломолочных продуктов. Он повышает аппетит и тонус организма, устойчивость к заболеваниям, обладает противоопухолевым действием.

Кефир – национальный продукт народов Северной Осетии. Его вырабатывали на кефирных грибах и рецепт изготовления горцы хранили в строжайшей тайне.

Кефирные грибки – различные по форме и величине образования, быстро размножающиеся в молоке и сыворотке. Они представляют собой стойкий симбиоз микроорганизмов, включающий мезофильные молочнокислые стрептококки, ароматизирующие кокки, мезо- и термофильные палочки, уксуснокислые бактерии и молочные дрожжи. Кефир – продукт смешанного молочнокислого и спиртового брожения. Активное кислотообразование в начале процесса и формирование сгустка обеспечивают мезофильные молочнокислые стрептококки и молочнокислые палочки, ароматизирующие молочнокислые стрептококки развиваются медленнее и способствуют формированию аромата. Дрожжи, осуществляющие спиртовое брожение активизируются при созревании, когда повышается кислотность и снижается температура, уксуснокислые бактерии также развиваются медленно и способствуют образованию вязкого сгустка.

Кефир вырабатывают в основном резервуарным способом, перемешивание сгустка перед розливом способствует формированию характерной для аульного кефира консистенции.

Сквашивание проводят при температуре 20–25°C в течение 10–12 ч до кислотности сгустка 90–100°Т. Далее продукт перемешивают до гомогенной консистенции с одновременным охлаждением до температуры 16°C подачей ледяной воды в рубашку резервуара, затем медленно до 10–12°C в течение 4–6 ч. Сгусток оставляют в покое для созревания на протяжении 12 ч. При созревании накапливаются продукты спиртового брожения, набухают белки, происходит их частичный гидролиз с образованием пептонов. После розлива готовый продукт охлаждают до 6–8°C. Слабый кефир (с содержанием алкоголя 0,1–0,2% получают при односуточном созревании, средний (0,2–0,3%) – при двухсуточном, крепкий (0,4–0,6%) кефир получают при длительности созревания до 3 суток.

Айран – кисломолочный напиток народов Кавказа, напоминает кефир, но имеет свои особенности. В состав закваски входят молочнокислые стрептококки, палочки и дрожжи.

Обладает более тонким кисломолочным вкусом и ароматом, содержит нежные хлопья казеина, поскольку по сравнению с кефиром глубже протекает пептонизация белков.

Йогурт. Вероятнее всего, йогурт появился на Среднем Востоке, технология его приготовления сложилась благодаря кулинарному искусству живших там кочевников, которые перегоняли с одного пастбища на другое стада коров, овец, коз, верблюдов. Такой образ жизни, а также климат с высокими летними температурами создавал большие трудности с хранением и продажей молока. В связи с этим, появилась и совершенствовалась технология получения кисломолочных продуктов. При этом сгусток, который образовывался при действии случайно попавших в молоко микроорганизмов, имел пресный вкус, неоднородную консистенцию с сильным выделением сыворотки. Чтобы получить вкусные кисломолочные продукты, кочевники использовали ряд усовершенствований:

- для сквашивания применяли одни и те же емкости или добавляли новые порции молока к уже сквашенному;

- нагревали молоко на открытом огне, при этом происходило концентрирование составных частей, изменения казеина, сгусток приобретал некоторую вязкость;

- заквашивали молоко кислым продуктом из предыдущей партии при неполном его охлаждении, что способствовало развитию термофильных штаммов молочнокислых бактерий;

- использование для заквашивания кислых продуктов способствовало также отбору кислотостойких бактерий, придающих продукту специфический вкус; при этом тепловая обработка и кислая среда способствовали уничтожению присутствующих в молоке патогенных микроорганизмов;

- хранение йогурта в бурдюках из шкур животных способствовало изменению его состава: часть влаги испарялась через кожу, возрастало содержание сухих веществ и кислотность продукта.

Для повышения сохранности йогурта применяли разные способы – засолку, высушивание, копчение, так появились новые пищевые продукты на основе йогурта.

Полученный кисломолочный продукт назывался по-разному в разных странах, а в последнее время наибольшее распространение получило турецкое название «йогурт».

К настоящему времени технология йогурта усовершенствовалась, но особенности йогурта, отличающие его от других кисломолочных продуктов, остались практически теми же:

- концентрирование молока до содержания сухих веществ 14–16%;

- тепловая обработка молока;

- использование заквасок, в которых преобладают термофильные бактерии: *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*;

- сквашивание в условиях, способствующих получению нежного однородного сгустка с характерным вкусом и ароматом;
- охлаждение и дальнейшая обработка (пастеризация, концентрирование, добавление фруктов и других ингредиентов).

Кумыс. Кисломолочный напиток из кобыльего молока, изготовленный на кумысных дрожжах, издавна известен у кочевых народов России лечебными свойствами. Свежевыдоенное молоко наливали в кожаные мешки из шкур лошадей. Мешки имели широкое основание и длинный рукав, через который вставлялась мутовка для вымешивания кумыса, в ходе которого он аэрировался для активации развития дрожжей. Сбраживание происходило при температуре 26–28°C в течение 7–12 ч. Периодически смесь освежали парным молоком. Готовый продукт содержал около 2% спирта.

Кобылье молоко по сравнению с коровьим содержит значительно больше молочного сахара, меньше жира и белков, причем казеин и альбумин находятся в примерно равных количествах. При сквашивании кобыльего молока не образуется сгусток, а белок коагулирует в виде мелких рыхлых хлопьев, не образующих осадка.

Пастеризацию молока проводят при температуре 80–82°C с выдержкой в течение 5 мин, сывороточные белки коагулируют в виде тонкой взвеси, которая диспергируется при гомогенизации (давление 12–14 МПа).

При сквашивании регулярно проводят перемешивание, от степени и продолжительности которого зависит интенсивность протекания сквашивания. По достижении кислотности 55–70°C кумыс разливают в узкогорлые бутылки, укупоривают их пробками и выдерживают 1,0–1,5 ч при температуре 18–20°C для накопления продуктов спиртового брожения. Созревание кумыса длится несколько суток при температуре 5–7°C.

Готовый кумыс имеет специфический, слегка дрожжевой, щиплющий вкус, газированную пенящуюся консистенцию.

Из всех кисломолочных продуктов кумыс имеет наиболее ценные диетические и выраженные терапевтические свойства. Молочная кислота, спирт, диоксид углерода стимулируют выделение пищеварительных соков, вызывают перистальтику кишечника. Белки кумыса легко всасываются и усваиваются. Микроорганизмы закваски вырабатывают антибиотик низин, синтезируют витамины группы В, витамина С в кумысе в несколько раз больше, чем в коровьем молоке. Кумыс оздоравливает пищеварительный тракт, поднимает тонус организма, увеличивает содержание гемоглобина в крови, подавляет развитие туберкулезной палочки, способствует лечению хронических бронхитов, пневмоний.

В настоящее время разработана технология получения кумыса из коровьего молока с использованием обезжиренного молока, концентратов молочной сыворотки, сахара для максимального приближения состава

смеси к составу кобыльего молока. Закваску получают из чистых культур болгарской и ацидофильной палочек и молочных дрожжей. По диетическим и лечебным свойствам такой кумыс не отличается от кобыльего.

Кисломолочные продукты с бифидобактериями. Как отмечалось выше, бифидобактерии преобладают среди нормальной микрофлоры кишечника человека. Продукты с бифидобактериями обладают особой биологической активностью и терапевтическими свойствами. Они являются эффективным средством в борьбе с дисбактериозами кишечника. Наряду с другой кишечной микрофлорой они подавляют развитие газообразующих анаэробов, способствуют перевариванию пищи, стимулируют перистальтику кишечника, вырабатывают многие витамины, обладают антианемическим, антирахитическим и антиаллергическим действием. Хорошо выраженными антибиотическими свойствами обладают продукты, приготовленные с использованием комбинированной закваски чистых культур бифидобактерий с болгарской или ацидофильной палочками, грибковой кефирной закваской, термофильным стрептококком и др.

С использованием бифидобактерий вырабатывают кисломолочные продукты для питания грудных детей, продукты лечебно-профилактического назначения (биокефир, биоiogурт, бифилин и др.).

Ацидофильные диетические кисломолочные продукты. Продукты, приготовленные целиком или частично на чистых культурах ацидофильной палочки, обладают высокими профилактическими и лечебными свойствами.

Ацидофилин вырабатывают на закваске, состоящей из чистых культур ацидофильной палочки, молочнокислого стрептококка и кефирной закваски в разных количествах. Ацидофильное молоко получают путем сквашивания молока закваской, состоящей из ацидофильных палочек слизистой и неслизистой рас в соотношении 1 : 4. В состав закваски для ацидофильно-дрожжевого молока входят ацидофильная палочка и молочные дрожжи.

ТЕХНОЛОГИЯ СМЕТАНЫ

Сметану получают путем сквашивания нормализованных пастеризованных сливок с последующим созреванием сгустка. Сметана – русский национальный продукт, в Западной Европе ее начали выпускать только после второй мировой войны и называли «русские сливки» или «сливки для салатов».

Вследствие частичного расщепления белков в процессе сквашивания сметана усваивается организмом легче, чем сливки. Содержание жирорастворимых витаминов в сметане выше, чем в молоке, кроме того, молочнокислые бактерии при сквашивании сливок продуцируют витамины группы В, обогащая ими сметану.

Сметана должна иметь однородную консистенцию без крупинок жира и белка, белый цвет с кремовым оттенком, чистый кисломолочный вкус с привкусом и запахом, свойственными пастеризованному продукту.

Выпускают сметану с массовой долей жира от 10 до 40% и более, закваски готовят на чистых культурах мезофильных, термофильных бактерий или их смеси.

Для изготовления сметаны используют натуральные свежие сливки кислотностью не более 24%, можно применять сухие сливки и молоко, сливочное масло.

Сметану можно вырабатывать и термостатным, и резервуарным способом, чаще используют более экономичный – резервуарный. Традиционный технологический процесс предполагает проведение созревания сгустка после сквашивания и охлаждения. Существует и другой вариант – с предварительным созреванием сливок перед сквашиванием (рис. 58).

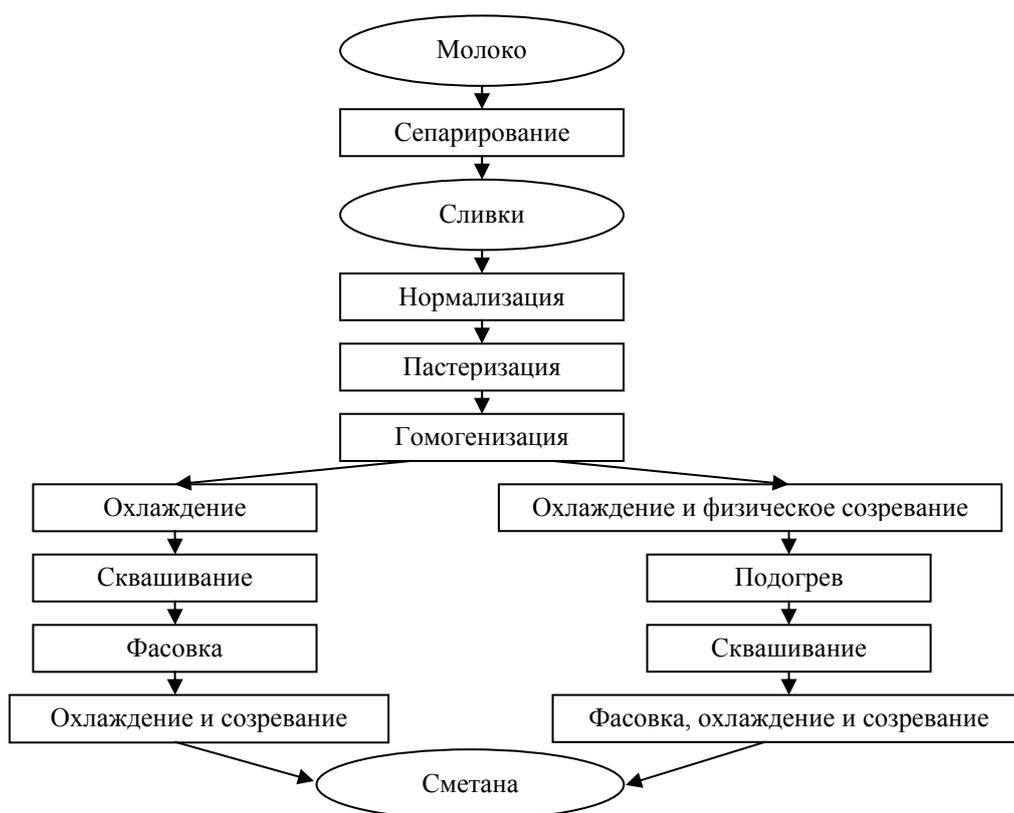


Рис. 58. Технологическая схема производства сметаны

Традиционный способ получения сметаны

Технологический процесс производства сметаны включает получение нормализованных пастеризованных сливок, их гомогенизацию, сквашивание и созревание полученного сгустка.

Сепарирование молока и нормализация сливок. Очищенное молоко сепарируют при температуре 40–45°C, проводят нормализацию полученных сливок по жирности в зависимости от жирности вырабатываемой сметаны.

Пастеризация сливок. Пастеризация сливок преследует ряд целей:

- уничтожение вегетативных клеток микроорганизмов;
- разрушение иммунных тел, что создает благоприятные условия для развития молочнокислых бактерий закваски;
- инактивацию ферментов для повышения стойкости сметаны при хранении;
- улучшение консистенции сметаны вследствие частичной денатурации сывороточных белков, которые коагулируют вместе с казеином при сквашивании и обеспечивают образование прочного сгустка с замедленным отделением сыворотки;
- разрушение скоплений жировых шариков вследствие частичной денатурации оболочечных белков.

Для режимов пастеризации сливок сохраняется закономерность: чем выше массовая доля жира, тем более жесткие режимы пастеризации. В зависимости от вида выпускаемой сметаны применяют температуру пастеризации сливок в диапазоне от 85°C до 96°C. Выдержка может составлять от 5 с до 10 мин.

Высокотемпературная пастеризация (92–96°C) имеет ряд преимуществ:

- частичное разложение белков с образованием простых пептидов, аминокислот и других продуктов, стимулирующих развитие бактерий закваски;
- накопление сульфгидрильных групп –SH, снижающих окислительно-восстановительный потенциал, связывающих тяжелые металлы, являющиеся антиоксидантами;
- образование летучих веществ (в том числе и сероводорода), которые придают сливкам выраженный ореховый привкус пастеризации.

Вместе с тем, при высоких температурах (> 95°C) коалесценция жировых шариков приводит к образованию капель жира размером до 15 мкм.

Гомогенизация сливок. Охлажденные до температуры 60–70°C сливки направляют на гомогенизацию, в ходе которой происходит диспергирование не только жировых шариков, но и белковых частиц. Дробление жировых шариков сопровождается увеличением их общей поверхности, а значит, и дополнительным связыванием воды вновь образованными оболочками жировых шариков. Это приводит к возрастанию вязкости гомогенизированных сливок. Однако чрезмерное дробление жировых шариков чревато образованием ими больших скоплений в виде гроздьев. Вследствие недостатка оболочечного вещества появляется свободный жир, выполняющий цементирующую роль при слипании жировых шариков в кучки-гроздьев. Наиболее благоприятствуют этому процессу низкая температура гомогенизации (20–30°C) и высокое давление, особенно для сливок повышенной жирности.

Для давления гомогенизации должна выполняться зависимость: чем выше массовая доля жира, тем меньше давление гомогенизации. Применяемые условия гомогенизации приведены в табл. 10.

Таблица 10

Условия гомогенизации сливок в производстве сметаны

Массовая доля жира в сметане, %	10	15–20	25	30–40
Давление гомогенизации, МПа	10–15	8–12	7–11	7–10

Вопрос об очередности проведения пастеризации и гомогенизации не имеет однозначного ответа.

С одной стороны, если гомогенизировать пастеризованные сливки, существует вероятность их повторного обсеменения при гомогенизации. Необходимо строгое соблюдение санитарно-гигиенических условий.

С другой стороны, в гомогенизированных сливках дестабилизирована белковая фаза, в результате чего при пастеризации могут образоваться хлопья белка и капли жира, которые придадут сметане крупитчатую консистенцию.

Выбор последовательности операций гомогенизации и пастеризации зависит от качества исходного сырья, санитарно-гигиенических условий производства и применяемого оборудования.

Охлаждение и сквашивание сливок. Сливки охлаждают до температуры сквашивания: 18–22°C летом и 22–23°C зимой. При более высокой температуре сквашивание происходит быстрее, однако изменяются процессы отвердевания жировой фазы, играющие важную роль в получении плотной и густой сметаны.

В производстве сметаны используют многоштаммовые закваски на основе чистых культур мезофильных молочнокислых стрептококков, осуществляющих гомо- и гетероферментативное молочнокислое брожение: *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* и *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*. При отборе штаммов для заквасок учитывают такие свойства, как кислотообразующая способность, устойчивость к фагу, способность образовывать вязкие сгустки и др. Практикуется сочетание в составе заквасок мезо- и термофильных стрептококков, что обеспечивает получение более плотной и вязкой консистенции сметаны. Для получения низкожирной сметаны в состав заквасок включают бактерии рода *Leuconostoc* и молочнокислые палочки. Такие закваски отличаются способностью синтезировать полимеры, которые повышают вязкость сгустка.

Длительность сквашивания в зависимости от активности закваски и температуры составляет от 9 до 16 ч. При сквашивании происходит отвердевание высокоплавких глицеридов в жировых шариках, образуются скопления жировых шариков. Они входят в состав белкового каркаса, который формируется в результате коагуляции казеина, придают сгустку дополнительную плотность. Наибольшей плотности сгусток достигает в изоэлектрической точке белков плазмы и оболочек жировых шариков, т. е. при значении рН 4,6–4,7. В случае пере-квашивания белки приобретают противоположный заряд, происходит их растворение, разрушение скоплений жировых шариков и разжижение сгустка. Поэтому сквашивание заканчивают при достижении кислотности 60–75°Т с тем расчетом, что при медленном охлаждении сметаны до температуры созревания произойдет доквашивание.

При жирности сметаны до 30% основную роль в формировании консистенции играет коагуляция белков, а в структурировании сметаны более высокой жирности большее значение имеют физико-химические процессы жировой фазы.

Существует ступенчатый режим сквашивания. Он заключается в том, что на первой ступени сквашивание протекает при температуре 30–31°С до кислотности 30–35°Т, затем сметану охлаждают до температуры 8–10°С и при этой температуре происходит доквашивание до достижения кислотности 60–85°Т, после чего сметану подогревают с целью образования сгустка. Этот режим основан на том, что при охлаждении сметаны в период максимальной скорости размножения микробиоты закваски (логарифмическая фаза) дальнейшее нарастание кислотности протекает более интенсивно и получается плотный сгусток с высокой дисперсностью белковых

частиц. Нагревание такого сгустка вызывает быстрое образование геля. Сгусток, полученный по ступенчатому режиму, имеет меньшую кислотность и повышенную вязкость, содержит больше летучих жирных кислот и ароматобразующих веществ.

Фасование, охлаждение и созревание сметаны. После сквашивания сметану направляют на фасование. Поскольку при механическом воздействии структура сгустка разрушается, желателно направлять сметану на фасование самотеком или применять механизмы, оказывающие минимальное воздействие на структуру продукта.

Сразу после фасования сметану направляют в холодильные камеры с температурой 2–8°C для охлаждения и созревания. Эти стадии сметана может проходить и до фасования в тех же емкостях, в которых протекало сквашивание.

При снижении температуры молочнокислое брожение замедляется, но активизируется ароматобразующая микробиота. Сметана достигает оптимальной кислотности (85–100°Т), приобретает аромат и густую консистенцию. Получение более густой и плотной консистенции при созревании связано главным образом с отвердеванием глицеридов жировой дисперсии и с некоторым набуханием белков.

Процесс созревания довольно длительный, в крупной таре сметана созревает 24–48 ч, в мелкой – 6–8 ч. Общая длительность технологического цикла производства сметаны составляет 36 ч.

Способ производства сметаны с предварительной обработкой сливок

Предварительная термомеханическая обработка сливок в потоке перед сквашиванием позволяет совместить во времени процессы сквашивания и созревания и сократить общую длительность технологического цикла выработки сметаны в 2 раза.

После пастеризации и гомогенизации сливки подвергают ступенчатому охлаждению:

– на первой ступени до 20°C с последующей выдержкой в течение 1–1,5 ч;

– на второй ступени до температуры 4–6°C летом и 6–8°C зимой в турбулентном потоке с выдержкой в течение 0,5–1,0 ч.

На первой ступени происходит отвердевание высокоплавких глицеридов в наиболее стабильных полиморфных модификациях. Получается устойчивая твердая фаза, которая войдет в структуру белкового сгустка и не будет расплавляться при перемешивании сметаны.

На второй стадии при быстром охлаждении образуются многочисленные смешанные кристаллы легко- и среднеплавких глицеридов в легкоплавких полиморфных формах. Они стабилизируются при последующем сквашивании и служат затравкой для дополнительного отвердевания глицеридов при охлаждении сквашенной сметаны.

После термомеханической обработки сливки нагревают до температуры сквашивания, причем во избежание расплавления отвердевших глицеридов, температура теплоносителя не должна превышать 25°C.

Сквашенную сметану охлаждают в потоке, при этом не требуется длительного созревания сгустка. Чем больше отвердело жира при ступенчатой термомеханической обработке сливок, тем прочнее будет структура сметаны и тем выше ее способность к восстановлению структуры после перемешивания.

ТЕХНОЛОГИЯ ТВОРОГА

Творог – белковый кисломолочный продукт, полученный сквашиванием пастеризованного нормализованного или обезжиренного молока с последующим удалением части сыворотки из полученного сгустка. Пищевая и биологическая ценность творога обусловлены содержанием жира и полноценных белков. Наличие метионина, лизина и холина позволяет использовать творог для профилактики и лечения некоторых заболеваний печени, почек, атеросклероза. В твороге высоко содержание минеральных веществ (кальция, фосфора, железа, магния и др.), необходимых для нормального функционирования сердца, мозга, центральной нервной системы, для костеобразования. Особенно важное значение имеют соли фосфора и кальция, которые находятся в твороге в легкоусвояемом состоянии.

Творог должен иметь чистые кисломолочные вкус и запах, нежную, однородную консистенцию. Для жирного творога I сорта допускается несколько рыхлая, мажущаяся консистенция, для нежирного – рассыпчатая, с незначительным выделением сыворотки. Цвет белый, слегка желтоватый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе.

Вырабатывают творог жирностью 18, 9, 4%, нежирный и др., для каждого вида творога установлены предельные значения содержания влаги и кислотности, нормируется содержание белка. Кислотность творога высшего сорта должна находиться в пределах 200–220°Т, содержание влаги составляет от 65 до 80%, содержание белка – от 14 до 18%. При этом чем ниже жирность творога, тем выше его кислотность, а также содержание белка и влаги.

Для производства творога используют доброкачественное свежее молоко, цельное и обезжиренное, кислотностью не выше 20°Т.

Существует два основных способа получения творога: традиционный, заключающийся в получении творожного сгустка из подготовленного молока, и раздельный, когда молоко предварительно сепарируют и сгусток получают из обезжиренного молока, а потом смешивают его со сливками.

Традиционный способ получения творога

Технологический процесс получения творога традиционным способом включает подготовку молока, получение творожного сгустка и его обезвоживание (рис. 59).

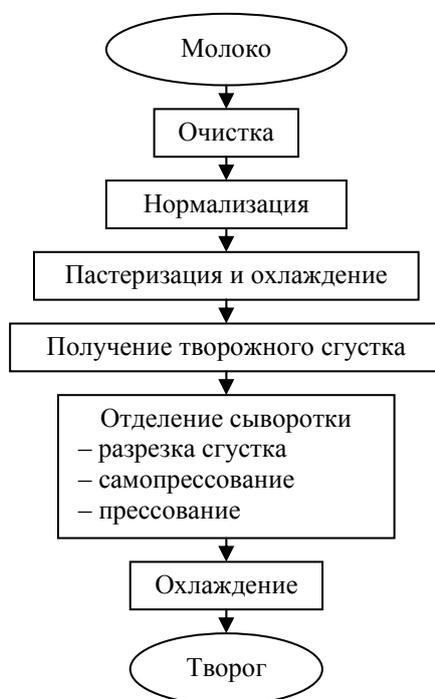


Рис. 59. Технологическая схема получения творога

Очистка и нормализация молока. Молоко, предназначенное для выработки творога, предварительно очищают. Нормализацию молока по жиру проводят с учетом массовой доли белка, что дает более точные результаты. Очищенное и нормализованное молоко поступает на пастеризацию.

Пастеризация и охлаждение. Оптимальный режим пастеризации в производстве творога: температура – 70–80°С, выдержка – 20–30 с.

Если температура пастеризации ниже, сывороточные белки практически полностью отходят в сыворотку, сгусток получается недостаточно плотным, выход творога снижается. С повышением температуры пастеризации увеличивается денатурация сывороточных белков, которые, коагулируя вместе с казеином, повышают плотность и влагоудерживающую способность сгустка. Интенсивность отделения сыворотки снижается, выход продукта увеличивается. Однако если температура $> 90^{\circ}\text{C}$, могут возникнуть трудности с отделением сыворотки.

Пастеризованное молоко охлаждают до температуры сквашивания ($28\text{--}30^{\circ}\text{C}$ летом, $30\text{--}32^{\circ}\text{C}$ зимой).

Получение творожного сгустка. Существует два способа получения творожного сгустка: кислотный и кислотно-сычужный.

В первом случае коагуляция казеина и образование сгустка происходит только под действием молочной кислоты, которую образуют бактерии закваски. Образуются мелкие частицы казеина, связи между ними слабые, сгусток имеет нежную консистенцию и непрочную структуру. Такой сгусток плохо выделяет сыворотку, поэтому для ускорения обезвоживания его нагревают. Кислотным способом изготавливают творог нежирный и пониженной жирности, поскольку при нагревании сгустка происходят значительные потери жира в сыворотку.

Во втором случае сгусток формируется комбинированным воздействием сычужного фермента и молочной кислоты. Под действием сычужного фермента казеин переходит в параказеин, изоэлектрическая точка смещается со значения рН 4,6 до 5,2. Сгусток имеет меньшую кислотность, процесс его образования ускоряется на 2–4 ч. При коагуляции казеина образуются крупные частицы, кальциевые мостики между ними обеспечивают высокую прочность сгустка. Такие сгустки лучше отделяют сыворотку, поскольку в них быстрее происходит уплотнение пространственной структуры белка. Кислотно-сычужным способом изготавливают жирный и полужирный творог, жировые шарики, вошедшие в структуру сгустка, не теряются с сывороткой.

Еще одно различие между кислотным и кислотно-сычужным способами изготовления творога заключается в том, что при кислотном свертывании кальциевые соли уходят в сыворотку, а при кислотно-сычужном – остаются в сгустке. Это особенно важно при производстве творога для детей, которым кальций необходим для костеобразования.

В охлажденное молоко вносят закваску, приготовленную на чистых культурах мезофильных молочного, сливочного и ароматобразующего стрептококков (*Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* и *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*). Длительность

сбраживания составляет 6–8 ч. Для ускорения формирования сгустка используют закваски, наполовину состоящие из мезофильных молочнокислых стрептококков, наполовину – из термофильного молочнокислого стрептококка. Температуру сбраживания при этом поднимают до 35–38°C, продолжительность сбраживания сокращается на 2–3 ч.

Если творог получают кислотно-сычужным способом, то после внесения закваски в молоко добавляют 40%-ный раствор хлорида кальция из расчета 400 г безводной соли на 1 т молока. Хлорид кальция восстанавливает солевой баланс молока, нарушенный при пастеризации, и способствует образованию под действием сычужного фермента плотного, хорошо отделяющего сыворотку сгустка. Сразу после добавления хлорида кальция в молоко вносят сычужный фермент в виде 1%-ного раствора из расчета 1 г на 1 т молока.

После внесения закваски, хлорида кальция и сычужного фермента молоко перемешивают и оставляют в покое до окончания сбраживания.

Готовность сгустка определяют по его кислотности и визуально. Сгусток должен быть плотным, на изломе должен иметь ровные, гладкие края с выделением прозрачной зеленоватой сыворотки. Если сгусток не готов, излом будет дряблым, с выделением мутной сыворотки. Кислотность готового сгустка должна составлять для жирного и полужирного творога 58–60°Т, для нежирного – 75–80°Т.

Правильное определение окончания сбраживания имеет важное значение: в случае недоквашивания много белковой пыли отходит в сыворотку, при перебраживании получается излишне кислый творог мажущейся консистенции.

Отделение сыворотки. Для получения творога оптимальной влажности сыворотку отделяют в несколько этапов:

- самопроизвольное выделение из разрезанного сгустка в течение 40–60 мин (сгусток разрезают проволочными ножами на кубики с размером граней 2 см);

- подогревание (при кислотном способе получения творога) разрезанного сгустка до температуры 36–38°C и выдерживание при этой температуре в течение 15–20 мин;

- самопрессование;

- прессование.

Творожный сгусток получают в ваннах либо используют творогоизготовители.

В первом случае сгусток разливают в бязевые или лавсановые мешки по 7–9 кг, которые помещают в несколько рядов на пресс-тележку. В течение 1 ч из сгустка под действием его собственной

тяжести выделяется сыворотка. Затем под давлением творог прессуют до готовности. Этот способ трудоемкий, его используют на тех предприятиях, где нет специального оборудования для производства творога.

Творогоизготовитель представляет собой комплект из двух двухстенных ванн, снабженных кранами для спуска сыворотки и люками для выгрузки творога. В этих ваннах проводят сквашивание и разрезку сгустка. Над ваннами для сквашивания закреплены прессующие ванны с перфорированными стенками, на которые натягивают фильтрующую ткань. С помощью гидравлического затвора прессующие ванны опускаются вниз, сдавливая сгусток. Отделившаяся сыворотка фильтруется через ткань, проходит через перфорированную поверхность прессующей ванны, собирается в ней и каждые 15–20 мин откачивается насосом. Длительность прессования составляет 3–4 ч для жирного творога и 1,0–1,5 ч для нежирного. По окончании прессования перфорированную ванну поднимают и творог выгружают в тележки.

Во избежание переквашивания отпрессованный творог немедленно охлаждают до температуры 3–8°C и направляют на фасовку.

Применяют механизированные линии для выработки творога, на которых осуществляются все операции по подготовке молока, получению и обработке сгустка, охлаждение и фасовка творога. Для отделения сыворотки в этих линиях используют вращающийся горизонтальный двухцилиндровый обезвоживатель, обтянутый фильтрующей тканью.

Раздельный способ получения творога

Молоко сепарируют с получением сливок, имеющих массовую долю жира 50–55%. Из обезжиренного молока вырабатывают творог, а сливки пастеризуют при температуре 90°C, охлаждают до 2–4°C и смешивают с готовым творогом. Такой способ исключает потери жира с сывороткой и позволяет получить продукт с нежной консистенцией.

Для получения нежирного творога кислотно-сычужным способом можно использовать традиционное оборудование, однако все большее распространение получают механизированные линии, в которых для отделения сыворотки применяют сепаратор-творогоотделитель. В этом случае проводят сквашивание молока до кислотности сгустка 90–100°Т, поскольку при сепарировании сгустка с меньшей кислотностью засоряются сопла сепаратора.

Полученный сгусток тщательно перемешивается, насосом подается в пластинчатый теплообменник, где он сначала подогревается

до температуры 60–62°C, затем охлаждается до температуры 28–32°C. Благодаря такой обработке облегчается обезвоживание сгустка в сепараторе. Обезвоживание проводят до массовой доли влаги в сгустке 75–76% для жирного творога и 78–79% при выработке полужирного творога.

Полученную творожную массу охлаждают на пластинчатом охладителе до температуры 8°C, растирают на вальцовке до получения гомогенной консистенции и в месильной машине тщательно перемешивают с пастеризованными охлажденными сливками и направляют на фасовку.

Раздельным способом получают творог жирный, полужирный, мягкий диетический, мягкий диетический плодово-ягодный и др.

Получение зерненого творога со сливками

Зерненный творог со сливками представляет собой сырную массу из отдельных зерен белого (нежирный) или слегка желтоватого (жирный) цвета. Продукт имеет нежный, слегка солоноватый вкус, кисломолочный запах.

Для получения зерненого творога используют обезжиренное молоко и сливки с массовой долей жира 30%.

Сливки пастеризуют при температуре 95–97°C с выдержкой 30 мин для придания вкуса пастеризации, гомогенизируют при температуре 26–30°C и давлении 12,5–13 МПа, охлаждают до температуры 4–8°C.

Из обезжиренного молока получают творожный сгусток по кислотнo-сычужному способу. Готовность его определяют по кислотности сыворотки, которая должна составлять 47–57°Т, и плотности сгустка. Готовый сгусток разрезают на кубики с размером ребра 12,5–14,5 мм и оставляют в покое на 20–30 мин. В процессе выдержки повышается кислотность сгустка, выделяется сыворотка, сгусток уплотняется, обсыхает.

После этого в ванну добавляют воду, имеющую температуру 46°C, для снижения кислотности до 36–40°Т и медленно подогревают сгусток до температуры 48–55°C путем подачи горячей воды в рубашку ванны. Для уплотнения творожного зерна его вымешивают в течение 30–60 мин. Готовое зерно при легком сжатии в руке должно сохранять свою форму и разминаться.

По окончании вымешивания сливают сыворотку, а зерно промывают водой, имеющей температуру 16–17°C в течение 15–20 мин, затем холодной водой (2–4°C). Воду сливают, зерно обсушивают, добавляют

к нему сливки и соль, растворенную в 8–10-кратном количестве сливок, все тщательно перемешивают и направляют на фасовку.

Творожные изделия

К творожным изделиям относят сырки, творожные массы, десерты, творожки и др. Они могут быть сладкие, соленые, с повышенной жирностью, полужирные, нежирные и др.

Основным сырьем для производства творожных изделий является высококачественный творог, в производстве жирных изделий используют сливочное масло. Для получения нежной, однородной консистенции творога его перетирают на вальцовке или коллоидной мельнице. В качестве вкусовых наполнителей и ароматизаторов используют сахар, соль, мед, какао, ванилин, цукаты, орехи, изюм, фруктово-ягодные начинки, печенье и т. д.

Подготовленные компоненты смешивают в месильной машине до однородной массы, охлаждают массу до температуры 6°C и направляют на фасовку.

Глазированные сырки вырабатывают из творога с пониженным содержанием влаги. Подготовленную творожную массу охлаждают до температуры 6–8°C, формуют и покрывают шоколадной или жировой глазурью. После глазирования сырки охлаждают.

ТЕХНОЛОГИЯ СЫРА

Характеристика и классификация сыров

Сыр известен с самых давних времен. Древние скотоводы использовали для хранения молока шкуры и желудки животных, которые, являясь источниками ферментов, вызывали свертывание молока. После высыхания сыворотки и ферментативного превращения сгустка получался вкусный, питательный продукт. И в настоящее время сыр получают свертыванием молока с последующей обработкой и созреванием сгустка.

Пищевая ценность сыров обусловлена высоким содержанием белков и жиров. Энергетическая ценность сыров составляет от 10 до 18 кДж/кг. В процессе созревания часть белков переходит в растворимое состояние (в виде поли- и олигопептидов, аминокислот), и сыр хорошо усваивается организмом человека. Пищевая ценность жиров дополняется содержанием биологически активных веществ: незаменимых аминокислот, витаминов, которые переходят из молока

и синтезируются микроорганизмами закваски при сквашивании молока и созревании сгустка, солей кальция и фосфора.

В большей степени эта информация относится к сычужным сырам (рис. 60). Кисломолочные сыры не проходят стадию созревания, технология плавленых сыров включает операцию тепловой обработки.



Рис. 60. Классификация сыров

Мировой ассортимент *сычужных* сыров насчитывает более 300 наименований. Сыр, полученный в одинаковых условиях, в разных странах называется по-разному.

Классифицировать сычужные сыры сложно, поскольку технология их производства включает большое количество операций, которые могут различаться режимами, что влияет на свойства получаемого продукта.

Сычужные сыры могут различаться следующими условиями получения:

- использование молока с высокой и низкой степенью зрелости;
- обработка сгустка без второго нагревания либо с разными режимами второго нагревания (низкая температура – до 41°C, высокая температура – выше 50°C);
- самопрессование и прессование сырной массы;
- плавление сырной массы;
- чеддеризация сырной массы;
- отсутствие созревания, созревание с сухой коркой, созревание с участием сырной слизи, созревание с участием плесени на поверхности или во всем объеме, созревание с участием сырной слизи и плесени на поверхности, созревание в рассоле.

Сыропригодность молока

Под сыропригодностью понимают:

- отсутствие пороков вкуса, цвета и запаха. При наличии таких пороков в сыре они окажутся еще более выраженными, чем в молоке;

– способность молока к свертыванию под действием сычужного фермента. Из сычужно-вялого молока образуется непрочный сгусток, который плохо обезвоживается, микроорганизмы развиваются плохо, сыр получается низкого качества;

– нормальный химический состав, обеспечивающий поддержание жизнедеятельности микроорганизмов при получении и созревании сыра. Содержание белка должно быть не ниже 3%, жира – не менее 3,2%;

– бактериологическая чистота. Непригодно молоко, содержащее значительное количество газообразующих микроорганизмов – маслянокислых бактерий, бактерий группы кишечной палочки. Развитие этих микроорганизмов вызывает вспучивание сыров;

– отсутствие ингибиторов роста микроорганизмов (остатков моющих и дезинфицирующих средств, консервантов, антибиотиков, пестицидов).

Технология сычужных сыров

Технологическая схема производства сычужных сыров включает ряд стадий (рис. 61).

Подготовка молока. Производство сыров ведется поточным способом, поэтому для бесперебойной работы требуется резерв молока, одинакового по свойствам и составу. Хранят молоко при температуре 2–6°C.

Свежевыдоенное молоко не件годно для выработки сыра, так как оно некоторое время сохраняет бактерицидные свойства, являясь неблагоприятной средой для развития молочнокислых бактерий, и плохо свертывается сычужным ферментом. По этой причине молоко подвергают созреванию – выдержке при температуре 8–12°C в течение 10–14 ч с добавлением закваски или без нее. При созревании в результате ферментации лактозы молочнокислыми бактериями образуется молочная кислота, которая вытесняет кальций из фосфатов и цитратов, способствует деминерализации казеиновых мицелл. Это приводит к увеличению содержания растворимого кальция, а значит, к улучшению сыропригодности молока. Для выработки различных сыров требуется молоко разной степени зрелости, которую характеризуют величиной титруемой кислотности.

Молоко с повышенной бактериальной обсемененностью можно направлять на созревание после термической обработки (63–67°C, 20–25 с) с добавлением закваски.



Рис. 61. Технологическая схема получения сычужных сыров

При нормализации молока устанавливают такое соотношение между белком и жиром, которое обеспечивает стандартное их соотношение в готовом продукте.

Ультрафильтрацию применяют для концентрирования сухих веществ молока с целью достижения оптимальной для каждого вида сыра массовой доли белка в молочном концентрате. При использовании

ультрафильтрации снижаются потери белка с сывороткой, увеличивается выход сыра, сокращается расход молокосвертывающего препарата и закваски, повышается качество сыра.

После нормализации молоко, подогретое до температуры 50–52°C, направляют на ультрафильтрацию. Созревание молока при этом не проводят. Концентрат имеет более высокую кислотность, чем исходное молоко, но она не должна превышать 23°Т.

На процесс производства сыра влияет присутствие газов в молоке. Некоторые газы и летучие соединения могут обуславливать посторонние привкусы и запахи молока, а затем и готового продукта. Кроме того, уменьшение объема газовой фазы в молоке способствует ускорению свертывания молока и обработки сычужного сгустка. Газовую фазу из молока удаляют путем вакуумной обработки в дезодораторах, после чего необходимо избегать попадания воздуха в молоко.

Молоко, прошедшее термическую обработку, хуже свертывается сычужным ферментом. Это связано с тем, что денатурированный β-лактоглобулин образует комплекс с χ-казеином, в результате чего ухудшается атакуемость казеина сычужным ферментом, часть солей кальция переходит из растворимого состояния в нерастворимое. Кроме того, поскольку сывороточные белки имеют более высокие гидратационные свойства, чем казеин, при их коагуляции вместе с казеином ухудшается качество сгустка и затрудняется обезвоживание. Продолжительность свертывания молока значительно увеличивается при увеличении температуры пастеризации (табл. 11), поэтому в сыроделии приняты не очень высокие температуры пастеризации молока – 70–72°C с выдержкой 20–25 с.

Таблица 11

**Зависимость длительности свертывания молока
от температуры пастеризации**

Температура пастеризации, °С	65	72	80	85
Продолжительность свертывания, мин	57	60	120	142

Хорошие результаты дает предварительная (перед пастеризацией) обработка молока на бактофугах, позволяющая очистить молоко от вегетативных клеток спорообразующих бактерий, термофильных микроорганизмов.

Совместное применение бактофугирования и пастеризации позволяет удалить из молока более 99% бактерий.

Заквашивание молока. Добавление в пастеризованное молоко хлорида кальция – обязательная операция, позволяющая в некоторой степени восстановить исходный солевой состав молока, нарушенный во время пастеризации и улучшить сычужную свертываемость. Оптимальную дозу хлорида кальция устанавливают в зависимости от свойств молока, вносят его в виде раствора, в котором массовая доля безводной соли составляет 40%.

Добавление нитратов способствует предупреждению вспучивания сыров. В молоке нитраты распадаются на нитриты и кислород. Кислород используют бактерии для дыхания, при этом они меньше ферментируют молочного сахара и, следовательно, меньше образуется газов (CO₂, H₂). Нитриты подавляют развитие газообразующих бактерий, в то время как молочнокислые бактерии к ним более устойчивы. При созревании сыров нитриты превращаются в аммиак и становятся безвредными для человека.

Формирование вкуса, запаха, консистенции сыров происходит благодаря микробиологическим и биохимическим процессам. В производстве сыров используют различные микроорганизмы: молочнокислые и пропионовокислые бактерии, микробиоту сырной слизи, плесневые грибы.

Ведущая роль принадлежит молочнокислым бактериям. Осуществляя молочнокислое брожение, они способствуют накоплению веществ, которые придают сырам характерный вкус и аромат, обеспечивают формирование требуемой консистенции сгустка и сыра, предотвращают развитие вредной микробиоты. В отличие от заквасок для кисломолочных продуктов, все штаммы заквасок для сыров должны иметь высокую протеолитическую активность.

В производстве сыров с низкой температурой второго нагревания в составе заквасок используют мезофильные молочнокислые кокки и палочки, осуществляющие как гомоферментативное, так и гетероферментативное брожение (*Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*, *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus casei subsp. rhamnosus*).

При получении сыров с высокой температурой второго нагревания в состав заквасок вводят термофильные стрептококки и молочнокислые палочки (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*). Кроме этого, добавляют пропионовокислые бактерии (*Propionibacterium shermanii*).

Некоторые сыры с низкой температурой второго нагревания созревают с участием сырной слизи, образующейся на поверхности.

В состав микробиоты сырной слизи входят дрожжи, микрококки и неспоровые палочки *Brevibacterium linens*. Суспензию этих культур разбрызгивают на поверхность сыров перед созреванием.

В созревании отдельных видов мягких сыров принимают участие плесневые грибы. Так называемая белая плесень (*Penicillium caseicolum*, *Pen. camemberti*) культивируется на поверхности сыров, способствует распаду белков и появлению специфического грибного (шампиньонного) привкуса. Зелено-голубая плесень (*Penicillium roquefortii*) развивается во всем объеме сырной головки. В отличие от белой, которую наносят на поверхность, зелено-голубую вносят в молоко при заквашивании или в сырную массу при формовании. Для поступления воздуха и развития этой плесени сыры перед созреванием прокалывают. Результатом ее развития является гидролиз липидов и накопление жирных кислот (масляной, капроновой, каприловой и др.), которые придают сыру специфические острые, пикантные вкусы и аромат.

Доза вносимого молокосвертывающего препарата зависит от его активности и способности молока к сычужному свертыванию. Вносят фермент в виде раствора в воде или в кислой сыворотке с массовой долей 1,0 или 2,5%.

Температура сычужного свертывания существенным образом влияет на продолжительность процесса. Оптимальная температура для действия сычужного фермента – 40–41°C. Однако при такой температуре свертывание происходит слишком быстро и осадок имеет высокую плотность, что затрудняет его обработку. Кроме того, это не оптимальная температура для развития лактококков. При получении твердых сыров устанавливают температуру сычужного свертывания 32–36°C, для мягких сыров температуру снижают до 28–30°C с целью увеличения продолжительности свертывания и получения более мягкого сгустка.

Получение сычужного сгустка. Условия сычужного свертывания устанавливают таким образом, чтобы длительность свертывания при получении твердых сыров составляла 25–40 мин. При получении мягких сыров для активизации молочнокислого брожения продолжительность свертывания увеличивают до 60–90 мин.

В процессе свертывания происходит сычужная коагуляция казеина. Мицеллы казеина образуют тонкие нити, затем хлопья, потом формируется трехмерная сетчатая структура и появляется сгусток. Сначала сгусток нежный, в дальнейшем происходит его упрочнение. В порах сгустка удерживаются жировые капли и сыворотка с растворенными в ней компонентами. Сывороточные белки с казеином не коагулируют, а переходят в сыворотку.

Готовность сгустка определяют следующим образом. В него наклонно вводят шпатель и приподнимают. Если раскол получается с острыми нерасплывающимися краями, хорошо выделяется сыворотка светло-зеленого цвета, то сгусток готов. Неровный излом и мутность сыворотки указывают на недостаточную готовность. Для дальнейшей обработки не годятся ни слишком прочный, ни слишком нежный сгусток. В первом случае сырное зерно получается неоднородное по размерам, с высокой долей пыли, во втором – велики потери белка и жира с сывороткой.

Обработка сычужного сгустка. Цель обработки – удаление сыворотки. При этом для каждого вида сыра в сырной массе должно оставаться определенное количество сыворотки для протекания микробиологических и биохимических процессов, которые имеют значение для формирования вкуса и консистенции сыра. Массовая доля влаги в сырной массе твердых сыров после прессования должна составлять 38–47%, мягких сыров после самопрессования – 47–65%.

Сгусток разрезают специальными режущими устройствами сначала вдоль, затем поперек, а затем на горизонтальные слои. Получают кубики с размером ребра от 8 до 12 мм.

Для постановки зерна разрезанный сгусток осторожно перемешивают, а затем дробят. Чем мельче зерно, тем больше удельная поверхность и тем лучше оно обезвоживается. При выработке твердых сыров получают зерно размером от 2–3 мм (швейцарский) до 5–6 мм (голландский), а для мягких сыров размер зерна составляет 20–30 мм.

После постановки зерна удаляют около 30% сыворотки и продолжают вымешивание с целью обсушки зерна. При этом объем зерна уменьшается, оно приобретает шарообразную форму. К концу вымешивания зерно становится упругим, достаточно прочным, теряет первоначальную клейкость.

Второе нагревание проводят для ускорения обезвоживания сырного зерна. При повышении температуры усиливается синерезис сгустка, т. е. его сжатие с выделением сыворотки. Температуру второго нагревания для каждого вида сыра устанавливают с учетом оптимальной температуры для развития микробиоты закваски. Если в составе закваски мезофильные молочнокислые бактерии, то температуру второго нагревания устанавливают в интервале 38–42°C и такие сыры образуют группу сыров с низкой температурой второго нагревания (голландский, костромской). Если закваска состоит из термофильных бактерий, то температура второго нагревания может быть от 48 до 58°C и такие сыры относят к группе сыров с высокой

температурой второго нагревания (швейцарский, столичный). Мягкие сыры вырабатывают без второго нагревания.

В процессе второго нагревания сырную массу постоянно перемешивают, не допуская образования комков.

Для регулирования молочнокислого брожения в сырную массу добавляют пастеризованную воду, имеющую температуру 50–60°C. Количество воды составляет от 5 до 20% массы перерабатываемого молока и зависит от кислотности сыворотки. В результате разбавления водой снижается кислотность сыворотки, а также содержание молочного сахара в отпрессованном сыре, что позволяет достигнуть требуемое для данного вида сыра значение рН сыворотки к моменту полного сбраживания молочного сахара.

При выработке сыров повышенной влажности проводят частичный посол сыра в зерне, добавляя раствор соли. Добавление соли способствует усилению гидрофильных свойств белков, увеличению количества связанной влаги, что положительно влияет на консистенцию сыра – она становится более нежной и пластичной. Кроме того, сокращается продолжительность посола сыра в рассоле. Однако полный посол сыра в зерне не применяют, так как высокая концентрация соли угнетает развитие микроорганизмов закваски.

Вымешивание зерна после второго нагревания называют обсушкой. Продолжительность обсушки зависит от многих факторов. При выработке твердых сыров необходимо выделить из сырного зерна больше влаги и обсушка более длительная, чем при выработке мягких. Чем выше жирность сыра, тем длительнее обсушка. Крупное зерно обсыхает медленнее, чем мелкое. С увеличением кислотности сырного зерна обсушка ускоряется.

Окончание обсушки сырного зерна определяется содержанием в нем влаги и кислотностью сыворотки. Субъективно готовность зерна к формованию определяют, сжимая небольшое его количество в руке. Достаточно обсушенное зерно при сжатии склеивается, а при легком встряхивании комков рассыпается. Своевременное окончание обсушки имеет важное значение для качества сыра. Если обсушка окончена преждевременно, то сыр получается слишком мягким, легко деформируется, высока вероятность вспучивания. При пересушивании сырное зерно теряет клейкость, плохо формуется, сыр получается слишком твердый, медленно созревает, могут образоваться трещины.

Формование сыра. Цель формования – соединение сырных зерен в монолит, которому придают определенную форму, и выделение части межзерновой сыворотки. В зависимости от вида вырабатываемого сыра применяют формование из пласта, наливом или насыпью.

Формование из пласта. Этим способом формуют твердые сыры с плотной однородной структурой сырной массы, правильным рисунком, крупными глазками округлой формы.

При формовании сыра из пласта зерно с сывороткой подают в ванну прямоугольной формы. Зерно оседает на дно, образуя пласт под слоем сыворотки. Это исключает попадание воздуха внутрь сырной массы и предотвращает образование неправильного пустотного рисунка. Пласт подпрессовывают, разрезают на куски требуемого размера и помещают в формы.

Формование насыпью. Зерном заполняют формы после отделения сыворотки. При этом между зёрнами попадает значительное количество воздуха, который не удаляется при последующем прессовании. В результате такого формования сыр имеет рыхлую, пористую структуру с большим количеством пустот неправильной формы. При формовании насыпью невозможно получить сыр со сравнительно плотной структурой и правильным рисунком без применения вакуума.

Формование наливом. Смесь зерна с сывороткой подается в формы. От количества сыворотки зависит формирование структуры сырной массы. Если сыворотки подается достаточно и уплотнение зерна происходит под слоем сыворотки, то получается плотная, не насыщенная воздухом сырная масса. Если сыворотки подается мало, то пространство между сырными зёрнами заполняется воздухом, причем образующиеся пустоты имеют неодинаковые размеры и угловатую щелевидную форму.

Самопрессование и прессование сыра. Цель самопрессования и прессования – уплотнение сырной массы, максимально допустимое для каждого вида сыра, образование замкнутого поверхностного слоя и удаление излишков сыворотки. В процессе самопрессования и прессования продолжается молочнокислое брожение, оптимальная температура для этих процессов составляет 18–20°C.

Самопрессование сыра. Мягкие сыры, сыры, созревающие в рассоле, и некоторые твердые сыры подвергают только самопрессованию. Для большинства прессуемых сыров самопрессование тоже обязательная операция, предшествующая прессованию. Если ее не проводить, а сразу после формования сырную массу поместить под пресс, то поверхностный слой настолько уплотняется, что препятствует выделению сыворотки. Самопрессование не проводят только для сыров, имеющих плотную массу, практически не содержащую межзерновой сыворотки после формования. В основном это относятся к сырам, формируемым из пласта.

Самопрессование осуществляется под действием собственной массы сыра. Давление в головке сыра увеличивается от верхних слоев к нижним, поэтому для равномерного уплотнения всей массы сыр переворачивают, сначала чаще (через 15–30 мин), затем реже (через 1,0–1,5 ч). Длительность самопрессования в зависимости от вида сыра составляет от 3 до 24 ч для мягких сыров и 30–40 мин – для твердых. К концу процесса достигается требуемое для каждого вида сыра значение рН, масса уплотняется, приобретает форму, выделение сыворотки прекращается.

Прессование сыра. Цель прессования – удаление остатков межзерновой сыворотки, образование замкнутого поверхностного слоя. Сыр прессуют в специальных формах. Дренажным материалом может служить хлопчатобумажная или синтетическая ткань (салфеточное прессование). При бессалфеточном прессовании используют перфорированные формы с сетчатыми вставками из нержавеющей стали или полимерных материалов. Кроме того, используют формы из проницаемых пористых полимерных материалов.

Под наибольшими нагрузками (до 84 кПа) прессуют сыр чеддер, который характеризуется отсутствием глазков, сыры с крупными, редко расположенными глазками прессуют под нагрузками до 64 кПа, сыры с более мелкими глазками – под нагрузками 28–40 кПа.

Во время самопрессования или прессования сыры маркируют казеиновыми или пластмассовыми цифрами.

Отпрессованный сыр должен иметь ровную гладкую поверхность без морщин, пор, трещин.

Использование вакуумирования на стадии прессования позволяет снизить давление, положительно влияет на структуру сыра, ускоряет процесс выработки сыра.

Посол сыра. Цель посола – формирование специфического острого вкуса, регулирование микробиологических и биохимических процессов. Содержание поваренной соли в различных сырах колеблется от 1,2 до 7%.

Для посола сформованного сыра применяют различные способы: посол в рассоле, сухой посол, комбинированный и инъекционный посол. Во всех случаях при посоле протекает одновременно два противоположно направленных процесса: диффузия соли в сыр за счет градиента концентраций и перенос воды (сыворотки) из сыра в рассол в результате разницы осмотических давлений в рассоле и сырной массе.

Посол в рассоле. В настоящее время это наиболее распространенный способ, массовая доля соли в рассоле составляет 18–22%,

температура – 8–12°C. Продолжительность посола в рассоле определяется свойствами сырной массы (влажность, плотность наружного слоя), удельной поверхностью сыра и параметрами рассола (концентрация соли, температура). Удельная поверхность связана с формой сырной головки и при одинаковой массе уменьшается в ряду брусок – цилиндр – сфера.

Сухой посол. При сухом посоле поверхность сыра натирают солью. Используют редко, в основном для мягких и самопрессуемых сыров.

Комбинированный посол. Существуют варианты комбинированного посола: посол сухой солью с досаливанием в рассоле либо посол в рассоле с последующим досаливанием сухой солью.

Инъекционный посол. Посол – трудоемкая технологическая операция в сыроделии, поэтому ищутся способы ее механизации. Разработан инъекционный способ посола, когда рассол вводят в сыр под давлением с помощью перфорированных игл или форсунок. Такой посол осуществляют на стадии самопрессования сыра.

Созревание сыра. Свежая сырная масса имеет чистый молочный вкус и эластичную, резиноподобную консистенцию. В процессе созревания сыр приобретает характерный вкус, аромат и рисунок, консистенция становится более пластичной, мягкой, для некоторых сыров – мажущейся.

Изменение состава и свойств сырной массы. Созревание сыра представляет собой комплекс микробиологических, биохимических и физико-химических процессов, в результате которых определенные изменения происходят со всеми составными частями: молочным сахаром, белками, молочным жиром, минеральными веществами.

Продолжается молочнокислое брожение, и в течение первых 5–10 суток молочный сахар сбраживается полностью. В продуктах брожения кроме молочной кислоты присутствуют уксусная кислота, этиловый спирт, диацетил, которые обогащают вкус сыра. Ароматизирующие вещества (диацетил, ацетоин) образуются также при сбраживании лимонной кислоты, которая переходит из молока.

Молочная кислота вытесняет кальций из солей и отщепляет его от параказеина, образуя лактат кальция. Молочная кислота и лактат используются бактериями. К примеру, пропионовокислые бактерии превращают их в пропионовую, уксусную кислоты и диоксид углерода, который играет главную роль в формировании рисунка сыра. Пропионовая, уксусная кислоты вместе с другими жирными кислотами придают сырам специфический, немного пряный, ореховый привкус.

В процессе созревания сыр должен достигнуть оптимальной кислотности. При излишнем накоплении молочной кислоты, казеин теряет значительную часть кальция и плохо связывает влагу. Сыр приобретает ломкую крошливую консистенцию и плохой рисунок. Если молочной кислоты образуется мало, то отщепление кальция от казеина задерживается и сыр имеет резиновую консистенцию.

Под действием протеолитических ферментов микроорганизмов закваски происходит распад белков с образованием растворимых в воде азотистых соединений: высоко-, средне- и низкомолекулярных пептидов, аминокислот. Под действием сычужного фермента распад белков идет до пептонов и в начальный период созревания в результате их накопления в сырах появляется горечь. Далее пептоны превращаются в пептиды и аминокислоты и горечь исчезает. При высокой температуре второго нагревания сычужный фермент инактивируется и протеолиз обуславливается только ферментами молочнокислых бактерий. В мягких сырах, созревающих с участием сырной слизи и плесени, вклад в протеолиз вносят ферменты микробиоты слизи и плесени. Они способствуют накоплению своеобразных специфических вкуса и запаха.

Аминокислоты подвергаются превращениям с образованием карбоновых, окси- и кетокислот, альдегидов, кетонов, аминов, аммиака и др. Часть аммиака взаимодействует с кислотами с образованием амидов, другая часть улетучивается. Степень распада белков (зрелость сыра) определяется по содержанию отдельных фракций азотистых соединений. Сыры с высокой температурой второго нагревания, при выработке которых используют молочнокислые палочки, имеющие высокую пептидазную активность, характеризуются большей глубиной протеолиза, чем сыры с низкой температурой второго нагревания.

При созревании в сыре образуется рисунок из шарообразных пустот (глазков), более или менее равномерно распределенных во всем объеме. Глазки образуются в результате накопления в сыре газообразных продуктов (CO_2 , NH_3 , H_2). Размер глазков зависит от скорости образования газов: чем медленнее они образуются, тем крупнее глазки.

Вследствие образования большого количества растворимых белковых соединений увеличивается количество связанной влаги, что способствует улучшению консистенции сыра. Кроме того, в оставшейся свободной влаге увеличивается концентрация соли и создаются неблагоприятные условия для развития микроорганизмов, что повышает стойкость сыра при хранении.

Иногда в глазках появляется прозрачная жидкость («слеза») – сырный сок, выделившийся в глазки. Это является свидетельством высокой зрелости сыра, когда протеолиз идет настолько глубоко, что распадаются белковые соединения, связывающие влагу, и увеличивается содержание свободной влаги.

Кроме белков, ферментативному гидролизу подвергается молочный жир. Источником ферментов липаз являются микроорганизмы закваски, сырной слизи, плесени. Продуктами липолиза являются глицерол и жирные кислоты. Глицерол потребляется микроорганизмами и в зрелых сырах не обнаруживается. Масляная, капроновая, каприновая, каприловая, валерьяновая кислоты обуславливают вкус и запах сыров. Кроме того, мягкие сыры содержат продукты окисления жирных кислот – метилкетоны, которые обладают острым вкусом и влияют на органолептические показатели сыров. В твердых сырах липолиз идет менее глубоко и содержание кислот незначительно.

Микроорганизмы в процессе развития продуцируют витамины. Например, пропионовокислые бактерии обогащают сыры витамином В₁₂.

Условия созревания сыра. В камере созревания поддерживают необходимые температуру и влажность воздуха. При созревании твердых сыров в начальный период поддерживают температуру около 10°C, а затем повышают до 12–16°C в зависимости от вида сыра. Большинство мягких сыров созревает при температуре 12–14°C. Относительную влажность воздуха при созревании сыров с высокой температурой второго нагревания в начале процесса устанавливают на уровне 90–94%, снижая к концу процесса до 87–90%, при созревании сыров с низкой температурой второго нагревания снижают с 88–90% до 80–85%.

Если температура выше оптимальной, интенсифицируется брожение, что может привести к вспучиванию сыров. При слишком низкой температуре созревание задерживается и появляются пороки (невыраженный вкус, горечь и др.).

При пониженной влажности воздуха в камере созревания сырная масса теряет много влаги, созревание замедляется, на корке образуются трещины. Высокая влажность способствует размягчению сырной массы, развитию плесени на поверхности головки.

Во время созревания проводят уход за поверхностью сыра. Для равномерной осадки и наведения корки сыры переворачивают через каждые 7–15 суток.

Прессуемые твердые сыры, не требующие развития на поверхности слизи и плесени, периодически моют, обсушивают, подвергают

тепловой обработке, помещая сыр в горячую воду или рассол с температурой 85–90°C на 3–5 с. Кроме того, поверхность сыра обрабатывают суспензией сорбиновой кислоты.

Поверхность сыров, созревающих при участии сырной слизи, в течение первого месяца периодически обтирают влажной салфеткой для равномерного распределения слизи и поддержания поверхности в увлажненном состоянии. В конце созревания слизь подсыхает, образуя плотный гладкий слой.

В процессе посола и созревания происходит усушка, масса сыра уменьшается. Усушка возрастает с повышением температуры и уменьшением относительной влажности воздуха. В результате мойки и тепловой обработки происходит потеря жира и белка.

Для снижения потерь массы сыра, предупреждения разрушения корки и развития слизи и плесени, повышения качества сыра и облегчения ухода за сыром применяют защитные покрытия на основе парафина, полимерных пленок и комбинированные покрытия.

Пороки сыра

При качественной оценке сыров могут быть обнаружены следующие недостатки: пороки вкуса и запаха, консистенции, рисунка, цвета.

Пороки вкуса и запаха. Горький вкус сыра может быть обусловлен содержанием в молоке горьких веществ растительного происхождения либо накоплением большого количества полипептидов вследствие нарушения процесса протеолиза. Причиной уменьшения количества протеолитических ферментов и снижения их активности может быть низкая температура созревания, высокая кислотность сырной массы, высокое содержание соли.

Основная причина кислого вкуса сыров – излишнее накопление молочной кислоты.

Затхлые вкус и запах являются следствием накопления в сырной массе большого количества аммиака, чему способствует интенсивное развитие сырной слизи, имеющей высокую протеолитическую активность. Благоприятными условиями для развития сырной слизи являются повышенные температура и влажность воздуха, высокие влажность и кислотность сырной массы, несоблюдение санитарно-гигиенических условий.

При замедленном развитии микробиологических и биохимических процессов вкус и запах сыров не достаточно выражены. Причины могут быть самые разнообразные: высокая кислотность, недостаток

влаги в сырной массе, пониженная температура созревания, избыточное содержание соли и др.

Пороки консистенции. Прессуемые сыры с низкой температурой второго нагревания могут иметь твердую консистенцию вследствие низкого содержания влаги. Избежать этого порока можно, применяя частичный посол сыра в зерне. В сырах с высокой температурой второго нагревания причиной твердой консистенции может быть недостаточное накопление растворимых продуктов протеолиза. В этом случае необходимо применять более активные культуры молочнокислых бактерий, не допускать пересола сыра.

Слишком интенсивное протекание молочнокислого брожения вызывает другой порок консистенции – крошливость.

При недостатке связанного с казеином кальция сырная масса неэластична, накопление газов в таких сырах не приводит к образованию глазков, а происходит растрескивание сыров и образование щелей разной величины. Причины такого порока заключаются в накоплении большого количества молочной кислоты и запаздывания газообразования. Таким образом, необходимое для формирования глазков давление газа создается только тогда, когда сырная масса уже потеряла эластичность.

И наоборот, когда при низком содержании молочной кислоты имеется избыток связанного с казеином кальция, сыр приобретает резиновую консистенцию. В этом случае необходимо увеличить дозу закваски и длительность процесса сквашивания и обработки сгустка.

При высокой влажности массы сыры имеют мажущуюся консистенцию.

Пороки рисунка. Избыточное газообразование при созревании сыров наблюдается в случае несоблюдения санитарно-гигиенических условий производства и развития посторонней микрофлоры: кишечной палочки, маслянокислых бактерий, дрожжей. В этом случае сыры будут иметь сетчатый, рваный, губчатый рисунок.

При замедленном газообразовании рисунок отсутствует, этот порок называют «слепой рисунок». Особенно неблагоприятно сказывается на газообразовании избыточное внесение соли при посоле сыра в зерне.

Пороки цвета и внешнего вида. Белые пятна в сырной массе появляются при неравномерном распределении закваски, при постановке неодинакового по размерам зерна и комкованию зерна при его обработке.

Белый цвет имеют пересоленные сыры и выработанные из сыра с повышенной кислотностью.

В случае недостаточного прессования или повреждения корки при мойке развивается подкорковая плесень.

Маркировка, фасовка, хранение

Готовые сыры парафинируют или упаковывают в пленку. Маркировку выполняют либо специальной краской перед парафинированием, либо наклеивают этикетку на пленку.

Кратковременное хранение сыров осуществляют при температуре 2–8°C и относительной влажности воздуха 75–85%. В этих условиях твердые прессуемые сыры можно хранить до 30 суток, самопрессуемые – не более 20 суток.

Для длительного хранения сыров должны соблюдаться следующие условия: температура –2...–5°C, относительная влажность воздуха 75–80%. Сыры при этом покрывают специальным покрытием. В таких условиях твердые сыры с низкой температурой второго нагревания можно хранить до 6 месяцев, с высокой температурой второго нагревания – до 8 месяцев, длительность хранения мягких сыров составляет 25–30 суток.

Сыродельные предприятия могут фасовать сыры мелкими порциями, герметично упакованными в полимерные материалы. Упаковку проводят при разрежении или с применением нейтральных газов (азота, диоксида углерода) с последующей герметизацией термосвариванием. При использовании термоусадочной пленки проводят тепловую обработку горячей водой (97°C) или горячим влажным воздухом. Продолжительность хранения упакованных порций твердых сыров – не более 20 суток, мягких – не более 2 суток при температуре не выше 10°C и относительной влажности воздуха не более 80%.

Особенности производства отдельных видов сыров

Сычужные сыры. *Твердые сыры с высокой температурой второго нагревания.* Они составляют группу швейцарского сыра и имеют характерный сладковато-пряный вкус, обусловленный глубоко протекающим протеолизом и накоплением аминокислот (пролин, оксипролин, аланин, глутаминовая кислота). В этих сырах повышенное содержание летучих жирных кислот (особенно уксусной и пропионовой), которые придают характерный сырный аромат. Газообразные продукты пропионовокислого брожения (диоксид углерода, водород) и консистенция сырного теста способствуют формированию рисунка из крупных глазков диаметром 10–15 мм.

Особенностью технологии сыров с высокой температурой второго нагревания является ступенчатый температурный режим созревания,

позволяющий регулировать протекание микробиологических процессов: на первой ступени (10–12°C) развиваются молочнокислые стрептококки, на второй (17–18°C) – молочнокислые палочки. На следующем этапе (22–25°C) количество бактерий этих групп становится одинаковым и наиболее активно развиваются пропионовокислые бактерии.

Твердые сыры с низкой температурой второго нагревания (группа голландского сыра). Низкая температура второго нагревания обуславливает относительно высокое содержание влаги в сыре после прессования, что обуславливает интенсивное развитие микробиоты, в первую очередь лактококков. В процессе созревания распаду подвергаются в основном молочный сахар и белки, жир расщепляется незначительно. Поскольку лактококки имеют невысокую активность протеолитических ферментов, распад белков протекает не глубоко и такие сыры содержат больше полипептидов, чем свободных аминокислот. Рисунок сыров с низкой температурой второго нагревания формируется в результате развития ароматизирующих молочнокислых бактерий.

Твердые сыры с низкой температурой второго нагревания и с повышенным уровнем молочнокислого брожения. Типичные представители этой группы сыров – чеддер и российский, особенностью технологии которых является повышенный уровень молочнокислого брожения. Сыры этой группы вырабатывают из молока высокой степени зрелости, вносят повышенную долю бактериальной закваски, состоящей из лактококков и молочнокислых палочек, увеличивают продолжительность обработки сырного зерна и прессование сыра.

Для некоторых видов сыров этой группы проводят специфический процесс – чеддеризацию сырной массы. Для этого бруски сырной массы укладывают в несколько слоев на специальные тележки, обеспечивая свободный отток сыворотки. Чеддеризацию проводят при температуре 32–38°C в течение 1–2 ч, периодически переворачивая бруски и увеличивая число слоев. В результате протекания молочнокислого брожения кислотность сырной массы увеличивается до требуемого значения, достигается необходимая влажность. Сырная масса приобретает слоисто-волокнистую структуру и при нагревании в горячей воде образует длинные тонкие нити. После чеддеризации бруски дробят, в измельченную массу вносят соль, проводят формование, самопрессование и прессование.

Полутвердые сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и сырной слизи (пикантные сыры). Температура второго нагревания при выработке таких сыров составляет 30–40°C. Невысокая температура обеспечивает интенсивное развитие молочнокислых

стрептококков в начальный период созревания. При производстве этих сыров проводят частичный посол сыра в зерне, формируют сырную массу наливом или насыпью. При созревании создают условия (повышенная влажность сырной массы и воздуха) для развития сырной слизи на поверхности сыров. В состав сырной слизи входят плесневые грибы *Oidium lactis*, дрожжи родов *Torulopsis* и *Mycoderma*, а также бактерии *Brevibacterium linens* и др.

В результате формования наливом или насыпью образуются глазки неправильной, угловатой и щелевидной формы. При созревании в этих пустотах скапливается часть газов, которые к концу процесса созревания под давлением сырной массы диффундируют наружу. Это объясняется тем, что консистенция таких сыров более пластичная, менее твердая и упругая, чем твердых сычужных сыров такой же жирности.

Мягкие сыры. Вырабатывают из молока высокой степени зрелости. Зерно ставят крупное, проводят его кратковременную обработку без второго нагревания, поэтому сыры имеют повышенную влажность. При формовании и самопрессовании интенсивно протекает молочнокислое брожение, которое обеспечивает кислотность массы, благоприятную для развития слизи.

В зависимости от состава микроорганизмов закваски и микроорганизмов, применяемых при созревании, мягкие сыры делят на три группы: созревающие при участии слизи, созревающие при участии плесени и свежие сыры, вырабатываемые при участии молочнокислых бактерий.

Рассольные сыры. Отличительная особенность технологии этих сыров – созревание в растворе соли. Они отличаются повышенной массовой долей соли (4–7%), повышенной влажностью (47–53%), имеют остросоленый вкус и слегка ломкую консистенцию.

Сыры для плавления. В качестве сырья для производства этих сыров используют молоко цельное, обезжиренное, пахту. Для свертывания молочного сырья применяют сычужный фермент, пепсин, пищевые кислоты (уксусную, молочную, лимонную), а также активные бактериальные закваски. Проводят чеддеризацию сырной массы, вырабатывают формованные и неформованные массы.

Плавленые сыры. Вырабатывают из различных видов сыров, масла, творога и других молочных продуктов (сметана, белковые массы из сыворотки и пахты, сухое молоко, сыворотка, казеинаты) с вкусовыми наполнителями и специями или без них путем тепловой обработки смеси с добавлением солей-плавителей (главным образом цитратов и фосфатов). В качестве вкусовых наполнителей используют копченое мясо, рыбные продукты, грибы, орехи, мед, какао, кофе,

фруктовые пюре, изюм, соль, в качестве приправ и специй – перец, лавровый лист, гвоздику, кардамон. Для повышения стабильности сыров при хранении добавляют сорбиновую кислоту, низин, коптильный препарат, для улучшения структуры – агар, агароид, желатин.

По сравнению с натуральными сырами плавленые содержат больше растворимых белков и хорошо эмульгированный жир, что повышает их усвояемость. Массовая доля жира в плавленом сыре составляет 8–30%, белка – 13–24%, минеральных солей – 4–7%, энергетическая ценность в зависимости от вида сыра колеблется в пределах 8000–14 000 кДж/кг.

Основную массу смеси для плавления составляют натуральные сыры, поэтому важное значение имеют их свойства: зрелость, которая оценивается по содержанию растворимого азота, кислотность и вкусовые достоинства. Оптимальная масса доля растворимого азота в сырах для плавления должна составлять 20–25%, значение рН – 5,6–5,8. Незрелые сыры плохо плавятся и после плавления приобретают грубую резинистую консистенцию. Перезрелые сыры после плавления имеют пастообразную консистенцию.

Измельченный сыр и другие виды сырья отвешивают в соответствии с рецептурой, которая составляется для каждого вида сыра, и подвергают плавлению. Нагрев массы осуществляется теплоносителем через стенку емкости для плавления и подачей пара в сырную массу. Температура плавления зависит от свойств исходного сырья, применяемых солей-плавителей, вида вырабатываемого сыра и составляет 85–95°C, длительность плавления – 10–15 мин. Вкусовые наполнители вводят в массу в конце плавления для сохранения витаминов, вкуса и аромата. Расплавленная масса поступает на фасовку и затем немедленно охлаждается.

Если нагревать сыры без солей-плавителей, то получается неоднородная масса, наблюдается синерезис и масса расслаивается на воду, свободный жир и белковый остаток. Роль солей-плавителей заключается в отщеплении кальция и коллоидного фосфата кальция от казеинаткальцийфосфатного комплекса, в результате чего разрушается гелевая структура сыра и казеин переходит в растворимое состояние. Анионы солей-плавителей образуют кальциевые соли, которые стабилизируют новую структуру геля. Одновременно происходит диспергирование жидкой фазы и эмульгирование жира.

С целью получения более однородной консистенции плавление проводят под вакуумом, для улучшения эмульгирования жира и получения более тонкой структуры после плавления массу гомогенизируют.

ТЕХНОЛОГИЯ СЛИВОЧНОГО МАСЛА

Технология изготовления масла методом сбивания сливок была разработана еще древними евреями. В России в XVIII–XIX вв. сепараторы отсутствовали, сливки получали методом отстоя, собирали их в течение нескольких суток, сбивали в примитивных маслобойках и сразу же направляли на перетопку. Топленое масло содержало до 99% жира, его называли «русским», поскольку масло изготавливали таким образом только в России. Оно имело ярко-желтую окраску, крупитчатую консистенцию, приятный ярко выраженный вкус и аромат. Масло хорошо сохранялось длительное время.

С появлением сепараторов (конец XIX в.) маслоделие в России получило бурное развитие и до 1914 г. Россия занимала ведущее место на мировом рынке по экспорту масла. Продажа масла давала России прибыли в 2,5 раза больше, чем золотопромышленность.

В СССР в 1990–1991 гг. сливочного масла вырабатывалось столько, сколько в США, Германии и Франции, вместе взятых.

Масло имеет приятный специфический вкус и запах, желтый или желтовато-белый цвет, достаточно твердую пластичную консистенцию, сохраняет форму в широком диапазоне температур (10–25°C).

Среди всех природных жиров сливочное масло обладает наибольшей пищевой и биологической ценностью. В масле традиционного состава содержится: жира – 81–83%, влаги – не более 16%, СОМО – 1,0–1,5%, соли (для соленого масла) – не более 1,0%. Энергетическая ценность масла составляет 32 000 – 33 000 кДж/кг.

Биологическая ценность масла обусловлена наличием в нем жирорастворимых витаминов: А (ретинола) – 6,4–7,5 мг/кг, β-каротина – 4,2–5,0 мг/кг, D (кальциферола) – 4,2 мкг/кг, Е (токоферола) – 15,4–22,0 мг/кг, а также витамина F – эссенциальных (незаменимых) жирных кислот. В небольших количествах присутствуют и водорастворимые витамины В₁, В₂, В₁₂, РР и др. С уменьшением в масле массовой доли жира и увеличением СОМО снижается содержание жирорастворимых и соответственно повышается содержание водорастворимых витаминов. В зимний период в связи с изменением состава кормов витаминов становится меньше.

Помимо витаминов биологическую ценность маслу придают фосфолипиды, участвующие в построении мембран клеток организма, синтезе белков, и стерины, принимающие участие в образовании гормонов, желчных кислот, в клеточном обмене мозга и др.

Выпускают более 20 видов сливочного масла, которые различаются по химическому составу, вкусу, запаху, консистенции. Свойства

масла зависят от используемого сырья, методов переработки сливок, вводимых добавок. В последнее время разрабатываются и выпускаются виды масла с комбинированной жировой фазой, в которых часть молочного жира заменена растительными и другими жирами. Такие продукты в зависимости от доли молочного жира называют спредами. Спред сливочно-растительный содержит более 50% молочного жира, спред растительно-сливочный – менее 50%.

Небольшая (7–10%) замена молочного жира растительным маслом оправдана с точки зрения повышения биологической ценности, поскольку в молочном жире недостаточно эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот. Замена же 20% и более молочного жира другими жирами не повышает ни пищевой, ни биологической ценности продукта.

Наиболее распространена классификация масла в зависимости от химического состава, используемого сырья и технологии получения (рис. 62).

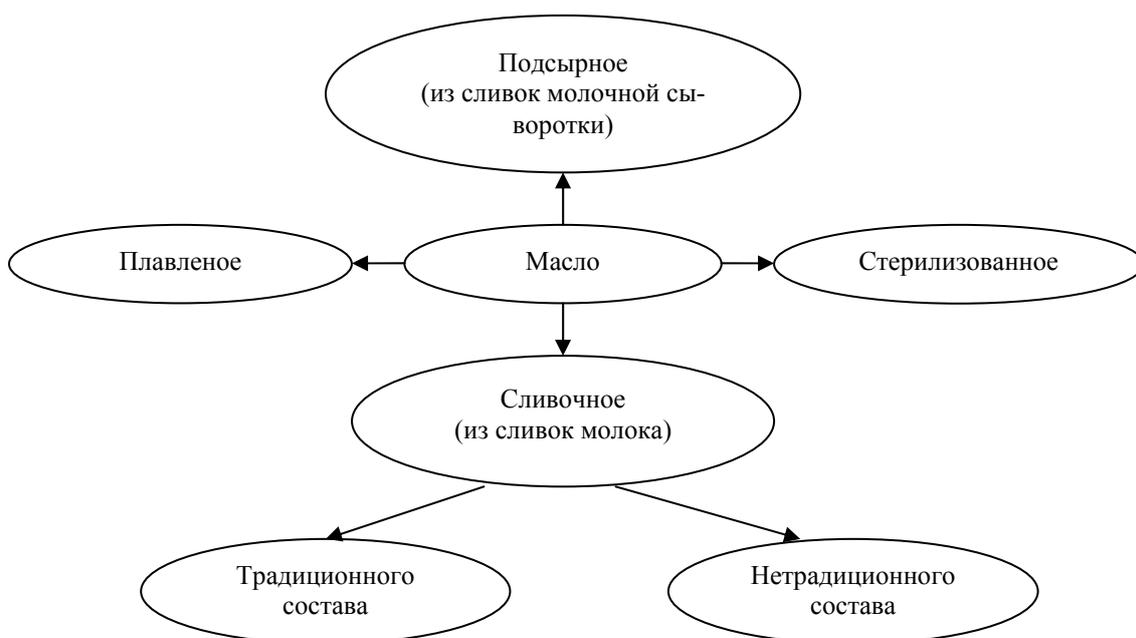


Рис. 62. Классификация масла

Масло традиционного состава имеет массовую долю жира 82–83%, влаги – не более 16%, СОМО – 1,0–1,5%. В масле нетрадиционного состава может быть повышена массовая доля СОМО, плазмы, часть молочного жира заменена другими жирами.

Выпускают следующие виды сливочного масла традиционного состава:

– сладкосливочное – изготовлено из свежих пастеризованных сливок, вырабатывается соленым и несоленым;

– вологодское – изготовлено из свежих сливок, пастеризованных при высоких температурах (93–95°C), обладает специфическим («ореховым») выраженным запахом и вкусом, вырабатывается только несоленым;

– кислосливочное – изготовлено из свежих пастеризованных сливок, сквашенных чистыми культурами молочнокислых и ароматобразующих бактерий, вырабатывается соленым и несоленым.

Масло нетрадиционного состава вырабатывают:

– с повышенным содержанием молочной плазмы (не более 20–35%) – любительское, крестьянское, бутербродное;

– с частичной заменой молочного жира растительным маслом;

– масло с наполнителями: молочно-белковыми – домашнее, столовое; вкусовыми – шоколадное, фруктовое.

Масло, выработанное из сливок молочной сыворотки (подсырное) может быть сладко- и кислосливочным, соленым и несоленым.

Масло плавленное – подвергнутое низкотемпературной тепловой и механической обработке. Вырабатывают следующих видов:

– топленое – выработанное перетапливанием масла-сырца;

– молочный жир – вырабатывают обезвоживанием и рафинированием топленого масла;

– восстановленное – полученное эмульгированием молочного жира в плазме молока с последующей механической обработкой;

Масло стерилизованное получают путем стерилизации высокожирных сливок, расфасованных в консервную тару.

Требования к сырью

Требования к молоку. Масло вырабатывают только из натурального свежего бактериально чистого молока, полученного от здоровых коров. Молоко должно быть без вкусовых пороков, кислотностью 16–18°Т. Кроме того, на выход масла и его свойства влияют следующие показатели молока:

– жирность, поскольку с увеличением массовой доли жира в молоке повышается степень использования жировой фазы и, соответственно, снижается расход молока;

– дисперсность жира, т. к. мелкие жировые шарики диаметром до 1 мкм остаются в обезжиренном молоке и пахте;

– химический состав молочного жира, характеризуемый жирнокислотным показателем (ЖКП), который выражает отношение

количества высокомолекулярных насыщенных жирных кислот к сумме низкомолекулярных насыщенных и ненасыщенных. Чем ниже ЖКП, тем более легкоплавкий жир.

На вышеперечисленные показатели влияют порода коров, состав кормов, период лактации и сезонность. Более крупные жировые шарики наблюдаются в молоке в начале и середине лактации в летний пастбищный период. Летом в молоке выше содержание ненасыщенных жирных кислот и масло, выработанное из такого молока, имеет более мягкую консистенцию.

Требования к сливкам. На выбор оптимальной жирности сливок влияют способ производства и вид вырабатываемого масла. При этом должны быть обеспечены минимальные потери жира с обезжиренным молоком и пахтой, наилучшая консистенция масла и минимальные затраты времени, сил и энергии на единицу вырабатываемого продукта.

Существует два способа производства сливочного масла:

1) сбивание сливок в маслоизготовителях периодического или непрерывного действия. При использовании этого способа чем выше жирность сливок, тем более высокая производительность оборудования обеспечивается, снижаются затраты на транспортирование сливок. Однако с увеличением жирности сливок замедляется отвердевание глицеридов в жировых шариках, более продолжительным становится процесс физического созревания сливок.

Масло, выработанное из сливок пониженной жирности, более ароматно, поскольку в таких сливках выше содержание плазмы, а запах масла обусловлен изменениями компонентов плазмы при пастеризации. Высокоароматное вологодское масло вырабатывают из сливок с массовой долей жира 24–28%, для производства кисломолочного масла используют сливки 35–38%-ной жирности с учетом того, что она разбавляется закваской, приготовленной на обезжиренном молоке, сладкосливочное масло сбивают из сливок жирностью 32–35%;

2) преобразование высокожирных сливок. В этом случае сливки концентрируются сепарированием до жирности масла. Высокая концентрация жира способствует ускорению образования масляного зерна в потоке и повышению производительности оборудования.

Исправление пороков сливок. Качество сливок, имеющих некоторые недостатки, можно улучшить соответствующей обработкой.

Фильтрация позволяет удалить механические примеси. Отвердевшие жировые комочки холодных сливок забивают поры фильтрующей ткани, поэтому сливки подогревают до температуры 40–45°C.

Промывка сливок позволяет удалить многие привкусы, носителем которых является плазма. Сливки промывают водой и обезжиренным молоком. Сначала их разбавляют водой с температурой 45–50°C до жирности 5–8%, перемешивают и сепарируют. На второй стадии для промывки используют доброкачественное обезжиренное молоко. Промытые сливки необходимо немедленно пастеризовать.

К недостаткам промывки следует отнести потери жира при сепарировании и высокие энергетические затраты.

Аэрация, дезодорация и вакреация также способствуют удалению посторонних вкусов и запахов.

Слабовыраженные запахи можно удалить продуванием воздуха через тонкий слой нагретых сливок.

Для удаления адсорбированных запахов применяют обработку сливок в дезодораторах при остаточном давлении 0,08–0,09 МПа и температуре 55–60°C. В этих условиях сливки кипят и вместе с парами воды удаляются летучие вещества, придающие посторонний запах. Запахи высокомолекулярных нефтепродуктов, химикатов при такой обработке не удаляются.

Вакреация заключается в распылении сливок под вакуумом и обработке их паром.

После вакреации и дезодорации сливки приобретают «пустой» вкус, так как из них удаляются и полезные ароматизирующие вещества, которые восполняют пастеризацией сливок при температуре 95°C. Масло из таких сливок приобретает излишне твердую консистенцию и большую склонность к окислению, поэтому дезодорацию и вакреацию применяют только при необходимости.

Производство масла способом сбивания сливок

Этот способ обеспечивает получение масла хорошей пластичной и термоустойчивой консистенции, его используют во всем мире. Технологическая схема производства масла способом сбивания включает получение и пастеризацию сливок, их физическое созревание, сбивание сливок, промывку масляного зерна и механическую обработку масла (рис. 63).

Получение сливок. Сливки получают сепарированием подогретого молока, при этом для получения сливок постоянной жирности выход их из сепаратора регулируют в соответствии с жирностью поступающего молока.

Пастеризация и охлаждение сливок. Масло вырабатывают только из пастеризованных сливок. Режим пастеризации выбира-

ют в зависимости от вида вырабатываемого масла, качества и жирности сливок.

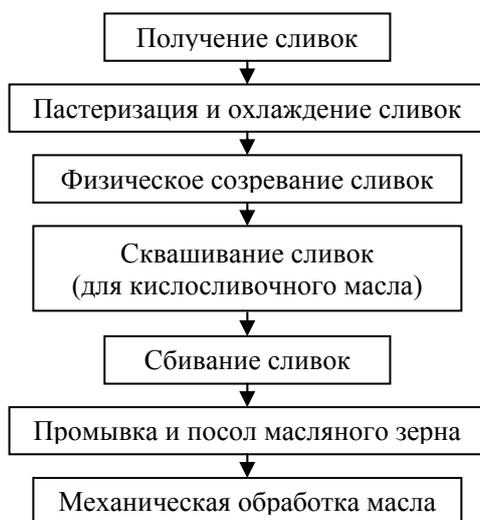


Рис. 63. Технологическая схема получения масла сбиванием сливок

Для получения сладкосливочного масла сливки пастеризуют при температуре 85–87°C с выдержкой 5–10 мин, для кисломолочного масла температуру пастеризации повышают до 90–92°C для полного уничтожения вегетативных клеток и иммунных тел, препятствующих развитию микроорганизмов закваски.

Бактериально обсемененные сливки и сливки с кормовыми и другими посторонними примесями пастеризуют при более высоких температурах. Сливки повышенной жирности выдерживают при температуре пастеризации более длительное время, поскольку они имеют пониженную теплопроводность.

При пастеризации сливок происходят изменения в жировой фазе. Вследствие десорбции и частичного разрушения липопротеиновых оболочек жировых шариков происходит их коагуляция и пастеризованные сливки быстрее сбиваются. Вместе с тем, возможно образование капель вытопившегося жира, из которых впоследствии образуются крупные кристаллы, придающие «мучнистость» консистенции масла.

Немедленно после пастеризации сливки быстро охлаждают в потоке до температуры 2–18°C, что ниже точки отвердевания молочного жира, составляющей 19–22°C. Быстрое охлаждение интенсифицирует отвердевание жира при последующем физическом созревании сливок и способствует сохранению приобретенных при пастеризации вкуса и запаха.

Физическое созревание сливок. Охлажденные сливки выдерживают при низкой температуре для физического созревания, цели которого – отвердевание жира в жировых шариках и изменения физико-коллоидных свойств оболочек жировых шариков и плазмы сливок.

Отвердевание молочного жира играет важную роль в процессе маслообразования, только при наличии отвердевшего жира при сбивании сливок можно получить масляное зерно, обеспечить хорошую консистенцию масла и минимальный отход жира в пахту. Степень отвердевания жира (отношение количества отвердевшего жира к первоначальному его количеству в сливках) должна составлять 30–35%.

Поскольку молочный жир представляет собой сложную по составу смесь глицеридов, при кристаллизации его образуются смешанные кристаллы. Причем эти кристаллы могут находиться в нескольких полиморфных формах, которые переходят друг в друга. При кристаллизации молочного жира образуются главным образом две группы смешанных кристаллов: низкоплавкая с температурой плавления 15–25°C и высокоплавкая с температурой плавления 27–35°C. Для получения масла хорошей консистенции соотношение низко- и высокоплавкой групп кристаллов должно составлять 2 : 1. С этой целью регулируют температуру созревания сливок: в весенне-летний период, когда в молоке преобладают легкоплавкие глицериды, созревание проводят при более низких температурах, чем в осенне-зимний период, когда преобладают высокоплавкие глицериды.

При созревании сливок существенно изменяется состояние оболочек жировых шариков. Некоторые вещества оболочек (фосфолипиды) переходят в плазму. Оболочки жировых шариков становятся более тонкими и хрупкими, они легче разрушаются при сбивании сливок в масло. Кроме того, переход части веществ оболочек в плазму приводит к снижению электрического заряда оболочек, что способствует сближению и агрегации жировых шариков. Чем ниже температура и больше продолжительность созревания сливок, тем выше доля крупных (размером 6–10 мкм) жировых частиц.

При созревании изменяется вязкость сливок, причем не только в результате отвердевания молочного жира, но и благодаря изменениям в плазме, на которые существенное влияние оказывает температура созревания.

Для ускорения созревания сливок применяют механическое воздействие на охлажденные сливки либо охлаждают сливки ускоренным способом – в распыленном состоянии в среде азота.

Сквашивание сливок (для кисломолочного масла). В результате сквашивания масло приобретает приятные кисломолочные вкус и запах, повышается его стойкость.

Закваску готовят на чистых культурах молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*.

Режимы сквашивания выбирают таким образом, чтобы совместить этот процесс с физическим созреванием сливок.

При повышенных температурах (18–20°C) продолжительность сквашивания составляет 6–12 ч, но не обеспечивается нормальное физическое созревание сливок, его приходится проводить отдельно. Недостатком такого режима является необходимость подогревания сливок после созревания и охлаждения их перед сбиванием.

Сквашивание при средних температурах (14–17°C) длится от 12 до 16 ч. Одновременно со сквашиванием проходит первая ступень физического созревания сливок. Однако и в этом случае сливки необходимо дополнительно охладить до температуры сбивания.

Наиболее рациональный метод – сквашивание при пониженных температурах (10–12°C), что позволяет почти полностью совместить процессы созревания и сквашивания. В этом случае применяют повышенную долю закваски из холодоустойчивых рас молочнокислых бактерий.

Применяют отдельный способ, когда часть сливок подвергают сквашиванию, а затем вносят их в оставшуюся часть, которая подвергалась физическому созреванию.

Сбивание сливок. Цель сбивания сливок заключается в разрушении оболочек и агрегации жировых шариков, в результате чего формируется масляное зерно.

Весь процесс маслообразования можно условно разбить на три стадии. На первой разрушаются оболочки жировых шариков, ослабленные при физическом созревании сливок. Шарики, сохранившие оболочки, в основном переходят в пахту, и только небольшая их часть остается в плазме масла. На этой стадии наблюдается образование пены, которая играет большую роль в формировании масляного зерна. На второй стадии жировые шарики за счет жидкого жира слипаются сначала в кучки и комочки, а затем в масляные зерна. На третьей стадии отдельные зерна в процессе механической обработки объединяются в пласт масла.

Сбивание сливок в масло, промывка и посолка масляного зерна, механическая обработка масла осуществляются в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия. Во время сбивания сливки

подвергаются интенсивному механическому воздействию в виде ударов. При вращении маслоизготовителя периодического действия сливки поднимаются на определенную высоту, а затем падают вниз. Частота вращения маслоизготовителя должна быть такой, чтобы сливки не удерживались центробежной силой у стенок. Продолжительность сбивания составляет 50–60 мин, после получения масляного зерна выпускают пахту, процеживая ее через сито. В маслоизготовителе непрерывного действия сливки сначала подвергаются интенсивному механическому воздействию мешалки-била в цилиндрическом сбивателе, что приводит к разрушению жировой эмульсии и образованию масляного зерна, которое затем проходит обработку в шнековом маслообработнике.

На скорость образования масла влияет ряд факторов:

- концентрация жировой фазы в сливках – продолжительность маслообразования обратно пропорциональна концентрации жира в сливках;

- интенсивность механического воздействия на сливки путем перемешивания, падения, ударов;

- температура сбивания (находится в пределах от 8 до 14°C в зависимости от жирнокислотного показателя);

- степень заполнения маслоизготовителя (при заполнении на 40–50% общей вместимости достигается максимальная поверхность воздушной дисперсии и время сбивания наименьшее, при уменьшении степени заполнения сбивание ускоряется, однако значительная часть жировых шариков не успевает агрегироваться и остается в пахте);

- полнота протекания физического созревания сливок.

Показателем правильно выбранного режима является продолжительность сбивания, которая должна составлять 40–45 мин в маслоизготовителях цилиндрической формы и 50–60 мин в маслоизготовителях другой (конической, грушевидной, кубической) формы. При сокращенной продолжительности сбивания масляное зерно получается излишне мягкое, увеличивается отход жира в пахту. При затягивании процесса сбивания зерно засаливается, плохо обрабатывается, масло получается грубой консистенции.

В нормальных условиях при применении сливок средней жирности степень использования жира должна быть не ниже 99,3%, а пахта должна иметь массовую долю жира не более 0,3%.

Промывка и посол масляного зерна. Масляное зерно промывают, если сливки для его производства имели выраженные кормовые привкус и запах, сконцентрированные в плазме. Во время промывки вместе с водой удаляется часть плазмы, уменьшается содержание

питательных веществ. Такие условия менее благоприятны для развития микроорганизмов, и повышается стойкость масла при хранении. Кроме того, промывка позволяет в некоторой степени исправить консистенцию масла. Если масляное зерно мягкое, то для промывки берут воду, температура которой на 1–2°C ниже, чем температура пахты, и наоборот, температура воды для промывки грубого, крошливого масляного зерна должна быть на 1–2°C выше температуры пахты.

Если масло получено из высококачественных сливок, промывку можно не проводить. В непромытом масляном зерне сохраняются все компоненты плазмы, обладающие антиокислительными свойствами: токоферолы, каротин, фосфолипиды, соединения с сульфгидрильными группами –SH, масло имеет более выраженные вкус и запах, повышенное содержание СОМО. Если плазма хорошо диспергирована во время механической обработки, такое масло остается стойким при хранении.

В результате посола масло приобретает умеренно соленый вкус и повышается стойкость его при хранении. Для предотвращения развития большинства микроорганизмов массовая доля соли в масле должна составлять не менее 4%, однако в этом случае масло имеет слишком соленый вкус. Массовая доля соли в масле в соответствии со стандартом не должна превышать 1,5%.

Если масло хранят при отрицательных температурах, то плазма несоленого масла замерзает, а соленого нет, и в ней могут протекать химические процессы, развиваться микроорганизмы, устойчивые к низким температурам и соли.

Механическая обработка масла. В результате механической обработки масла решаются следующие задачи:

- из разрозненных масляных зерен формируется сплошной пласт масла;
- удаляется избыточная влага и устанавливается содержание влаги в соответствии со стандартом;
- диспергируется оставшаяся влага до частиц минимальных размеров и равномерно распределяется влага;
- получается масло требуемой консистенции.

Процесс механической обработки масла в маслоизготовителях непрерывного или периодического действия можно условно разделить на три стадии.

На первой стадии разрозненные масляные зерна постепенно соединяются в сплошной рыхлый пласт, удаляется влага с поверхности масляных зерен и частично механически связанная влага, находящаяся

в микрокапиллярах. Достигается критическое содержание влаги в масле, соответствующее массовой доле 11%, в этот момент она выделяется и поглощается в одинаковых количествах.

На второй стадии больше влаги вработывается в масло, чем отжимается из него. Происходит диспергирование крупных капель жидкости, равномерное распределение ее во всем объеме, капсулирование капиллярной влаги.

На третьей стадии отжатие влаги практически прекращается, содержание ее в масле увеличивается, продолжается диспергирование и распределение. Механическую обработку прекращают, когда вследствие малых размеров капель поверхность становится матовой, а на индикаторной бумаге отсутствуют отпечатки.

Масло, выработанное в маслоизготовителях непрерывного действия, содержит больше газовой фазы по сравнению с маслом, полученным на маслоизготовителях периодического действия. Масло вакуумируют в вакуум-камере при разрежении 0,02–0,08 Па.

Готовое масло подается на фасовку.

Производство масла способом преобразования высокожирных сливок

Технология получения масла путем преобразования высокожирных сливок разработана советскими учеными. В этом способе исключаются длительные процессы физического созревания сливок и сбивания сливок в масляное зерно.

Технологический процесс производства сливочного масла способом преобразования высокожирных сливок включает стадии получения сливок средней жирности и высокожирных с последующим преобразованием последних в масло (рис. 64).

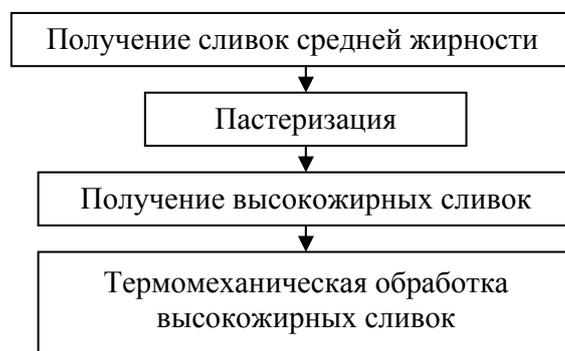


Рис. 64. Технологическая схема получения масла преобразованием высокожирных сливок

Высокожирные сливки можно получать непосредственно из молока однократным сепарированием, но обычно сначала получают сливки с массовой долей жира 32–37%, пастеризуют их при температуре 85–87°C и сразу же направляют на повторное сепарирование до жирности получаемого масла. Процесс осуществляется при высоких температурах (не ниже 70°C), когда сливки имеют низкую вязкость, это облегчает их получение и вытекание из сепаратора.

В результате удаления дисперсионной среды и плотной упаковки жировых шариков между ними образуются очень тонкие адсорбционно-гидративные пленки. Устойчивость высокожирной эмульсии можно объяснить расплавленным состоянием жировых шариков и предельной гидратированностью их поверхности.

Максимальная концентрация жира в сливках, которой можно достигнуть без дестабилизации жировых шариков, составляет 83,5%. Дальнейшее повышение жирности может привести к потере жировыми шариками оболочек и вытапливанию жира.

Полученные высокожирные сливки с температурой 60–70°C поступают в емкости для нормализации. Сливки нормализуют по содержанию влаги, жира и СОМО таким образом, чтобы эти показатели соответствовали массовой доле влаги, жира и СОМО в получаемом масле. Для нормализации используют пахту, молоко, сливки, молочный жир. Сливки тщательно перемешивают и направляют в маслообразователь.

Термомеханическая обработка высокожирных сливок. Высокожирные сливки представляют собой концентрат плотноупакованных жировых шариков с ненарушенными оболочками. Охлаждение их до температуры ниже точки отвердевания основанной массы глицеридов и интенсивная механическая обработка приводят к необратимому разрушению структуры. Это свойство и используют при термомеханической обработке высокожирных сливок для преобразования их в масло.

Термомеханическую обработку проводят в две стадии.

На первой стадии осуществляют быстрое охлаждение сливок с температуры 60–70°C до температуры ниже начала кристаллизации основной массы глицеридов молочного жира (20–23°C). Быстрое охлаждение высокожирных сливок способствует кристаллизации высоко- и среднеплавких глицеридов в объеме неразрушенного жирового шарика с образованием мелких кристаллов. Механическая обработка приводит к повреждению оболочек жировых шариков и появлению свободного от оболочки жира. С этого момента начинается обращение

фаз. Дисперсионной средой становится жидкий жир, в котором в виде дисперсной фазы находится отвердевший жир, капельки воды, пузырьки воздуха и отдельные жировые шарики с ненарушенными оболочками. Эмульсия типа «жир в воде» (высокожирные сливки) превращается в эмульсию типа «вода и жире» (масло). На первой стадии массовая доля деэмульгированного жира составляет 80–94%, а твердого жира – 1,5–2,0%.

На второй стадии, когда сливки с температурой 20–23°C охлаждаются до 11–17°C, происходит массовая кристаллизация глицеридов молочного жира с резким возрастанием вязкости продукта. Скорость обращения жировой фазы постепенно снижается, в состоянии неразрушенной эмульсии остается незначительная часть жира (2–6%). На этом этапе начинается формирование пространственной структуры.

Интенсивное механическое перемешивание способствует дроблению кристаллов на более мелкие и обеспечивает равномерное распределение жидкой и твердой фаз жира и всех остальных компонентов. Масло еще сохраняет текучее состояние, массовая доля твердого жира в нем составляет 30–38%, часть жира находится в переохлажденном состоянии. В таком виде масло поступает из маслообразователя в тару, где быстро отвердевает. Окончательное формирование структуры масла происходит при термостатировании (10–15°C, 3–5 суток) и завершается при холодильном хранении за 3–4 недели.

Для преобразования высокожирных сливок в масло используют маслообразователи различных типов (цилиндрический, пластинчатый, вакуум-маслообразователь и др.).

Пороки масла

Пороки вкуса и запаха. Причинами пороков вкуса и запаха могут быть некачественное сырье (кормовые привкусы), нарушение технологических режимов и санитарных условий производства (нечистый, затхлый, гнилостный, плесневелый привкусы, кислый вкус), несоблюдение условий транспортирования и хранения (прогорклый вкус, штафф – поверхностное окисление масла).

Пороки консистенции. Консистенция сливочного масла обусловлена химическим составом жировой фазы, характером кристаллизации глицеридов, соотношением массовых долей твердого и жидкого жиров, количеством и дисперсностью плазмы в масле, содержанием газовой фазы и характером ее распределения в монолите.

Крошливая консистенция может быть следствием длительного созревания сливок при пониженных температурах, низкой температуры промывной воды, неправильных режимов хранения масла.

Мягкая мажущаяся консистенция характерна для масла, полученного из сливок, в которых при физическом созревании молочный жир недостаточно отвердел. Кроме того, причиной этого порока могут быть нарушения температурных режимов при сбивании и обработке масла, а для масла, полученного преобразованием высокожирных сливок, – излишне длительная механическая обработка сливок при снижении температуры масла, выходящего из аппарата.

Мучнистая консистенция обеспечивается крупными кристаллами жира, которые образуются при медленном охлаждении масла. Этот порок более свойственен маслу, полученному преобразованием высокожирных сливок.

Пороки цвета. По этому показателю масло, вырабатываемое в осенне-зимний период, уступает продукции, получаемой в весенне-летний период.

Белое (бледное) масло получается при недостатке пигментов в молочном жире.

Пестрое, полосатое, мраморное масло. Порок обусловлен неравномерным диспергированием рассола в соленом масле и наличием крупных капель плазмы, смешиванием масла различной окраски, недостаточной зачисткой штаффа при фасовке.

ТЕХНОЛОГИЯ МОРОЖЕНОГО

Впервые в Европе мороженое появилось в XIII в., когда путешественник Марко Поло привез из Китая рецепт. В 1660 г. итальянец Франческо Прокопио в Париже открыл торговлю мороженым, технология которого держалась в секрете. Однако вследствие потребности в холоде при производстве, транспортировании и хранении этого продукта технология его широко распространилась только в XIX в., когда появились первые холодильные машины.

Мороженое получают путем взбивания и замораживания молочных или фруктово-ягодных смесей с сахаром с добавлением стабилизаторов структуры, вкусовых и ароматизирующих наполнителей.

Мороженое имеет высокую питательную ценность, обусловленную содержанием углеводов и жиров, хорошие вкусовые свойства, поэтому пользуется большим спросом в любое время года, хотя является прохладительным продуктом.

Вырабатывают мороженое на молочной основе (молочное, сливочное, пломбир) и без добавления молочного сырья (фруктово-ягодное,

ароматическое). Плодово-ягодное мороженое получают из плодов, ягод, натуральных соков, джемов, варенья и др. Для производства ароматического мороженого используют сахарный сироп с добавлением кислоты, стабилизаторов, ароматических эссенций и красящих веществ. В табл. 12 приведено содержание основных компонентов и кислотность разных групп мороженого без наполнителей. В качестве наполнителей применяют орехи, цукаты, изюм, кофе, цикорий, плоды и ягоды. При введении наполнителей массовая доля сухих веществ, жира, сахаров изменяется на 1–2%, кислотность может возрастать с 22 до 50°Т для мороженого с фруктово-ягодными наполнителями.

Таблица 12

**Содержание основных компонентов и кислотность
основных групп мороженого**

Мороженое	Массовая доля, %, не менее			Кислотность, °Т, не более
	молочного жира	сахара	сухих ве- ществ	
Молочное	3,5	15,5	20	22
Сливочное	10,0	14,0	34	22
Пломбир	15,0	15,0	40	22
Плодово-ягодное	–	7,0	30	70
Ароматическое	–	25,0	25	70

Вкус и запах мороженого должны быть чистыми, ярко выраженными, характерными для данного вида мороженого; консистенция – однородной во всем объеме, достаточно плотной, без ощутимых кристаллов льда, комочков жира и стабилизатора; цвет – однородным, характерным для данного вида мороженого. Допускается неравномерная окраска мороженого, приготовленного с фруктами, ягодами, орехами. Мороженое не должно содержать патогенных и токсигенных микроорганизмов, допустимый титр кишечной палочки – не ниже 0,3 мл, а общее количество микроорганизмов не должно превышать 10^5 клеток в 1 см³ мороженого любого вида.

Характеристика сырья

Молоко и молочные продукты. В качестве сырья для производства мороженого на молочной основе применяют следующие молочные продукты:

- молоко цельное и обезжиренное;
- молоко сгущенное цельное и обезжиренное, с сахаром и без сахара;
- молоко сухое цельное и обезжиренное;
- пахту сухую и сгущенную;
- сыворотку осветленную и сброженную сгущенную;
- сливки различной жирности;
- сливки сгущенные и сухие;
- масло сливочное несоленое высшего сорта.

Сахар – обязательный компонент во всех видах мороженого. Он придает сладкий вкус, снижает температуру замерзания, препятствуя образованию крупных кристаллов льда при фризеровании и обеспечивая нежную однородную консистенцию готового продукта. Часть сахара может заменяться глюкозой, карамельной патокой, сорбитом или ксилитом (для больных сахарным диабетом).

Стабилизаторы – коллоидные гидрофильные вещества, связывающие воду и повышающие вязкость смесей для мороженого. Они улучшают структуру готового продукта и повышают его сопротивляемость таянию. В качестве стабилизаторов применяют желатин, пищевой агар, агароид, альгинат натрия, казеинат натрия, пектин, модифицированный желирующий крахмал, пшеничную муку, камеди и др. Стабилизаторы предварительно выдерживают в холодной воде для набухания, затем нагревают для растворения. При этом учитывают, что при высоких температурах ($> 65\text{--}70^\circ\text{C}$ для желатина, пектина, агара и $> 40\text{--}45^\circ\text{C}$ для модифицированного крахмала) желирующая способность ослабевает. Пектин применяют при выработке фруктово-ягодного мороженого, поскольку он устойчив к воздействию кислот.

Вкусовые и ароматизирующие добавки – ванилин, какао-порошок, кофе, экстракт чая, ядра орехов, изюм, органические кислоты, пищевые эссенции, вино, коньяк, карамель, цукаты, вафли, свежие и замороженные фрукты и ягоды, соки, варенье, повидло и др.

Технологическая схема получения мороженого

Производство мороженого включает подготовку сырья и приготовление смеси в соответствии с рецептурой, обработку смеси, охлаждение и созревание, фризирование смеси, фасовку и закаливание мороженого (рис. 65).



Рис. 65. Технологическая схема производства мороженого

Приготовление смеси. Смесь готовят в емкостях с мешалками, сначала загружают жидкие компоненты (воду, молоко, сливки) и подогревают их до температуры 35–45°C, затем добавляют остальные компоненты. Сахар вносят в виде песка или сиропа. Сухие молочные продукты смешивают с сахарным песком в соотношении 1 : 2 и растворяют в небольшом количестве молока до получения однородной массы. Сливочное масло нарезают на небольшие куски или плавят в змеевиковых плавителях. При поточном методе производства все компоненты вносят в виде растворов строго определенной концентрации.

Обработка смеси. Для обработки смеси обычно используют пастеризационно-охладительные установки, в комплект которых входят фильтр и гомогенизатор. Обработка смеси проходит в тонком слое и непрерывном потоке без доступа воздуха, что обеспечивает высокую эффективность пастеризации и сохранность термолабильных компонентов.

При фильтровании смеси удаляются механические примеси и нерастворившиеся комочки компонентов.

Пастеризацию проводят при температуре 85°C с выдержкой 50–60 с. Достаточно жесткие режимы пастеризации обусловлены высоким содержанием в смеси сухих веществ, которые увеличивают вязкость и оказывают защитное действие на микроорганизмы.

Смеси на молочной основе обязательно подвергают гомогенизации, после которой размер жировых шариков не должен превышать 1–2 мкм. Благодаря этому раздробленные жировые шарики равномернее распределяются в смеси и быстрее принимают температуру охлаждения и закаливания. В мелких шариках достигается большая степень отвердевания глицеридов молочного жира, что способствует лучшей взбитости. Кроме

того, при повышении дисперсности жировой фазы уменьшается расстояние между жировыми шариками, а значит, при замораживании образуются более мелкие кристаллы льда, что улучшает структуру продукта.

Гомогенизацию проводят при температуре, близкой к температуре пастеризации, но не ниже 63°C. При более низкой температуре происходит усиленная агрегация мелких жировых шариков, за счет образования жировых скоплений резко увеличивается вязкость смеси, снижается взбиваемость.

Давление гомогенизации тем ниже, чем выше жирность смеси. Молочные смеси гомогенизируют при давлении 12,5–15 МПа, сливочные – при 10–12,5 МПа, пломбирные – при 7,5–9 МПа.

Охлаждение и созревание смеси. Гомогенизированную смесь быстро охлаждают до температуры 0–6°C и направляют в емкостной аппарат с мешалкой.

Если в качестве стабилизаторов используют желатин и некоторые другие вещества, то проводят созревание смеси при этой температуре в течение 4–24 ч. Цель созревания – гидратация белков молока и стабилизатора, адсорбция различных веществ на поверхности жировых шариков, отвердевание глицеридов молочного жира. Созревшая смесь хорошо поглощает и удерживает пузырьки воздуха при фризеровании, а готовый продукт имеет высокую взбитость и нежную структуру.

Если в качестве стабилизаторов применяют агар, агароид и другие равноценные стабилизаторы, то созревание не проводят.

Перед фризерованием в смесь вносят ароматизирующие вещества и эссенции.

Фризерование смеси. Цель фризирования – насыщение смеси воздухом при одновременном частичном замораживании. В результате образуется твердая фаза (кристаллы льда и жира), разделенная прослойками жидкой фазы. От правильности проведения фризирования зависят консистенция и структура готового продукта.

Температура начала замораживания в зависимости от вида смеси составляет от –2,2°C до –3,5°C. В смесях на молочной основе замерзает от 45 до 67% воды от общего содержания воды, в плодово-ягодных смесях – 25%. Чем больше воды замораживается при фризеровании, тем меньше времени потребуется на закалку и тем лучше будет качество мороженого.

Структура мороженого зависит также от количества и дисперсности вводимого воздуха. Мороженое с высокой взбитостью плавится медленнее, чем недостаточно взбитое, вследствие низкой теплопроводности воздуха. При недостаточной взбитости мороженое получается

слишком плотным, с грубой консистенцией и структурой, при избыточной – снегообразным, с хлопьевидной структурой.

Взбиваемость смеси зависит от многих факторов:

- состав смеси: с увеличением содержания сахара взбитость смеси снижается, жир также ухудшает взбиваемость, поскольку жировые шарики ослабляют перегородки между воздушными пузырьками; с другой стороны присутствие жира препятствует росту кристаллов льда;

- свойств жира и стабилизатора: смеси со свежими сливками взбиваются лучше, чем смеси со сливочным маслом;

- режима фризирования, конструкции фризера, состояния его ножей.

В мороженом хорошей консистенции размер кристаллов льда не превышает 100 мкм, а размер воздушных пузырьков – 60 мкм. При взбитости 100% в 1 г мороженого содержится около 8,3 млн. пузырьков воздуха. Для пломбира и сливочного мороженого достигается взбитость 70–100%, для молочного мороженого – 50–60%, для фруктово-ягодного – 35–40%. Температура мороженого в конце фризирования составляет от –4,5 до –6,0°C.

Используют фризеры периодического и непрерывного действия. Основным рабочим органом фризера является двухстенный цилиндр, в межстенном пространстве которого циркулирует хладагент. Внутри цилиндра вращающаяся мешалка перемешивает смесь, в результате чего в нее вработывается воздух. Быстровращающиеся ножи-скребки снимают намерзающий слой со стенок под давлением, создаваемым насосами, частично замерзшая смесь вытесняется из цилиндра.

Фасовка и закаливание мороженого. Выходящее из фризера мороженое быстро фасуют и направляют на закаливание. При задержке часть закристаллизованной воды может оттаять, а при последующем закаливании образуются крупные кристаллы льда.

Мороженое фасуют в пластиковые стаканчики и ведерки, вафельные рожки и стаканчики, в виде брикетов на вафлях и без них, эксимо различных видов, в виде тортов в коробки и др.

В процессе закаливания температура понижается до –15...–18°C, практически все глицериды молочного жира переходят в твердое состояние, вымораживается 75–85% общего количества воды. Полной кристаллизации воды не происходит, так как вследствие высокой концентрации солей и сахара в незамерзшей части раствора он имеет температуру замерзания ниже –50°C.

Поскольку процесс закаливания протекает без перемешивания, образуются крупные кристаллы льда, однако их срастанию в жесткий

каркас препятствуют наличие тонкодиспергированной отвердевшей фазы жира и многочисленных пузырьков воздуха. Чем быстрее протекает закаливание, тем более мелкие кристаллики льда образуются и тем нежнее структура мороженого.

Процессы фасования и закаливания мороженого обычно полностью механизированы.

Глазируют мороженое после закаливания. В состав глазури входят шоколадный кувертюр (смесь какао-порошка и сахарной пудры), какао-масло, какао-порошок, сахарная пудра, сливочное масло. Масло медленно расплавляют при температуре 35–38°C, добавляют в него шоколадный кувертюр или какао-порошок, тщательно перемешивают. Глазурь небольшими порциями выливают в ванночки для глазирования, куда опускают закаленное мороженое, слегка оттаявшее с поверхности.

Хранить мороженое нужно в камерах с температурой –18...–25°C, колебания температуры в которых не должны превышать ±3°C, а при длительном хранении колебание температуры не допускается.

Пороки мороженого

Грубая структура – в продукте встречаются крупные кристаллы льда. Причиной могут быть нарушения режима гомогенизации, фризирования, резкие колебания температуры в период заделки и хранения.

Крупитчатая или маслянистая структура – наличие ощутимых на вкус комочков молочного жира. Порок появляется в мороженом высокой жирности при использовании в рецептуре сливочного масла, нарушении режима гомогенизации, при неудовлетворительной работе фризера, в результате чего происходит дестабилизация жировой фазы и образование микрозерен масла.

Плотная консистенция – недостаточная взбитость мороженого с повышенным содержанием жира и сухих веществ.

Хлопьевидная структура – появляется в мороженом с низким содержанием сухих веществ, при нарушении режима гомогенизации и насыщении смеси воздухом в виде крупных пузырьков.

Песчанистость – кристаллизация лактозы в виде мелких песчинок. Порок усиливается при внесении наполнителей (фруктов, орехов, какао-порошка) и резких колебаниях температуры при хранении.

Посторонние привкусы и запахи – появляются при использовании некачественного сырья и нарушении санитарно-гигиенических требований к содержанию оборудования.

Излишне кислый вкус – в фруктово-ягодном мороженом при нарушениях рецептуры.

ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

Молоко – скоропортящийся продукт, в свежем виде употребление его возможно только в местах непосредственного производства. Кроме того, получение молока имеет сезонный и региональный характер. Для бесперебойного обеспечения населения молоком в течение года, создания государственных продовольственных резервов и для экспорта осуществляют консервирование молока.

Современное промышленное консервирование молока основано на принципах абиоза и анабиоза. Промышленное консервирование молока по принципу абиоза основано на тепловой стерилизации, в дополнение к которой допускается использовать неприменяемый в терапии антибиотик низин и химические консерванты – сорбиновую кислоту и ее соли. Из способов обработки, основанных на анабиозе, для консервирования молока применяют замораживание воды, снижение ее активности и доступности, сушку. Активность воды в молоке снижают сгущением, растворением различных веществ или одновременно тем и другим. При этом возрастает осмотическое давление.

Наряду с традиционным консервированием цельного молока в последние годы получило распространение консервирование обезжиренного молока, пахты, сыворотки.

Выпускают различные виды молочных консервов, которые в зависимости от способа консервирования можно классифицировать следующим образом:

- полученные тепловой стерилизацией – сгущенное стерилизованное молоко и концентрированное стерилизованное молоко, причем молоко может быть цельным, обезжиренным, с добавками;
- полученные сгущением – сгущенные обезжиренное молоко, пахта, сыворотка, концентрированная сыворотка;
- полученные сгущением и растворением сахарозы в оставшейся воде – сгущенные молоко и сливки с сахаром, кофе со сгущенным молоком и сливками с сахаром, какао со сгущенным молоком и сливками с сахаром, сгущенные с сахаром нежирное молоко, пахта и сыворотка;
- полученные сушкой – разные виды сухого молока, сливок, сухая пахта, сыворотка, сухое молоко с добавками, сухие многокомпонентные смеси, сухие кисломолочные продукты и др.

Молочные консервы обладают высокой пищевой и биологической ценностью, удобны для фасовки, транспортирования, хранения, легко восстанавливаются при растворении в воде.

В качестве вкусовых добавок, обогатителей, стабилизаторов, эмульгаторов, защитных факторов применяют следующие материалы: какао-порошок, кофе, цикорий, сывороточные белковые концентраты, лактозу, глюкозу, сахарозу, крахмал, растительные масла и животные жиры, лецитин, фосфатидные концентраты, лизоцим, концентраты молочнокислых бактерий и др.

Требования к сырью

Молоко, направляемое на консервирование, не должно иметь пороков вкуса и запаха, должно обладать высокой термоустойчивостью, которая определяется кислотностью и солевым равновесием.

Титруемая кислотность должна быть не более 16–18°Т – для концентрированного стерилизованного молока, 19°Т – для сгущенного стерилизованного молока и 20°Т – для других видов молочных консервов.

Натуральность и качество молока оценивают с помощью показателя $J_m / СОМО_m$ – доли жира на единицу СОМО. На основе этого показателя составляют нормализованные смеси для того или иного продукта, этим показателем определяются органолептические показатели молока и молочных продуктов. Молочные продукты вкуснее, если отношение $J_m / СОМО_m$ приближается к значениям 0,40–0,42.

На стабильность и стойкость к окислению жировой фазы сгущенных и молочных консервов влияет размер жировых шариков. Наиболее пригодно молоко с мелкими, одинаковыми по размеру жировыми шариками. В этом случае в сгущенных продуктах уменьшается скорость отстаивания белково-жировой фазы, а в сухих замедляется окислительная порча жира.

Для консервирования наиболее пригодно молоко с меньшими размерами мицелл казеина, сгущенные продукты из такого молока более вязкие, а сухие лучше растворяются.

Кроме вышперечисленных требований молоко должно удовлетворять требованиям чистоты, в том числе и микробиологической.

Подготовка молока

Принятое по качеству и учтенное молоко подвергают подготовке, которая независимо от получаемого продукта имеет общие стадии: очистка, охлаждение, резервирование, составление нормализованных смесей, тепловая обработка и сгущение (рис. 66).

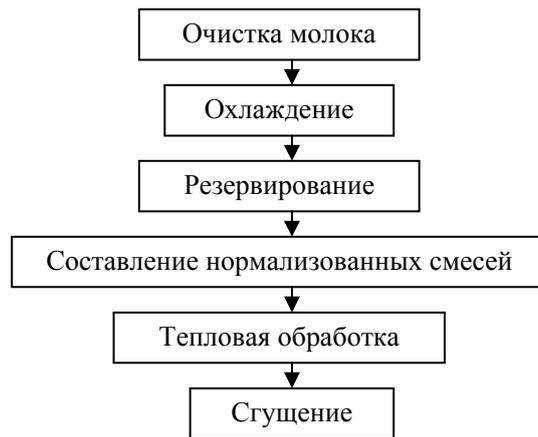


Рис. 66. Общая технологическая схема подготовки молока при производстве молочных консервов

Очистку от механических примесей осуществляют с помощью сепараторов-молокоочистителей без предварительного подогревания молока. При частоте вращения барабана сепаратора 133 с^{-1} вместе с примесями из молока удаляется от 20 до 50% микроорганизмов. При использовании бактофуг с частотой вращения барабана $250\text{--}300 \text{ с}^{-1}$ происходит не только значительно более эффективное выделение микроорганизмов, но и денатурированных сывороточных белков, что существенно повышает термоустойчивость молока.

Охлаждают молоко до температуры $4\text{--}8^\circ\text{C}$. При этом если молоко предназначено для длительного резервирования (2–3 суток), перед охлаждением проводят его тепловую обработку. В противном случае при низкой температуре хранения молочнокислого брожения не происходит, но возможно развитие психрофильных микроорганизмов, продуцирующих липолитические и протеолитические ферменты. В результате молоко становится непригодным для консервирования.

Резервирование молока необходимо не только для бесперебойного обеспечения производства, но и в целях регулирования состава молока.

Нормирование молока осуществляют в соответствии с требуемыми значениями массовой доли жира и СОМО в готовом продукте. В зависимости от конкретного вида продукта соотношение $J_m / \text{СОМО}_m$ колеблется в пределах от 0,16 до 3,30. Исходя из нормативного содержания в готовых продуктах, рассчитывают количество вносимых в молоко наполнителей и добавок.

Тепловая обработка молока необходима для уничтожения микроорганизмов и инактивации ферментов. Применяют следующие режимы тепловой обработки: $90\text{--}95^\circ\text{C}$ без выдержки; $105\text{--}109^\circ\text{C}$ без

выдержки; в две ступени – 85–87°C; 120–130°C без выдержки. Наиболее эффективна тепловая обработка при температуре более 100°C.

Сгущение нормализованных смесей заключается в частичном удалении свободной воды при условии сохранения системы в текучем состоянии при заданной температуре. Способы удаления воды могут быть различными: в замороженном виде (криоконцентрирование), жидком (обратный осмос) и в виде пара (выпаривание).

При замораживании части свободной влаги и удалении ее в виде кристаллов льда массовая доля сухих веществ увеличивается до 30–40%. Существенных изменений компонентов молока при замораживании не происходит.

Для удаления воды из молочного сырья на основе обратного осмоса используют мембраны из ацетатцеллюлозы или других материалов с диаметром пор 1–3 нм под давлением не более 5 МПа. Цельное молоко сгущают до массовой доли сухих веществ 18%, обезжиренное молоко и сыворотку – до 30–35% сухих веществ. Достоинствами этого способа являются невысокие энергетические затраты и полное сохранение исходных свойств сгущаемого сырья.

Для максимального сохранения составных частей и свойств молока при упаривании температура должна находиться в пределах 50–70°C, упаривание при таких температурах осуществляют в многокорпусных вакуум-выпарных установках.

Кратность сгущения показывает, во сколько раз увеличивается массовая доля всего сухого вещества и любой составной части молока и соответственно во сколько раз уменьшается масса исходной смеси. При кратности сгущения < 2 вкус, запах, цвет молока существенно не изменяются. Если кратность сгущения > 2 молоко приобретает солоно-сладкий вкус и слабо-кремовую окраску, вязкость продукта возрастает пропорционально кратности сгущения. Если кратность сгущения соответствует пересыщению растворов солей или лактозы молока, возможна их кристаллизация, тем более при охлаждении продукта.

Дальнейшая обработка определяется видом выпускаемых молочных консервов.

Сгущенные стерилизованные молочные консервы

По составу сгущенное и концентрированное стерилизованное молоко различаются незначительно: массовая доля сухого молочного остатка в первом продукте составляет 26%, во втором – 28%. При такой массовой доле сухого молочного остатка казеинаткальцийфосфатный

комплекс находится в коллоидном, а лактоза – в растворенном состоянии, консистенция продуктов текучая.

Для обеспечения термоустойчивости молока при стерилизации солевое равновесие в молоке восстанавливают добавлением растворов пищевых буферных солей натрия или калия, наиболее эффективно восстанавливают равновесие лимоннокислый трехзамещенный натрий и смесь его с метафосфатом натрия. Сущность стабилизации заключается в том, что анионы лимонной и фосфорной кислот связывают избыточный ионизированный кальций, благодаря чему предотвращается коагуляция казеина. Водные растворы солей добавляют в нормализованную смесь до сгущения, в сгущенную нормализованную смесь или в два приема: в нормализованную смесь до сгущения и в сгущенную гомогенизированную охлажденную нормализованную смесь.

После общих для всех молочных консервов стадий подготовки молока (рис. 66) сгущенную нормализованную смесь подвергают гомогенизации и стерилизации (рис. 67).

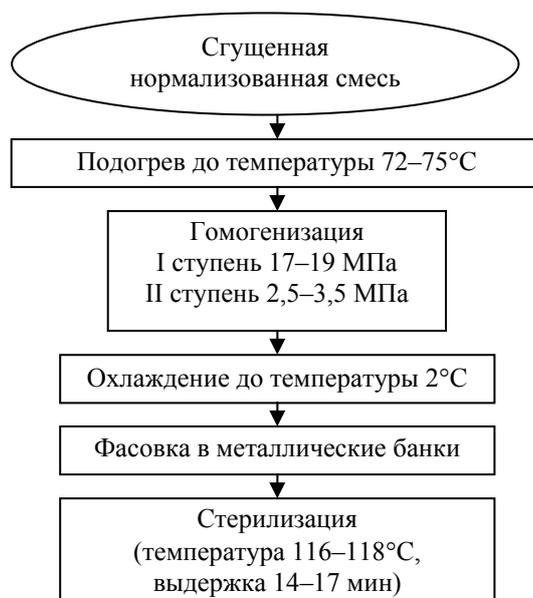


Рис. 67. Технологическая схема получения сгущенных стерилизованных молочных консервов

Гомогенизация обеспечивает диспергирование жировой фазы и способствует повышению вязкости продукта. Охлаждение смеси необходимо в связи с ее резервированием до окончательного установления солевого равновесия по результатам пробной стерилизации данной партии сгущенного продукта. Режимы стерилизации выбирают в зависимости от термостойкости микробиоты, физико-химических свойств продукта и способа стерилизации.

Сгущенные молочные консервы с сахаром

Эти продукты характеризуются следующими значениями массовых долей: влаги – от 26 до 29%, жира – от 5,0 до 19,0%, сахарозы – от 37,0 до 44,0%. При этом массовая доля в водной части продукта составляет для сахарозы 61,0–63,5%, для лактозы – 20,0–32,0%. При такой концентрации сахароза не кристаллизуется и если размеры кристаллов лактозы составляют 8–10 мкм, продукт имеет однородную во всей массе консистенцию.

Сгущенные молочные продукты с сахаром вырабатывают как периодическим, так и непрерывно-поточным способом. Технологическая схема их производства от общей схемы получения молочных консервов отличается наличием стадии смешивания нормализованной смеси с сахаром, а также стадий охлаждения и фасовки сгущенного продукта. При недостаточной вязкости может быть проведена гомогенизация продукта.

Во избежание снижения качества сахара-песка нельзя допускать его увлажнения при хранении, поскольку оно сопровождается инверсией сахарозы. Полученные моносахара образуют с белками молока меланоидины и продукт приобретает темный цвет.

При периодическом способе производства сахар-песок растворяют в питьевой воде и сахарный сироп подают в вакуум-выпарную установку частично до подачи нормализованной смеси, частично после. При достижении заданной массовой доли сухих веществ сгущенный продукт при температуре 45–60°C направляют в вакуум-охладитель для охлаждения до температуры 18–22°C.

В результате испарения влаги содержание сухих веществ возрастает на 3,0–3,5%, вязкость увеличивается в 2–3 раза, происходит частичная кристаллизация лактозы. Для достижения однородной консистенции продукта, образующиеся кристаллы лактозы должны иметь линейные размеры, не превышающие 10–11 мкм. Это условие обеспечивают, проводя охлаждение быстро, при интенсивном перемешивании продукта, с обязательным внесением затравочного материала – мелкокристаллической рафинированной лактозы.

При непрерывно-поточном способе сахар растворяют в молоке, выпаривают молочно-сахарную смесь, охлаждают продукт в потоке. Это позволяет интенсифицировать процесс и создает возможность для автоматического регулирования параметров, что позволяет получить продукт более высокого качества: меньше изменяется цвет продукта, однороднее консистенция, выше вязкость.

Сухие молочные продукты

Сухие молочные продукты представляют собой порошки с массовой долей сухих веществ 95,0–98,5%, обладающие сыпучестью. Форма частиц зависит от технологии сушки. Применяют разные способы сушки: распылительный в потоке горячего воздуха, в кипящем слое, контактный, сублимацией и в состоянии пены.

Наиболее распространен распылительный способ сушки. Частицы продуктов распылительной сушки имеют шарообразную форму, форму агломератов и агломератов, напыленных паверхностно-активными веществами (пищевыми соевыми фосфатидными концентратами).

Механизм распылительной сушки заключается в полидисперсном распылении сгущенных смесей в потоке горячего воздуха, сушке в нем распыленных частиц и выделении высушенных частиц из потока воздуха. Капля размером в 40 мкм при температуре 50°C высыхает за 2 с, теряя при этом половину своей массы при небольшой усадке. К недостаткам такого способа относятся высокие энергозатраты, низкая смачиваемость и скорость растворения продукта.

Более перспективен двухстадийный способ сушки, когда из сушильной камеры выводится продукт с повышенной массовой долей влаги (6–9%), придающей ему термопластические свойства, способствующие агломерации частиц. Досушивается продукт в вибрационных конвективных сушилках, где порошок переводится в псевдооживенное состояние и высушивается в виде агломератов до конечной массовой доли влаги в виброкипящем слое. Продукты с частицами в форме агломератов характеризуются более высокой скоростью растворения.

Контактный способ заключается в сушке сгущенного продукта, наносимого на поверхность вальцов, имеющих температуру 105–130°C в аппаратах, работающих при атмосферном давлении, и температуру 50–60°C в вакуумных сушилках. Продукт высыхает в виде пленки, которую срезают и размалывают, частицы охлаждают и фасуют. Этот способ применяется в основном для сушки продуктов с низкой жирностью и обезжиренных.

Сублимационный метод сушки заключается в удалении влаги при разрежении из предварительно замороженных продуктов. Такие продукты хорошо сохраняют вкус, запах, структуру, легко восстанавливаются, выживаемость микроорганизмов составляет до 97%. Этим способом получают сухие закваски и сухие кисломолочные продукты.

Сушка в состоянии пены осуществляется путем введения газа под давлением 15 МПа в сгущенную молочную смесь перед выходом

ее из распыляющего устройства в сушильной камере. В результате получаются плотные, пористые частицы, обладающие повышенной смачиваемостью и растворимостью.

Стойкость продуктов консервирования молока

Способность продуктов консервирования сохраняться в течение длительного времени оценивается по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Стойкость продуктов зависит от температуры, относительной влажности воздуха и упаковки. Для сгущенного молока и сахара, сгущенного и концентрированного стерилизованного молока при температуре от 0 до 10°C, относительной влажности воздуха не более 85% и герметичной упаковке гарантийный срок хранения составляет 12 месяцев, для сухого цельного молока – 8 месяцев.

Несоблюдение установленных условий хранения приводит к изменениям качества продукта, причем эти изменения специфичны для разных видов продукции.

Сгущенные молочные консервы с сахаром. Загустевание – увеличение вязкости вплоть до потери текучести. Причинами загустевания могут быть невысокая доля влаги, повышенные температуры хранения, нарушения режимов тепловой обработки нормализованных смесей.

Расслоение с отстаиванием белково-жирового слоя и выпадением в осадок кристаллов лактозы является следствием невысокой вязкости, при этом в осадок выпадают даже кристаллы лактозы, размеры которых меньше 10 мкм. Такие же изменения происходят при нарушении режима охлаждения в вакуум-охладителе, применение затравки с размером частиц более 5 мкм, что приводит к образованию крупных кристаллов лактозы.

Выпадение кристаллов лактозы – образование одиночных кристаллов лактозы наблюдается, когда массовая доля лактозы в водной части продукта превышает 64,5%.

Ложный бомбаж – следствие термического сжатия и расширения продукта в случае резких перепадов температуры при хранении.

Горьковатый или прогорклый вкус появляется вследствие липолиза жира при длительном резервировании сырого молока.

Потемнение обусловлено образованием меланоидинов при температурах хранения более 20°C.

Бомбаж, плесневение, нечистый вкус – результат развития разных групп микроорганизмов вследствие несоблюдения санитарно-гигиенических условий.

Сгущенные молочные консервы стерилизованные. Отстаивание белково-жирового слоя является следствием недостаточной эффективности гомогенизации.

Гелеобразование характеризуется потерей нормальной текучести в результате тесного взаимодействия агрегированных частиц казеинаткальцийфосфатного комплекса. Предупреждается встряхиванием банок с продуктом.

Свертывание – образование сгустков, комочков, в отдельных случаях с появлением кислого или горького привкусов происходит из-за развития бактерий вследствие несоблюдения режимов тепловой обработки.

Потемнение, бомбаж, ложный бомбаж возникают по тем же причинам, что и в сгущенных молочных консервах с сахаром.

Сухие молочные консервы. *Комкование* характеризуется образованием комочков, которые не разрушаются при механическом воздействии, и происходит в результате фасования продукта в охлажденном виде.

Осаливание, прогоркание – ореховый, салитый, прогорклый, горький привкус и запах, которые появляются в результате окисления молока при хранении в сыром виде или в ходе технологического процесса.

Ухудшение смачиваемости, снижение скорости и полноты растворения проявляются при повышенных температурах хранения. Возникают по разным причинам: смачиваемость ухудшается из-за увлажнения продукта, на скорость растворения влияет механическое воздействие на продукт во время перемещения его по ходу технологического процесса, полнота растворения уменьшается из-за длительного резервирования сгущенной нормализованной смеси перед сушкой.

Нечистый, затхлый привкус появляется в результате увлажнения вследствие негерметичности упаковки.

ПЕРЕРАБОТКА ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА, ПАХТЫ И МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Производство молока сопряжено со значительными затратами, поэтому должны рационально использоваться все его части.

Вместе с тем, полностью все составные части молока переходят в конечный продукт лишь при производстве цельномолочной продукции и молочных консервов. Традиционная технология сыров предусматривает переход в готовый продукт только половины сухих

веществ молока, другая половина остается в сыворотке. При производстве сливочного масла используется только жировая часть, остальные компоненты остаются в обезжиренном молоке и пахте.

Объем обезжиренного молока, пахты и сыворотки составляет 70% от объема перерабатываемого молока. В обезжиренное молоко переходит около 70% сухих веществ цельного молока, в пахту – около 73%, в сыворотку – 52%. Состав вторичного молочного сырья представлен в табл. 13.

Таблица 13

Химический состав вторичного молочного сырья, %

Компоненты	Цельное молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Молочная сыворотка
Молочный жир	3,7	0,05	0,5	0,2
Белки	3,3	3,3	3,3	0,9
Лактоза	4,8	4,8	4,7	4,8
Минеральные соли	0,7	0,75	0,7	0,6
Сухое вещество	12,5	8,9	9,1	6,5

Обезжиренное молоко. Белок обезжиренного молока почти не содержит белков оболочек жировых шариков. По сравнению с белком цельного молока он обладает большей биологической ценностью, содержит большее количество незаменимых аминокислот. В твороге из обезжиренного молока почти в 1,5 раза больше аминокислот антиатеросклеротического направления (метионина, лизина, лейцина, изолейцина), чем в твороге из цельного молока. В обезжиренном молоке выше содержание холина, также обладающего антиатеросклеротическим действием на организм человека.

Из обезжиренного молока вырабатывают нежирное пастеризованное молоко, нежирные кисломолочные напитки, молочно-прохладительные напитки, которые получают смешиванием обезжиренного молока с соками.

Продукты из обезжиренного молока рекомендуются для профилактики и лечения атеросклероза, падагры, гипертонии, ожирения.

Пахта. Химический состав пахты зависит от метода получения сливочного масла. Большей биологической активностью обладает пахта, полученная при выработке кисломолочного масла методом сбивания.

В пахту с оболочками жировых шариков переходит около 75% фосфолипидов, обладающих выраженными биологическими свойствами. Они участвуют в нормализации жирового и холестерина обмена, активизируют работу ферментов, входят в состав тканей,

крови, мембранных систем клеток. Пахта содержит минимальное количество холестерина. В нее отходят очень мелкие жировые шарики, в которых повышено содержание эссенциальных ненасыщенных жирных кислот. Из пахты вырабатывают напитки, в том числе с различными наполнителями (сахар, кофе, соки и др.), производят сквашенную пахту.

Продукты из пахты особенно полезны для людей пожилого возраста, они рекомендуются для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, нарушения обмена веществ, ожирения.

Молочная сыворотка. При выработке сыров, творога, казеина в сыворотку переходит около половины сухих веществ молока. Основной компонент молочной сыворотки – лактоза. Молочный жир в сыворотке представлен мелкими жировыми шариками, из молока в сыворотку почти полностью переходят сывороточные белки, небольшое количество казеина. Биологическая ценность сывороточных белков выше, чем казеина.

Из свежей сыворотки вырабатывают напитки с сохранением всех ее частей с добавлением либо без добавления вкусовых и ароматизирующих веществ. Для изготовления прохладительных напитков используют гидролизованную сыворотку или сыворотку, из которой удалены белки.

Продукты из сыворотки являются лечебными в питании пожилых людей и людей с избыточным весом.

18. ТЕХНОЛОГИЯ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

Ежегодно мясокомбинатами Беларуси перерабатывается более 480 тыс. т скота. В республике в этой отрасли насчитывается 380 различных по статусу, технической оснащенности и специализации субъектов хозяйствования. Крупнейшими из них являются: ОАО «Гродненский мясокомбинат» (более 38 тыс. т перерабатываемого скота в год), КУП «Минский мясокомбинат» (более 35 тыс. т), ОАО «Волковысский мясокомбинат» (около 34 тыс. т), ОАО «Слонимский мясокомбинат» (более 33 тыс. т), открытые акционерные общества «Могилевский мясокомбинат», «Слуцкий мясокомбинат», «Брестский мясокомбинат», «Витебский мясокомбинат» (более 27 тыс. т перерабатываемого скота на каждом), ОАО «Березовский мясоконсервный комбинат» (около 26,5 тыс. т), ОАО «Борисовский мясокомбинат» (до 25 тыс. т), ОАО «Гомельский мясокомбинат» (более 24,5 тыс. т) и др.

Состав и пищевая ценность мяса

Под мясом понимают туши или их части, получаемые при убое скота. Пищевая ценность мяса и мясопродуктов зависит от содержания белков, жиров, углеводов, экстрактивных веществ, витаминов, макро- и микроэлементов. Эти компоненты в мясе входят в состав мышечной, соединительной, хрящевой, костной и жировой тканей. Качество мяса определяется количественным соотношением этих тканей и их свойствами. Количественное соотношение тканей в мясе примерно следующее: мышечная ткань – 45–70%, жировая ткань – 3–20%, соединительная, хрящевая, костная ткани – 25–35%. Физико-химические и морфологические характеристики тканей зависят от вида скота, породы, возраста, пола, условий содержания и откорма, анатомических особенностей частей туши.

Мышечная ткань. Как часть мяса мышечная ткань обладает наибольшей пищевой ценностью. В ней содержатся, %: вода – 70–75, белки – 18–22, липиды – 2–3, азотистые экстрактивные вещества – 1,0–1,7, безазотистые экстрактивные вещества – 0,70–1,35, минеральные вещества – 1,0–1,5, углеводы – 0,5–3,0, а также ферменты и витамины.

По морфологическому строению различают два типа мышечной ткани: поперечно-полосатую (скелетная мускулатура) и гладкую (стенки пищеварительного тракта, диафрагмы, кровеносных сосудов).

Мышечная ткань состоит из гигантских многоядерных клеток – мышечных волокон, они соединены в пучки и образуют отдельные

мускулы. Поверхность мышечных волокон покрыта эластичной оболочкой – сарколеммой, а мускулы окружены плотными пленками из соединительной ткани. Между мышечными волокнами находятся прослойки межклеточного вещества, состоящего из волокон соединительной ткани – волоконец и бесструктурного желеобразного вещества. Между пучками и волокнами проходят и разветвляются сосуды и нервы.

Большую часть объема мышечных волокон занимают миофибриллы – длинные тонкие нити, собранные в пучки и расположенные параллельно оси волокон. Ядра волокон расположены по периферии клеток, вблизи сарколеммы. Кроме ядер мышечная клетка содержит митохондрии, рибосомы, лизосомы и другие органеллы. Пространство между миофибриллами и другими органеллами заполнено саркоплазмой – неоднородной массой, состоящей из полужидкого белкового золь, в котором содержатся включения гликогена, липидов, и эндоплазматической сети – сложной системы мельчайших пузырьков (цистерн) и трубочек. Эндоплазматическая сеть соединяет отдельные участки миофибрилл между собой и с сарколеммой.

Миофибриллы поперечно-полосатой мускулатуры состоят из чередующихся темных и светлых участков (дисков). Они имеют различное строение и разный белковый состав, чем и обусловлена их оптическая неоднородность: темные участки обладают двойным лучепреломлением, а светлые участки таким свойством не обладают. Диски разных миофибрилл расположены в строгом порядке (темные против темных, светлые против светлых), что в целом придает волокну поперечную исчерченность.

Белки мышечной ткани. Из белков построены структурные компоненты мышечных волокон (саркоплазма, сарколемма, миофибриллы, органеллы) и межклеточного вещества.

Белки саркоплазмы (миоген, миоальбумин, глобулин X и миоглобин) составляют 20–25% мышечных белков. Они растворимы в воде.

Миоген, миоальбумин и глобулин X – близкие по физико-химическим свойствам белки, что затрудняет их идентификацию. Это полноценные, хорошо усвояемые белки.

Миоглобин – тоже полноценный белок, обуславливающий характерную красную окраску мышечной ткани. Содержание миоглобина в мышечной ткани составляет около 1% и различается в зависимости от возраста животного и вида мышц. Функция миоглобина в тканях состоит в транспортировании кислорода, доставляемого гемоглобином крови, к ферментным системам клеток.

Молекула миоглобина состоит из белковой части – глобина и простетической группы – гема. В молекуле гема центральное место занимает атом железа, имеющий 6 координационных связей: одна с глобином, четыре с атомами азота пиррольных ядер, шестая участвует в образовании миоглобином комплексов с различными соединениями. Миоглобин легко соединяется с некоторыми газами (O_2 , CO, NO и др.), при этом валентность железа Fe^{+2} не изменяется, образуются производные миоглобина: оксимиоглобин ало-красного цвета, карбоксимиоглобин вишнево-красного цвета и нитрозомиоглобин красного цвета.

При действии сильных окислителей (кислорода, пероксида водорода и др.) железо гема окисляется до трехвалентного и миоглобин превращается в метмиоглобин коричневого цвета. Он может быть восстановлен в миоглобин только под действием сильных восстановителей, например аскорбиновой кислоты.

При взаимодействии с сероводородом в присутствии кислорода образуется сульфوميоглобин – пигмент зеленого цвета. Поваренная соль ускоряет процесс, поэтому при посоле мышечная ткань теряет естественную окраску и приобретает серо-коричневую с различными оттенками.

При тепловой обработке мяса происходит денатурация белковой части, изменяется структура миоглобина и цвет мяса вместо красного становится серо-коричневым. Сохранение характерной окраски мясопродуктов при тепловой обработке обеспечивается введением нитрита. В результате – образуется нитрозомиоглобин, который при денатурации глобина переходит в нитрозомиохром, придающий розово-красную окраску солено-вареным изделиям.

Миофибриллярные белки представляют собой специализированные белки сократительной системы скелетной мускулатуры: миозин, актин, актомиозин, тропомиозин и др. Они составляют около 80% мышечных белков, эти белки в воде нерастворимы, но растворяются в солевых растворах.

Примерно половину миофибриллярных белков составляет миозин. Его молекула представляет собой длинную фибриллярную нить, образованную двумя длинными полипептидными цепями, свернутыми в α -спираль и закрученными относительно одна другой. На конце фибриллярной нити две короткие полипептидные цепочки образуют глобулярную головку. Молекулы миозина легко соединяются между собой и с другими белками, например с актином они образуют актомиозин. Физиологическая функция миозина заключается

в способности катализировать расщепление АТФ, вследствие которого высвобождается энергия, необходимая для мышечного сокращения.

На долю актина приходится 12–15% мышечных белков. Существует две формы актина, которые различаются по физико-химическим свойствам и могут переходить одна в другую: глобулярная и фибриллярная. При изменении солевого состава среды и значения рН глобулярная форма полимеризуется с образованием фибриллярной.

И миозин, и актин – полноценные, легкоусваиваемые белки, молекулы миозина образуют толстые нити миофибрилл, а молекула актина – тонкие.

При мышечном сокращении в результате соединения миозина и актина образуется сложный белковый комплекс – актомиозин.

Тропомиозин – фибриллярный белок сильно вытянутой формы – также участвует в сокращении мышц, он является неполноценным белком, поскольку не содержит триптофана.

Белки стромы входят в состав сарколеммы и соединительной ткани оболочек, окружающих мышечные волокна. Эти белки не растворяются ни в воде, ни в водно-солевых растворах. Основными белковыми компонентами стромы являются белки соединительной ткани – коллаген и эластин и гликопротеиды – мицины и мукоиды, которые представляют собой слизистые белки, облегчающие скольжение мышечных пучков.

Липиды мышечной ткани. Содержание липидов в мышечной ткани колеблется в широких пределах и зависит от упитанности, вида, возраста, пола животного. От вида животных зависит состав липидов: в липидах мышечной ткани свиней значительно меньше полиненасыщенных жирных кислот, чем в липидах жвачных животных.

Часть липидов, в основном фосфолипиды, является компонентами миофибрилл, митохондрий, клеточных мембран. Другая часть липидов выполняет роль резервного энергетического материала и представлена главным образом триглицеридами. В виде мелких капелек они содержатся в саркоплазме, межклеточной соединительной ткани.

Углеводы мышечной ткани. В мышцах животных сразу после убоя содержится 0,3–0,9% гликогена и около 0,5% глюкозы.

Минеральные и экстрактивные вещества, витамины. В процессах сокращения и расслабления миофибрилл важную роль выполняет взаимодействие калия, магния и кальция с белками и АТФ, этими элементами, а также фосфором, богата мышечная ткань. Азотсодержащие экстрактивные вещества представлены продуктами белкового обмена – мочевиной, мочевой кислотой, аммонийными солями, аминокислотами, безазотистые экстрактивные вещества – углеводами,

органическими кислотами, органическими фосфатами, витаминами. После убоя животного экстрактивные вещества и продукты их превращений участвуют в создании специфического вкуса и запаха мяса.

Соединительная ткань. К этой группе относятся собственно соединительная ткань (рыхлая и плотная), а также хрящевая и костная. Жировая ткань является разновидностью рыхлой соединительной ткани. Соединительная ткань выполняет опорную, связующую, питательную и защитную функцию и содержится во всех органах животного.

В состав соединительной ткани входят вода, белки, липиды, минеральные вещества, мукополисахариды, экстрактивные вещества, гликоген и витамины. Количественное соотношение всех этих компонентов в отдельных видах соединительной ткани различно: в костной ткани велико содержание минеральных веществ, в хрящевой – мукополисахаридов, в плотной соединительной ткани – коллагена и т. д.

Для соединительной ткани характерны сильно развитое межклеточное вещество и небольшое количество клеток. Межклеточное вещество состоит из однородного аморфного основного вещества и волокон. В зависимости от соотношения основного вещества и волокон различают рыхлую и плотную соединительную ткань.

Рыхлая соединительная ткань прослаивает все органы и ткани, заполняет промежутки между органами, входит в состав подкожной клетчатки. Она выполняет питательную и защитную функции, в ней преобладает основное вещество, волоконцев немного, они расположены в различных направлениях.

Плотная соединительная ткань входит в состав сухожилий, связок, оболочек, покрывающих мускулы (фасций), и кожи. Плотная ткань выполняет опорную и механическую функции. В межклеточном веществе этой ткани мало основного вещества и много волоконцев, которые располагаются параллельно друг другу (в сухожилиях) или, переплетаясь, образуют сетку (в коже).

Белки соединительной ткани. Различают три вида волоконцев: коллагеновые, эластиновые и ретикулиновые.

Коллаген в организме наиболее распространенный белок, его количество достигает 1/3 всех белков. Отличительной особенностью коллагена является его неполноценный аминокислотный состав: около четверти всех аминокислот представлено глицином, еще четверть составляют пролин и оксипролин, отсутствуют триптофан и цистеин, мало тирозина и метионина. Коллаген не растворим в воде, устойчив к действию протеолитических ферментов, на него в слабой степени воздействуют кислоты и щелочи.

При умеренном тепловом воздействии происходит разрыхление структуры коллагена и увеличение доступности пептидных связей действию протеаз. Повышение температуры и увеличение продолжительности нагревания приводит к гидротермическому распаду молекулы коллагена на составляющие ее пептиды. Продукт дезагрегации коллагена (глутин) интенсивно набухает в воде и при 40°C переходит в раствор, который при понижении температуры превращается в студень. Глутин легко расщепляется протеолитическими ферментами. Дальнейшее нагревание при повышенных температурах приводит к гидролизу пептидных связей с образованием низкомолекулярных продуктов – желатоз, снижению гидратационных свойств и уменьшению прочности студней.

Эластин значительно устойчивее коллагена, он не растворяется в холодной и горячей воде, растворах солей, разбавленных растворах кислот и щелочей. Эластин тоже неполноценный белок, в нем высокое содержание оксипролина, глицина, пролина, но отсутствуют триптофан и метионин. В состав эластина входят мукополисахариды. В отличие от коллагена эластин не изменяется при нагревании. Он входит в состав эластиновых волокон, длина которых при растяжении может увеличиваться вдвое.

Ретикулин также характеризуется высоким содержанием пролина и оксипролина. Это тоже неполноценный, плохо усваивающийся белок. В воде ретикулин не набухает, в течение длительного времени не растворяется в крепких растворах кислот и щелочей.

Мукополисахариды. В соединительной ткани присутствуют различные гетерополисахариды. Они входят в состав коллагена, эластина, ретикулина, встречаются в свободном виде, выполняют роль цементирующего межклеточного компонента. В тканях животных наиболее распространены такие мукополисахариды, как гиалуроновая и хондроитинсерная кислоты.

В результате химических изменений основное вещество соединительной ткани уплотняется, сохраняя некоторую эластичность, и превращается в хрящевую ткань. Дальнейшее уплотнение основного вещества в результате накопления минеральных солей приводит к образованию прочной костной ткани.

Хрящевая ткань. Она является одним из компонентов скелета, выполняет опорную и механическую функции. Хрящ тверд, но обладает упругостью. В хрящевой ткани сильно развито межклеточное вещество, оно включает большое количество плотного основного вещества и волоконца. Хрящевые клетки расположены поодиночке или группами.

Значительное содержание гликопротеидов затрудняет переработку хрящей при получении желатина, поскольку при неполном удалении мукополисахариды и мукопротеиды переходят в раствор вместе с желатином, а это снижает вязкость раствора и прочность студня.

Костная ткань. В состав костной ткани входят костные клетки (остеоциты) и сильно развитое межклеточное вещество, состоящее из основного (аморфного) вещества и большого количества коллагеновых волокон, которые представляют собой пучки фибрилл. Внутри и на поверхности фибрилл находятся кристаллы минеральных солей, имеющие форму пластинок. Масса минеральной части составляет около половины массы костной ткани. Около 80% минеральной части представлено фосфатом кальция, около 10% – карбонатом кальция, в небольшом количестве содержатся фториды, хлориды, цитраты. Кроме кальция в составе минеральной части присутствуют магний, натрий и др.

Наружная часть костей состоит из компактного вещества с упорядоченным расположением минеральных пластинок. Под ним находится губчатое вещество с пластинками, расположенными в разных направлениях. В губчатом веществе находится красный костный мозг. Полость средней части костей конечностей заполнена желтым костным мозгом, который на 85–95% состоит из липидов.

Кости используют для пищевых целей (производство полуфабрикатов, студней, зельцев), для получения жира, желатина, клея, костной муки.

Жировая ткань. В соответствии с участками локализации жировая ткань подразделяется на подкожную, межмышечную и внутримышечную. Количество жировой ткани и характер ее распределения определяют пищевую ценность и качество мяса.

Для мясных и мясо-молочных пород скота характерна развитая внутримышечная жировая ткань, что обеспечивает «мраморность» мяса. Продукты на основе такого мяса отличаются хорошим комплексом органолептических показателей и высокой пищевой ценностью.

Жировая ткань является разновидностью рыхлой соединительной ткани, в клетках которой содержится значительное количество жира, вследствие чего клетки увеличены в размерах. Жировая ткань в основном выполняет запасную функцию, механическую (защищает внутренние органы от сотрясений и ударов) и предохраняет организм от переохлаждения.

Жировую ткань используют для изготовления пищевых продуктов (шпик, колбасы), а также для получения топленых жиров пищевого и технического назначения.

Пищевая ценность мяса. О пищевой ценности мяса судят по так называемому «качественному белковому показателю», который представляет собой отношение триптофана (как индекса полноценных белков мышечной ткани) к оксипролину (показателю неполноценных соединительно-тканых белков).

В комплекс показателей, определяющих пищевую ценность мяса, входят органолептические показатели: цвет, вкус, запах, консистенция, сочность и др.

Запах и вкус мяса определяются количеством и составом экстрактивных веществ, их изменениями во время тепловой обработки.

Нежность и сочность мяса зависит от количества соединительной ткани, содержания внутримышечного жира, размера мышечных пучков и диаметра мышечных волокон, состояния мышечных белков – степени их гидратации, ассоциации миозина и актина, уровня деструкции.

Химический и морфологический состав мяса, его органолептические особенности зависят от вида, породы, пола, возраста, упитанности, технологии выращивания и откорма животных, частей туши. В табл.14 приведено содержание основных компонентов в мясе различных животных и его средняя энергетическая ценность.

Таблица 14

Содержание основных компонентов и энергетическая ценность разных видов мяса

Мясо	Содержание в съедобной части, %				Энергетическая ценность, кДж/кг
	влага	белок	жир	зола	
Говядина	67,7	18,9	12,4	1,0	7 820
Баранина	67,6	16,3	15,3	0,8	8 490
Свинина	51,6	14,6	33,0	0,8	14 850
Куры	61,9	18,2	18,4	0,8	10 080
Гуси	45,0	15,2	39,0	0,8	17 240
Утки	45,6	15,8	38,0	0,6	16 950

Состав и пищевая ценность субпродуктов

Говяжьих, бараньих и свиных субпродукты в соответствии с пищевой ценностью подразделяют на две категории:

– I категория – печень, почки, язык, мозги, сердце, диафрагма, мясная обрезь всех видов, хвосты говяжьих и бараньих, вымя говяжье;

– II категория – головы без языков и мозгов, легкие, мясо пищеводов, калтыки, селезенка, уши, трахеи, рубцы, сычуги говяжьих и бараньих, книжки говяжьих, губы, ноги, хвосты и желудки свиные.

Пищевая ценность субпродуктов зависит от их морфологического и химического состава, которые определяются спецификой физиологических функций органов.

Печень – крупная пищеварительная железа, составляющая около 1,5% массы животного, в которой депонируется до 20% всего количества крови организма. Она разделена на печеночные дольки тяжами из соединительной ткани, в которой проходят кровеносные и лимфатические сосуды, желчные ходы.

По содержанию полноценных белков печень превосходит другие продукты. В ее состав входят глобулины, альбумины, гликопротеиды, а также ферритин и феррин, содержащие органически связанное трехвалентное железо. В печени содержится полный комплекс витаминов группы В, витамин А.

Печень используют для выработки высокосортных ливерных колбас, паштетов, консервов. Полноценный белковый состав, наличие витаминов, прежде всего витамина В₁₂, определяют использование печени для лечебного питания и производства препаратов с высоким антианемическим действием.

Почки – парные сосудистые органы, у крупного рогатого скота они разделены на дольки, у свиней и мелкого рогатого – гладкие. Снаружи почки покрыты плотной капсулой, на поверхности которой находится жировая ткань.

Почки содержат белки, липиды, ферменты, витамины группы В, а также гликоген, молочную кислоту, аммиак, мочевину, пуриновые основания. Вследствие своей физиологической функции они обладают специфическим запахом и вкусом.

Почки используют для выработки пищевой продукции после вымачивания и промывки, как правило, не смешивая их с другими видами мясного сырья. Из почек вырабатывают деликатесные консервы и некоторые виды кулинарных блюд.

Язык – мясистый мышечный орган, покрытый снаружи слизистой оболочкой. Мышечное тело языка состоит из поперечно-полосатых мышц и соединительной ткани, содержащей жировые клетки.

В языке содержится значительное количество полноценных белков с высоким содержанием лизина и лейцина. Липидная фракция представлена олеиновой, линоленовой и арахидоновой кислотами. Из минеральных веществ преобладают калий, натрий, фосфор, медь и др.

Из языков изготовляют колбасы и консервы, эти продукты имеют приятный вкус и запах, характеризуются высокой биологической ценностью.

Головной мозг животных состоит из трех отделов: полушария большого мозга, мозжечок и продолговатый мозг. Снаружи находится серое мозговое вещество, а внутри – белое.

Основным компонентом мозгов является липидная фракция, представленная фосфатидами (лецитин, кефалин), стеринами, стеридами, цереброзидами, холестерином (до 10% от общего количества липидов). Липиды характеризуются большим количеством ненасыщенных жирных кислот. Белки представлены в основном коллагеном, полноценных белков незначительное количество. Мозги содержат большое количество фосфора, железа и используются в качестве компонента паштетов и ливерных колбас, а также для изготовления консервов.

Сердце – мышечный орган, построенный из особой поперечно-полосатой мышечной ткани. Остовом сердца служит плотная соединительная ткань, что предопределяет его повышенную жесткость.

В состав сердца входят полноценные белки с высоким содержанием метионина, фосфора, железа, витаминов группы В и РР.

Сердце используют для приготовления мясных продуктов, технология которых предусматривает тонкое измельчение сырья.

Вымя состоит из паренхимы и остова, в основе которых лежат эпителиальная, рыхлая, ретикулярная и жировая ткани. Снаружи вымя покрыто соединительно-тканной оболочкой.

Вымя содержит мало полноценных белков. Высокое содержание жира обуславливает повышенную энергетическую ценность. Вымя крупного рогатого скота используют для выработки паштетов и вытопки пищевого жира.

Легкие, диафрагму, рубец и сетку жвачных животных, имеющие низкую пищевую ценность, используют для выработки ливерных колбас.

Головы, хвосты, ноги, содержащие много коллагена, используют для производства зельцев, студней.

Состав и свойства крови

Кровь как жидкая ткань организма составляет в среднем от живой массы, %: у крупного рогатого скота – 7,5–8,3, у свиней – 4,5–6,0, у баранов и коз – 6,5–7,5, у птиц – 8, у кроликов – 6. Ее используют для производства пищевой, лечебной, кормовой и технической продукции.

Кровь состоит из плазмы и взвешенных в ней форменных элементов – эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Плазма имеет соломенный цвет, а наличие в ней эритроцитов, которые составляют основную массу форменных элементов, обуславливает красный цвет крови.

Химический состав крови зависит от вида, возраста, упитанности и условий предубойного содержания животных. Содержание сухих веществ составляет 19–21%, наиболее велико в крови свиней. Содержание белков в сухом остатке крови достигает 90%, причем большая часть (около 65% величины сухого остатка) приходится на долю гемоглобина.

Из небелковых органических веществ около 75% приходится на долю липидов при довольно высоком содержании лецитина.

Содержание минеральных веществ в крови составляет 0,8–0,9%, некоторая их часть находится в связанной с белками форме.

В крови в значительном количестве содержатся витамины группы В, а также витамины С, D, Е, К.

Содержание сухих веществ в плазме крови составляет 9–10%, из них 7–8% приходится на долю белков. Белки плазмы состоят из пяти фракций: фибриногена, альбумина и α -, β - и γ -глобулинов, отличающихся по аминокислотному составу и физико-химическим свойствам. Фибриноген обладает специфической особенностью под влиянием ферментов плазмы превращаться в нерастворимый белок – фибрин. Вследствие образования фибрина происходит быстрое свертывание крови, извлеченной из организма животного. Для предотвращения или замедления свертывания крови проводят ее стабилизацию путем добавления солей, гепарина, снижением температуры или сдвигом значения рН (добавлением аммиака или уксусной кислоты).

Содержание сухого вещества в эритроцитах находится на уровне 32–43%, подавляющая часть его представлена гемоглобином, состоящим из белковой части – глобина, связанного с гемом. При определенных условиях гемоглобин может перейти из эритроцитов в плазму, это явление называется гемолизом. Он происходит при разрушении оболочки эритроцитов механическим путем (во время сепарирования крови, при замораживании), при добавлении веществ, увеличивающих проницаемость оболочки и воды, которая за счет осмоса поступает в эритроциты и разрывает оболочку.

Эндокринно-ферментное и специальное сырье

Эндокринно-ферментное сырье. Некоторые виды сырья, получаемого при убое сельскохозяйственных животных, используют для изготовления медицинских препаратов. Действие этих препаратов основано на введении недостающих гормонов и ферментов, либо на общетерапевтическом эффекте.

Гипофиз. В этом мозговом придатке вырабатываются многочисленные гормоны, влияющие на секреторную деятельность эндокринные желез или непосредственно регулирующие обменные процессы в организме.

Гипофиз используют для выделения ряда гормонов и получения на их основе препаратов, влияющих на деятельность половых желез, на развитие молочных желез и лактацию, обладающих инсулиноподобным эффектом и др.

Щитовидная железа. Она секретирует два тиреоидных гормона, по структуре являющихся йодсодержащими аминокислотами. Они увеличивают скорость синтеза белка и активность многих ферментных систем.

Из щитовидной железы получают препарат тиреодин, который применяют при гипофункции щитовидной железы, кретинизме, ожирении.

Поджелудочная железа. Инсулин – гормон, продуцируемый поджелудочной железой, регулирует углеводный обмен организма путем влияния на транспорт глюкозы и ее использование тканями. Выделение инсулина – важнейшее направление использования поджелудочной железы.

Кроме инсулина в ней вырабатывается липокаин, влияющий на процессы жирового обмена в печени, и целый ряд ферментов. Из поджелудочной железы получают препараты, которые применяют при нарушении секреторной деятельности желудочно-кишечного тракта (трипсин, химопсин). Они обладают противовоспалительным действием, эффективны при лечении легочных болезней, заболеваний глаз.

В поджелудочной железе вырабатываются эластаза и коллагеназа, которые применяют при атеросклерозе, пневмонии, для рассасывания рубцовых тканей.

Надпочечники. Мозговое вещество надпочечников продуцирует адреналин и норадреналин. Препарат адреналин, полученный из надпочечников, используют для снижения кровяного давления, предотвращения кровотечений, при бронхиальной астме и других заболеваниях.

Корковый слой надпочечников продуцирует большое количество кортикостероидов, влияющих на углеводный, белковый, жировой и водно-солевой обмены, на систему кроветворения, воспалительные и аллергические процессы. Препарат кортин, вырабатываемый из надпочечников, применяют при мышечной слабости, ревматоидных артритах, болезнях кожи, некоторых заболеваниях глаз.

Половые железы, плацента, пузырьковые железы. Препараты, вырабатываемые из половых желез, используют при заболеваниях, связанных с недостаточной функцией яичников и семенников.

В плаценте стельных животных наряду с женскими половыми гормонами образуются кортикостероиды и полипептиды, обладающие таким же действием, как и гормоны гипофиза.

Вырабатываемые из пузырьковых желез, являющихся придаточными половыми железами мужских особей, простагландины используют для выработки препаратов, которые обладают сосудосуживающим эффектом и вызывают сокращение гладкой мускулатуры матки.

Слизистая оболочка желудка, кишечника. Слизистая оболочка свинных желудков и сычугов крупного рогатого скота вырабатывает протеолитический фермент – пепсин, а в сычугах молодых телят содержится специфический фермент – химозин. На основе этих ферментов получают сычужный фермент для свертывания молока.

Специальное сырье. Некоторые виды тканей и органов кроме использования на пищевые цели также применяют для производства медицинских препаратов.

Печень используют для выработки препаратов, применяемых при анемии, хроническом поражении печени. Это обусловлено наличием витамина В₁₂ и железосодержащего белка.

Из *желчи* вырабатывают препараты (аллохол, холензим), используемые при нарушении деятельности пищеварительного тракта и печени.

Легкие крупного рогатого скота используют в качестве сырья для получения гепарина. Этот препарат применяют для снижения свертываемости крови и при лечении тромбозов.

Мышечная ткань. Скелетные мышцы служат сырьем для получения аденозинтрифосфата. Лечебный эффект препарата обусловлен расширением коронарных и периферических сосудов. Кроме того, этот препарат применяют при лечении печени, ревматизме, тромбофлебитах, астме, аллергии.

Головной и спинной мозг. Из мозга крупного рогатого скота вырабатывают препараты, которые применяют как укрепляющие средства при нервном истощении, неврастении, переутомлении.

Холодильная обработка и хранение мяса и мясопродуктов

Для сохранения качества мяса и мясопродуктов используют различные методы: посол, сушка, тепловая обработка, копчение,

консервирование холодом. Последний способ наиболее распространен, поскольку позволяет в наибольшей степени сохранить свойства свежего продукта. На мясокомбинатах холодильной обработке подвергают все перерабатываемое сырье – мясо, жир, субпродукты, кровь, эндокринно-ферментное сырье.

В первые 1,5 ч после убоя мясо считается парным. Остывшее после разделки туш мясо должно иметь температуру не более 12°C, на его поверхности появляется корочка подсыхания. Охлажденным после разделки туш является мясо, температура которого доведена до 0–4°C. Оно характеризуется упругостью мышц и неувлажненной поверхностью. Подмороженное мясо должно иметь температуру во всем объеме –2...–3 °С, замороженное – не выше –8°C. У размороженного мяса температура в толще мышц повышается до 1°C и более в зависимости от предполагаемого использования.

Охлаждение мяса и мясопродуктов. При охлаждении в мясе происходят различные процессы (окислительные, микробиологические, автолитические, тепло- и влагообмен с окружающей средой), глубина их протекания зависит от вида и качества сырья и режимов холодильной обработки.

Окислительные процессы. При охлаждении и последующем хранении мяса и мясопродуктов происходит окисление пигментов мышечной ткани (миоглобина) и крови (гемоглобина). Вначале миоглобин с кислородом воздуха образует оксиммиоглобин, придающий мясу яркую окраску. Далее происходит изменение валентности железа, входящего в пигменты, миоглобин превращается в метмиоглобин и мясо темнеет.

Окисление жира приводит к накоплению низкомолекулярных жирных кислот, пероксидов, альдегидов и др.

Микробиологические процессы. На поверхности мяса и мясопродуктов, поступающих на холодильную обработку, находятся мезофильные и психрофильные микроорганизмы. По мере снижения температуры отмирают сначала мезофилы (*Salmonella*, *Staphylococcus*), а затем многие психрофилы (плесневые грибы, дрожжи). Однако даже после длительного хранения некоторая часть микроорганизмов остается жизнеспособной, среди них могут быть патогенные и микроорганизмы с токсичными свойствами.

Первым признаком порчи мяса является появление слизи на поверхности вследствие развития плесневых грибов, в дальнейшем из-за развития гнилостных бактерий и распада белков резко ухудшаются органолептические свойства мяса, а наличие патогенных

микроорганизмов и образование токсичных веществ могут стать причиной пищевых отравлений.

Кроме температуры, на развитие микроорганизмов влияет ряд факторов: доступ кислорода, относительная влажность воздуха, значение рН, санитарно-гигиенические условия предубойного содержания животных и разделки туш. В отсутствие кислорода и при низкой влажности микроорганизмы развиваются хуже. Снижение значения рН в результате накопления молочной кислоты при автолизе мяса повышает его микробиологическую устойчивость.

Автолитические процессы заключаются в изменении компонентов мяса под действием ферментов, сохраняющих каталитическую активность после убоя животных.

Изменения белков и микроструктуры мяса вызывают изменение таких важных характеристик мяса, как водосвязывающая способность и консистенция. В парном состоянии мышечные волокна имеют наибольший диаметр и плотно прилегают друг к другу, мясо обладает высокой водосвязывающей способностью и характеризуется хорошей консистенцией.

В результате распада мышечного гликогена с образованием гексозофосфатов, триозофосфатов и на конечной стадии молочной кислоты повышается микробиологическая устойчивость мяса и изменяется состояние белков.

На стадии посмертного окоченения наблюдается сокращение мышечных волокон, их деформация, вследствие чего резко снижается водосвязывающая способность мяса и возрастает механическая прочность.

В последующий период происходит разрыхление мышечных волокон, их распад, разволокнение миофибрилл, их поперечный распад, растворение ядер. Эти процессы обуславливают созревание мяса, водосвязывающая способность возрастает, не достигая, однако, первостепенного значения, консистенция улучшается. В ходе созревания изменяется устойчивость белков к действию протеолитических ферментов, повышается пищевая ценность и улучшаются вкусоароматические характеристики мяса.

Продолжительность созревания мяса зависит от вида животного и температурного режима хранения. При температуре 0–2°C продолжительность созревания говядины составляет 10–14 суток, мяса кур и гусей – 5–6 суток, с увеличением температуры продолжительность созревания сокращается.

Мясо и мясопродукты охлаждают в воздушной среде или в жидкостях (воде или рассолах). Охлаждение говяжьего и свиного

мяса в полутушах и бараньего мяса в тушах производят в помещениях камерного или туннельного типа. Туши и полутуши подвешивают к троллеям подвесных путей, по которым их передвигают вручную или с помощью конвейеров. В камерах (туннелях) смонтированы охлаждающие устройства. При быстром охлаждении до температуры, неблагоприятной для развития микроорганизмов, повышается стабильность мяса, уменьшается усушка, увеличивается коэффициент использования холодильных мощностей.

Подмораживание мяса. Подмораживают в основном парное мясо, при температуре воздуха $-30...-35^{\circ}\text{C}$ длительность подмораживания составляет от 6 до 10 ч. Подмороженное мясо можно хранить и транспортировать в подвешенном состоянии или штабелях при температуре $-2...-3^{\circ}\text{C}$. По сравнению с охлаждением при подмораживании уменьшается усушка мяса и улучшаются санитарно-гигиенические условия транспортирования.

В подмороженном мясе автолитические процессы замедляются, но не останавливаются. Состояние окоченения вместо 24 ч отодвигается на 10–12 суток, а созревает подмороженное мясо через 15–20 суток. Сократить срок созревания позволяет электростимуляция мяса перед замораживанием. В этом случае происходит быстрое снижение значения рН и, как результат, посмертное окоченение наблюдается уже через 24 ч.

Тушки птиц подмораживают в упакованном виде после предварительного охлаждения.

Замораживание мяса. При замораживании изменяются физико-химические и морфологические свойства мяса, погибают микроорганизмы. Особенности изменения мясных систем при замораживании определяются фазовым переходом воды в лед и повышением концентрации веществ, растворенных в жидкой фазе, что приводит к снижению температуры замерзания.

Поскольку в межклеточном пространстве концентрация растворенных веществ ниже, чем в клетке, кристаллики льда начинают образовываться в межклеточном пространстве. Вследствие возрастания концентрации раствора в межклеточном пространстве вода начинает диффундировать из клеток в межклеточное пространство, клетки высыхают. Во время замерзания объем воды увеличивается и кристаллики льда оказывают на клетки механическое давление. Потеря влаги и механическое давление приводят к разрушению клеток и потере клеточной влаги после оттаивания. С клеточным соком теряются растворимые белки, аминокислоты, молочная кислота, витамины,

минеральные вещества. Такая картина наблюдается, если замораживание происходит медленно.

При быстром замораживании отвод теплоты осуществляется быстрее, чем диффузия влаги из клеток, в результате замерзает влага внутри клеток. После оттаивания потери клеточной влаги минимальны. Вместе с тем, этого преимущества может и не быть, если при хранении замороженного мяса происходят колебания температуры. В результате рекристаллизации увеличивается число больших кристаллов.

Количество вытекающего сока зависит не только от скорости замораживания. Различные мышцы теряют разное количество сока, а в пределах мышц одной группы потери сока тем меньше, чем выше значение рН. Количество вытекающего сока сильно зависит от того, наступило ли окоченение мышц перед замораживанием.

Мясо и мясопродукты замораживают в воздухе, растворах солей или некоторых органических соединений, кипящих хладагентах, при контакте с охлаждаемыми металлическими пластинами.

Размораживание мяса. Размораживают мясо в воде, воздухе, с использованием различных растворов или паровоздушной смеси. В зависимости от температуры и скорости движения воздуха процесс размораживания может быть медленным, ускоренным или быстрым. Скорость размораживания влияет на потери мясного сока.

Лучшими качественными показателями обладает мясо, размороженное при 20°C и относительной влажности воздуха 95%. Поверхность мяса после размораживания влажная, цвет розовый, консистенция удовлетворительная, запах свежий.

Наиболее прогрессивным способом размораживания мяса является применение СВЧ-нагрева. Этот метод позволяет сократить потери массы, продолжительность технологического процесса (до нескольких минут), способствует сохранению качества и снижению бактериальной обсемененности мяса.

Сублимационная сушка. В настоящее время сублимационную сушку используют для консервирования мяса, мясопродуктов, кулинарных изделий и т. д. Для предохранения от внешних воздействий сублимированные продукты необходимо упаковывать в герметичную тару (жестяные банки, многослойные полимерные пленки).

Мясопродукты сублимационной сушки представляют собой белковые концентраты, в которых почти полностью сохраняются аминокислоты, витамины, вкусовые и ароматические вещества. Масса продуктов после сублимационной сушки уменьшается почти в 4 раза, это облегчает их транспортирование.

Перед использованием сублимированных продуктов необходимо провести их регидратацию. Количество воды, воспринимаемое мясом, достигает 90–95% начального содержания. Скорость и степень регидратации увеличивается в присутствии 1–2%-ного раствора хлорида натрия. Для устранения жесткости продукта целесообразно регидратацию проводить в растворах протеолитических ферментов. Продолжительность восстановления в зависимости от свойств мяса составляет от 5 до 30 мин.

Мясо и мясопродукты, которые перед сублимацией подвергались тепловой обработке, можно восстанавливать в горячей воде.

Производство колбасных изделий

Колбасные изделия готовят на основе мясного фарша с добавлением жира, белковых препаратов, соли, специй и других ингредиентов. Вырабатывают колбасы сырокопченые и сыровяленые, полукопченые, варено-копченые, вареные, ливерные и кровяные, сосиски, сардельки, паштеты, зельцы, студни, мясные хлеба и др.

Требования к сырью и вспомогательным материалам. Для выработки колбасных изделий используют мясо всех видов скота и птицы, обработанные субпродукты, белоксодержащие препараты животного и растительного происхождения, животные и растительные жиры, яйца и яйцопродукты, пшеничную муку, крахмал, крупы, горох.

Мясо. Из всех видов мясного сырья наиболее часто применяют говядину и свинину, реже – конину, баранину, козлятину и мясо других видов животных. Мясо должно быть получено от здоровых животных, без признаков порчи и прогоркания жира. Загрязнения, побитости, кровоподтеки, клейма должны быть удалены.

Мясо птицы и кроликов применяют для выработки всех видов колбасных изделий, за исключением сырокопченых и сыровяленых колбас. Тушки должны быть хорошо обработаны, без внутренностей, тщательно промыты.

Мясо в парном виде используют только для изготовления вареных колбас, сосисок и сарделек. Мясо в остывшем, охлажденном, замороженном и размороженном состояниях применяют для выработки всех колбасных изделий.

Субпродукты и кровепродукты. Бескостные субпродукты используют в сыром виде, а мясокостные и слизистые предварительно варят и отделяют кости и хрящи.

Цельную кровь и форменные элементы используют в кровяных колбасах и зельцах, добавляют в вареные колбасы для улучшения

цвета. Плазму и сыворотку крови добавляют в вареные колбасы, сосиски, сардельки.

Белковые препараты животного и растительного происхождения. К белковым препаратам животного происхождения относятся: белковый стабилизатор из свиной шкурки, жилок и сухожилий, отпрессованная мясная масса после механической дообвалки и ручной обвалки костей, молочные продукты (молочно-белковые концентраты, цельное или обезжиренное молоко, сухое молоко и сливки).

Белковые препараты растительного происхождения – это в основном продукты переработки сои: соевая мука, соевый концентрат и соевый изолят, содержащие соответственно 45, 65 и 91% белка.

Жиросодержащее сырье. При производстве колбас добавляют шпик (подкожный свиной жир со шкурой или без нее), свиную грудинку, говяжий и свиной жир-сырец, пищевые топленые жиры, масло коровье, маргарин.

Посолочные ингредиенты. В качестве посолочных ингредиентов используют пищевую поваренную соль, сахар, нитрит натрия. Для придания специфического вкуса и запаха добавляют пряности или их экстракты, лук, чеснок, ароматизаторы, коптильные препараты.

Оболочки. Для придания формы, защиты от загрязнения, порчи и усушки колбасные изделия выпускают в оболочках. Используют естественные (кишечные) и искусственные оболочки. Кишечные оболочки должны быть хорошо очищены от содержимого, без запаха разложения и патологических изменений. Искусственные оболочки могут быть целлюлозные, белковые, бумажные со специальной пропиткой, из синтетических материалов (термоусадочные полиамидные, поливинилдихлоридные и др.). Они должны быть прочными, плотными, эластичными, влаго- и газопроницаемыми (для копченых колбас), устойчивыми к действию микроорганизмов, должны обладать хорошей адгезией и хорошо храниться при комнатной температуре. Преимуществом искусственных оболочек перед кишечными является их постоянный размер, что позволяет механизировать и автоматизировать заполнение оболочек фаршем и термообработку колбасных батонов.

Требования к готовым колбасным изделиям. Поверхность батонов колбасных изделий должна быть чистой, сухой, без повреждений оболочки, пятен, слипов, наплывов фарша, батоны вареных колбас не должны иметь бульонных и жировых отеков. Оболочки должны плотно прилегать к фаршу.

Вареные и полукопченые колбасы, зельцы должны иметь упругую консистенцию, варено-копченые, сырокопченые и сыровяленые колбасы – плотную, ливерные колбасы и паштеты – мажущуюся.

Фарш на разрезе вареных колбас должен быть розовым или светло-розовым, хорошо перемешанным, кусочки шпика, грудинки или языка должны быть определенного размера, равномерно распределены.

Фарш полукопченых, варено-копченых, сырокопченых и сыровяленых колбас должен быть от розового до темно-красного цвета, без серых пятен, пустот.

Колбасные изделия должны иметь приятный запах с ароматом пряностей, без признаков затхлости, кисловатости. Вареные, полукопченые и варено-копченые колбасы должны иметь в меру соленый вкус, сырокопченые – солоноватый, у копченых изделий должен быть выражен аромат копчения.

В колбасных изделиях регламентируются массовые доли влаги, поваренной соли, нитрита натрия и крахмала. Не допускается присутствие бактерий группы кишечной палочки, сальмонелл и сульфатредуцирующих клостридий.

Технология колбасных изделий

Технологические схемы производства основных видов колбас приведены на рис. 68–70.

Подготовка сырья. При использовании замороженного сырья производят размораживание, затем осуществляют разделку, обвалку и жиловку.

Разделка. Это расчленение туш или полутуш на более мелкие отрубы в соответствии со стандартными схемами.

Разделка говядины может быть колбасной и комбинированной. В первом случае полутушу делят на семь частей, которые используют в колбасном производстве. Во втором случае наиболее ценные части (грудинку, тазобедренный, поясничный и спинной отрубы) направляют на реализацию или на выработку полуфабрикатов и фасованного мяса.

При разделке свинины на изготовление соленых, копченых изделий и полуфабрикатов выделяют шейную и лопаточную часть, корейку, грудинку, окорок. При правильно проведенной разделке на выработку продуктов из свинины можно выделить до 75% массы всей туши. Ножки, крестцовую часть, позвонки, жилованное мясо, шпик и мясную обреш используют в колбасном производстве и для выработки полуфабрикатов. Жирную свинину целиком используют в колбасном производстве.

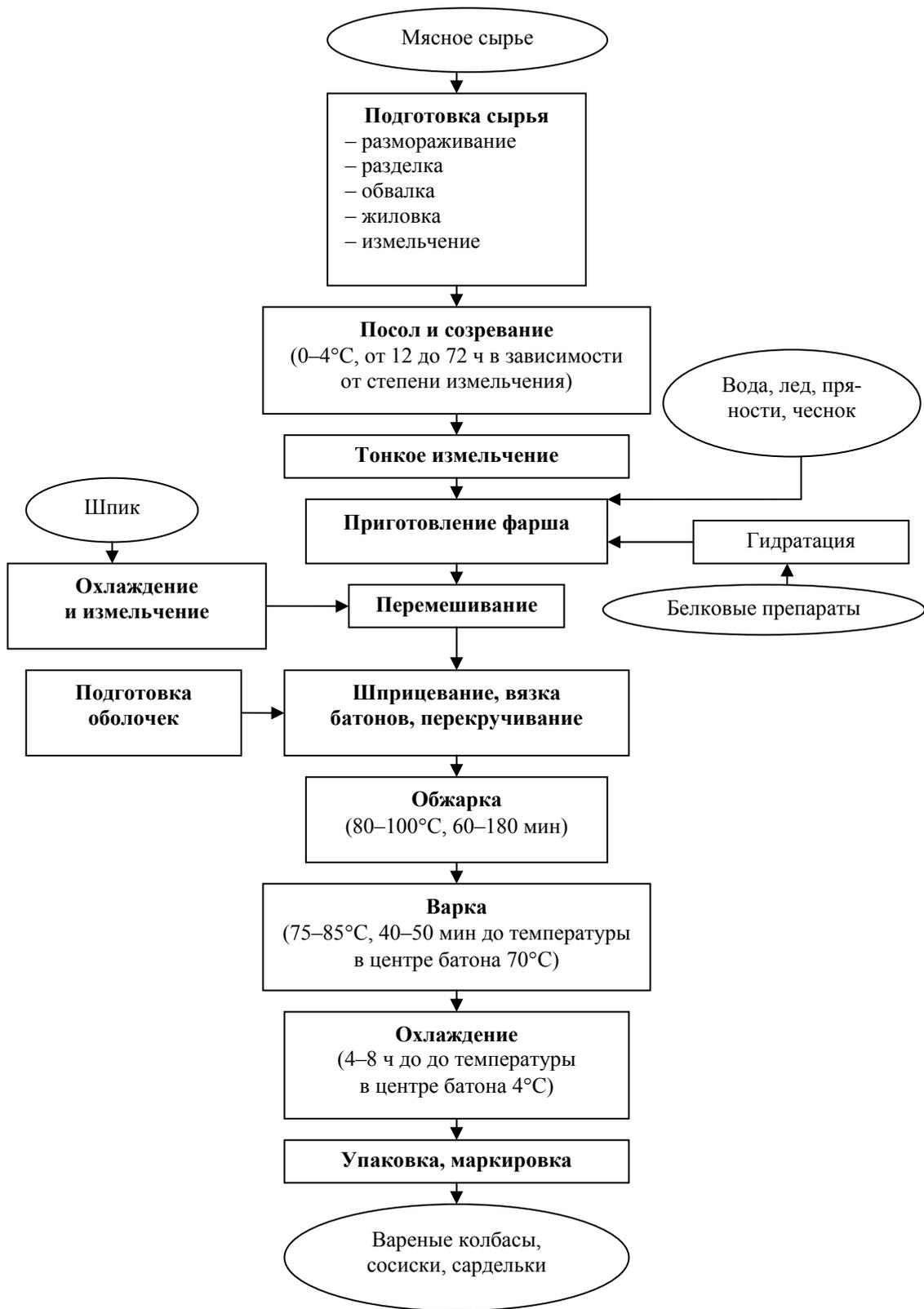


Рис. 68. Технологическая схема изготовления вареных колбас, сосисок, сарделек

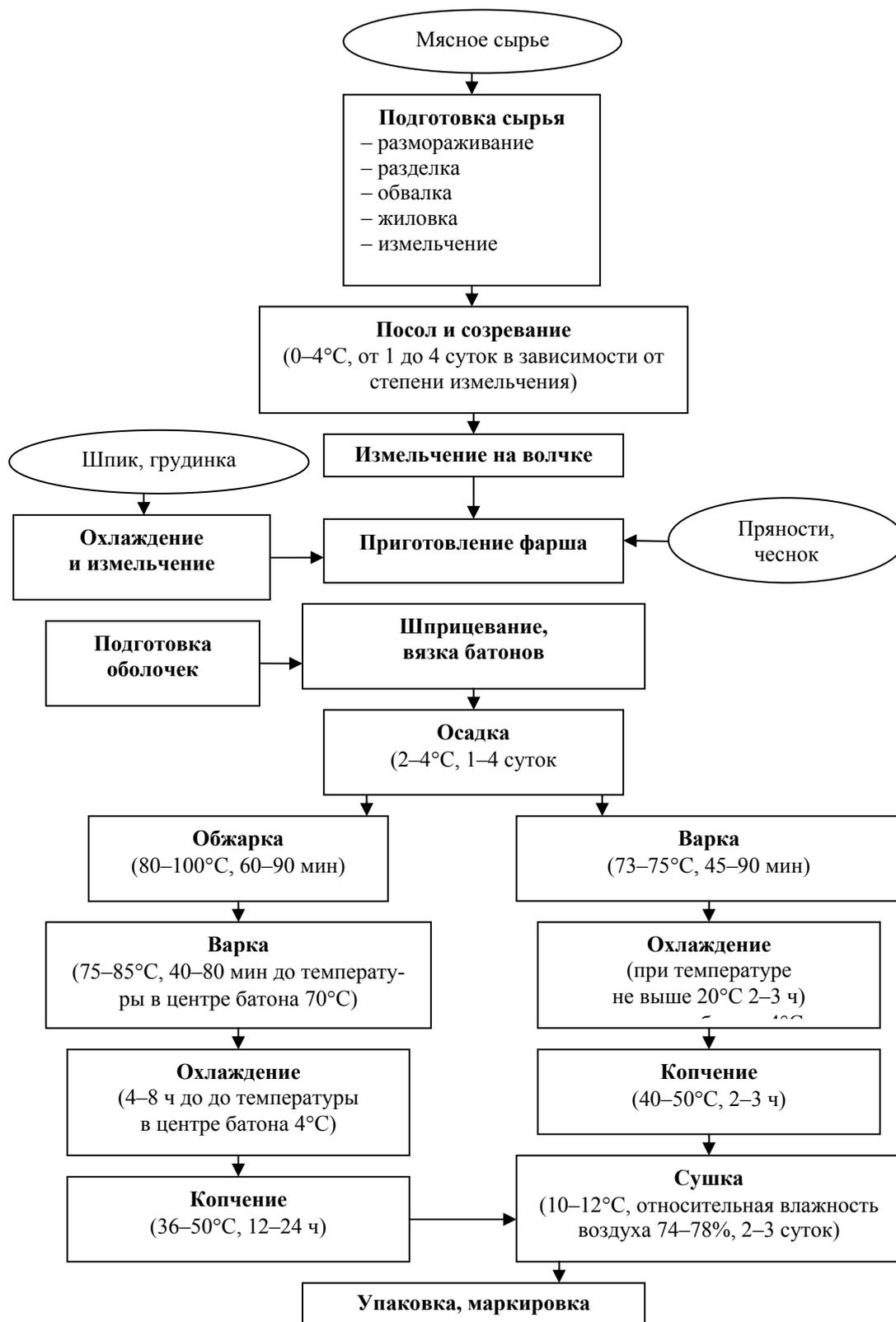


Рис. 69. Технологическая схема изготовления полукопченых и варено-копченых колбас

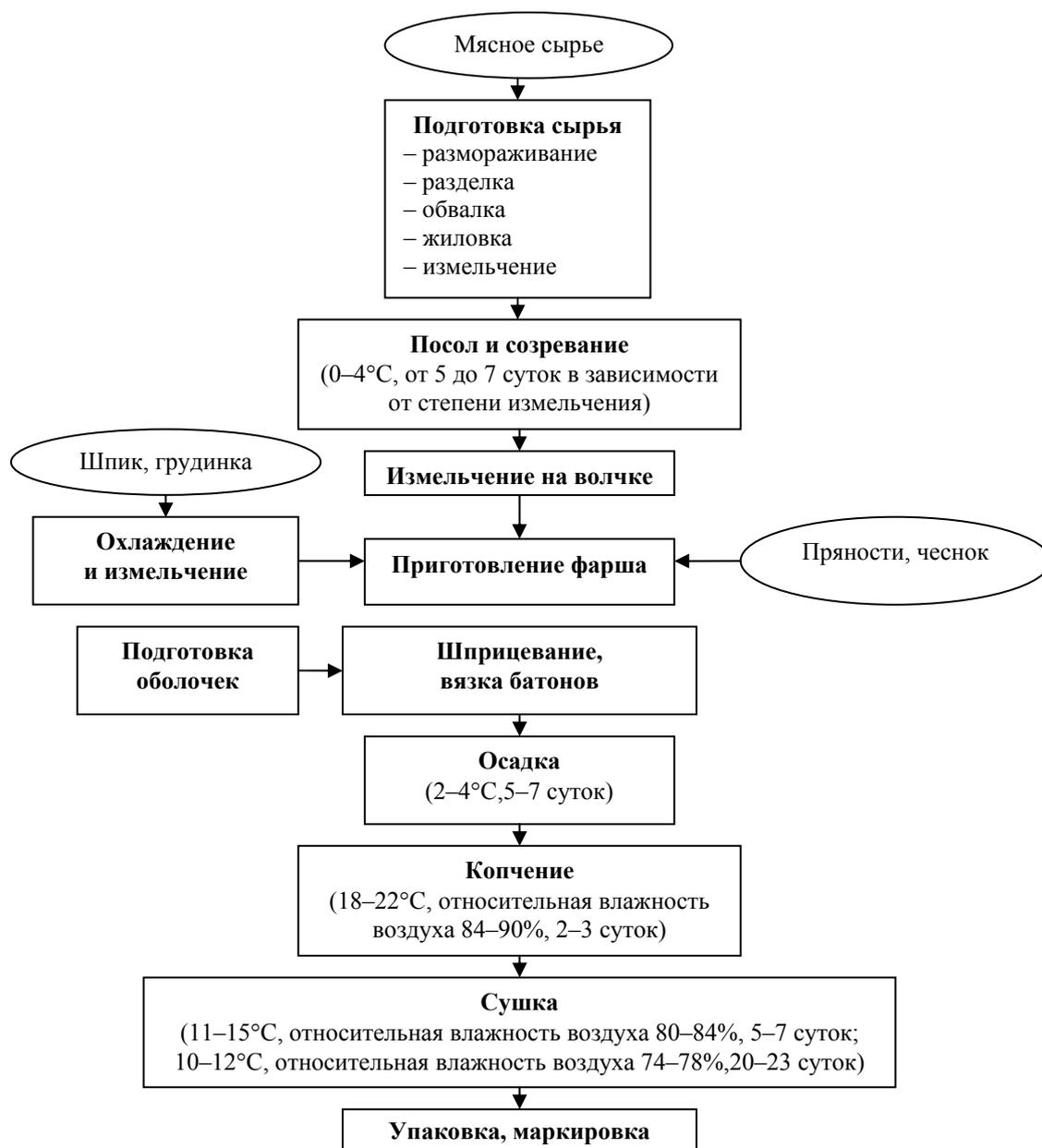


Рис. 70. Технологическая схема изготовления сырокопченых колбас

Обвалка. Это процесс отделения мышечной, жировой и соединительной тканей от костей.

Лучше производить обвалку дифференцированным методом, когда каждый рабочий специализируется на обвалке определенных частей туши. При обвалке туши в подвешенном, вертикальном положении облегчается труд обвальщиков и улучшаются санитарно-гигиенические условия.

Обвалка должна быть тщательной: допускается оставлять незначительную красноту на поверхности костей сложного профиля.

Для увеличения выхода сырья проводят дообвалку в солевых растворах или прессованием.

В первом случае проводят обработку костей в рассоле во вращающихся аппаратах в течение нескольких часов. За счет химического и механического воздействия белки мышечной ткани переходят в раствор, белки соединительной ткани набухают и также отделяются от костей. Получается мясная суспензия.

Во втором случае после снятия с отрубов около 60% мяса их измельчают, в специальной машине отделяют кости, а мясо продавливается через решетку с диаметром отверстий 0,4 мм, затем охлаждается и используется для изготовления колбас. Измельченную кость применяют для выработки кормов и приготовления бульонов.

Жиловка. Это процесс отделения от мяса мелких косточек, остающихся после обвалки, сухожилий, хрящей, кровеносных сосудов и пленок. При жиловке получают куски мяса массой 400–500 г, которые сортируют в зависимости от содержания соединительной ткани и жира.

Говядину сортируют на три сорта:

- к высшему сорту относят чистую мышечную ткань без жира, жил, пленок и других включений;

- к первому сорту – мышечную ткань, в которой соединительная ткань в виде пленок составляет не более 6% массы;

- ко второму сорту относят мышечную ткань с содержанием соединительной ткани и жира до 20%, наличием мелких жил, сухожилий, пленок, но без связок и грубых пленок.

В свинине сравнительно мало соединительной ткани, кроме того, она легко разваривается. Процесс жиловки свинины называют разборкой, при этом мышечную ткань отделяют от шпика и освобождают от крупных сухожилий, станových жил и кровоподтеков. Жилованную свинину сортируют в зависимости от содержания жира на три сорта:

- нежирная (содержит не более 10% межмышечного и мягкого жира);

- полужирная (30–50% жировой ткани);

- жирная (более 50% жировой ткани).

Получаемые при жиловке пищевые отходы (сухожилия, хрящи, пленки) используют для изготовления студней; жировую ткань направляют на вытопку жира; непищевые отходы применяют для производства технической продукции.

Измельчение и посол мяса. После жиловки мясо подвергают посолу. Для быстрого и равномерного распределения посолочных веществ мясо перед посолом измельчают, причем степень измельчения зависит от вида вырабатываемых колбас:

– для вареных колбас, сосисок и сарделек мясо нарезают на куски до 1 кг или измельчают на волчках с разным диаметром отверстий (от 2 до 25 мм);

– для полукопченых и варено-копченых колбас мясо нарезают на куски до 1 кг или измельчают на волчках с диаметром отверстий 16–25 мм;

– для сырокопченых и сыровяленых колбас мясо режут на куски 300–600 г.

Мелко измельченное мясо перемешивают с рассолом, а более крупно измельченное – с сухой поваренной солью. Посоленное мясо выдерживают при температуре 0–4°C от 1 до 7 суток в зависимости от степени измельчения мяса.

На 100 кг мяса вносят: при производстве вареных колбас, сосисок и сарделек – 1,7–2,9 кг соли; при получении полукопченых и варено-копченых колбас – 3 кг; при выработке сырокопченых и сыровяленых – 3,5 кг. В результате копчения и сушки концентрация соли в готовых изделиях повышается до 4,5–6,0%.

Кроме поваренной соли в состав посолочной смеси входит нитрит натрия в количестве 7,5 г на 100 кг сырья. В кислой среде происходит гидролиз нитрита натрия с образованием азотистой кислоты, которая восстанавливается до оксида азота. Последний, вступая в реакцию с миоглобином, образует красный нитрозомиоглобин, что предохраняет мясо от нежелательного изменения окраски. Кроме того, нитрит натрия участвует в процессах формирования вкуса и аромата, оказывает антиоксидантное действие, ингибирует развитие микроорганизмов.

Вместе с тем, при добавлении нитрита натрия существует вероятность образования N-нитрозоаминов, которые являются канцерогенными. Вместо нитрита применяют красители, консерванты, антиоксиданты, однако достойной замены нитриту, позволяющей получить продукт со специфическими вкусом и ароматом, пока не найдено. Содержание остаточного (не вступившего во взаимодействие с белками) нитрита в колбасных изделиях регламентируется: в сырокопченых колбасах – не более 0,003%, в вареных, полукопченых и варено-копченых – не более 0,005%.

Для интенсификации процесса распределения в мясе посолочных веществ, в том числе и нитрита натрия, с целью обеспечения его лучшего контакта с миоглибином применяют активное физическое (механическое воздействие): инъектирование рассола, тумблирование, массажирование, электромассажирование, вибрацию и т. п.

Существует несколько методов шприцевания:

- игольчатый, при котором применяют полую иглу с острым наконечником и перфорацией в стенке;
- через кровеносную систему, когда рассол подается через полую иглу с центральным отверстием;
- струйный, осуществляемый с помощью насадки с отверстиями малого диаметра, через которые рассол выходит под давлением в виде струй.

Прошприцованный продукт подвергается механическому воздействию, причем применение вакуума увеличивает эффект, достигаемый при механической обработке.

При тумблировании его обрабатывают в цилиндрических емкостях с горизонтальной осью вращения, причем на внутренней поверхности емкостей имеются выступы. Трение кусков друг о друга, о выступы, их падение приводят к деформациям, возникновению переменных внутренних напряжений и интенсивному перераспределению рассола.

Массажер представляет собой емкость, в которую после заполнения ее мясом опускается вертикальный вал с лопастями. При массажировании отсутствуют ударные воздействия, поэтому продолжительность массажирования больше, чем тумблирования.

Электромассажирование заключается в воздействии электрических импульсов на предварительно инъецированное мясо в парном состоянии. Возникающие периодические сокращения и расслабления парных мышц влияют на процесс перераспределения посолочных веществ так же, как и механическая обработка.

Сущность вибрационного воздействия заключается в том, что в системе возникают механические колебания частиц.

В результате посола мясо приобретает соленый вкус, клейкость, устойчивость к воздействию микроорганизмов, повышается его влагоудерживающая способность при термической обработке, что важно в производстве вареных колбас, сосисок, сарделек и мясных хлебов, формируется вкус.

Измельчение соленого мяса и шпика. После посола для получения более нежной консистенции колбас и более монолитного фарша мясо еще раз измельчают. Степень измельчения зависит от вида колбас.

Для получения сосисок, сарделек, вареных и ливерных колбас, паштетов мясо подвергают такому измельчению, при котором разрушается структура клеток. Измельчение осуществляют на куттере, режущий механизм которого состоит из серповидных вращающихся ножей и металлической гребенки, ножи проходят между зубьями гребенки.

Принцип измельчения мяса на куттере – рассекание тканей. Кроме куттеров для тонкого измельчения мяса применяют эмульсоры, коллоидные мельницы и другие измельчители непрерывного действия.

При получении полукопченых и копченых колбас структура клеток в основном сохраняется, это способствует более интенсивному влагообмену при последующей сушке колбас. Мясо для этих колбас измельчают на волчке, режущий механизм которого состоит из чередующихся решеток и ножей. В волчке мясо подвергается резанию, смятию и разрыву.

Приготовление фарша. Фарш представляет собой смесь предварительно подготовленных компонентов в количествах, соответствующих рецептуре для данного вида колбас.

Структурно-однородный фарш (без шпика) готовят в куттере при измельчении сырья. Соблюдают следующий порядок загрузки составных частей фарша в куттер: сначала загружают говядину или нежирную свинину, добавляют лед и воду, для повышения водосвязывающей способности мяса вносят фосфаты, после тщательного измельчения сырья добавляют специи, муку или крахмал, сухое молоко, а затем жирную свинину или жир. Если при посоле мяса не вносили нитрит, то его добавляют при составлении фарша, во второй половине куттерования добавляют аскорбиновую кислоту, способствующую увеличению интенсивности и устойчивости окраски вареных колбас.

Структурно-неоднородный фарш составляют в мешалках, соблюдая такую же последовательность внесения компонентов. После внесения шпика продолжительность перемешивания не должна превышать 2–3 мин.

Наибольшей плотности и монолитности фарша добиваются при приготовлении его в вакуумных фаршемешалках.

Формование батонов. Процесс получения колбасных батонов включает следующие стадии: подготовка оболочек, шприцевание фарша в оболочку, штриковка колбасных батонов и навешивание их на палки и рамы.

Шприцевание – наполнение колбасной оболочки фаршем осуществляется под давлением в специальных машинах (шприцах). Шприцы работают по принципу насосов периодического или непрерывного действия. К патрубку шприца прикреплена цевка (металлическая трубка), на которую натягивают оболочку.

Плотность набивки фарша в оболочку регулируется в зависимости от вида колбасных изделий. Вареные колбасы шприцуют с наименьшей плотностью во избежание разрыва оболочки при варке

вследствие увеличения объема содержимого. Копченые и сырокопченые колбасы шприцуют наиболее плотно, так как объем батонов сильно уменьшается при сушке.

Заполненная колбасная оболочка разделяется на одинаковые по длине участки путем перевязывания шпагатом либо с помощью зажимного устройства и металлических скрепок. При этом плотность набивки увеличивается. Сосиски в отличие от колбас не вяжут, а перекручивают.

В процессе шприцевания вместе с фаршем в оболочку попадает воздух. Для его удаления оболочку накалывают (штрикуют) специальной металлической штриковкой, имеющей 4 или 5 тонких игл. Батоны в целлофане не штрикуют.

После вязки или перекручивания их навешивают на палки и размещают на рамах, на каждой из которых должен быть только один вид и сорт колбасы. Батоны на рамах не должны соприкасаться друг с другом во избежание слипов (необжаренных и непроваренных участков), которые ухудшают товарный вид и снижают стойкость колбасы.

Осадка колбасных изделий. Осадку проводят перед термической обработкой в специальных камерах, где поддерживается определенный температурно-влажностный режим.

Продолжительность осадки зависит от вида колбасных изделий, она может быть кратковременной и длительной.

При *кратковременной* осадке (для вареных, полукопченых и варено-копченых колбас) происходит некоторое уплотнение фарша, подсушивание оболочек, продолжается развитие реакций, связанных со стабилизацией окраски. Камеры для кратковременной осадки оборудуют воздухоохладителями.

Для сырокопченых и сыровяленых колбас применяют *длительную* осадку. В этом случае должна быть естественная циркуляция воздуха во избежание образования корочки засохшего фарша, которая будет препятствовать диффузии влаги из центральной части.

При длительной осадке происходит вторичное структурообразование, протекают сложные *ферментативные* и *микробиологические* процессы, в результате которых формируется вкус и аромат изделий, стабилизируется окраска.

Фарш сырых колбас состоит из двух фаз:

– твердых, неоднородных по составу, размерам и форме частиц, представленных гидратированными белковыми мицеллами, жировыми частицами, инкапсулированными белковой оболочкой, обрывками соединительной ткани, кровеносных и лимфатических сосудов и нервных волокон;

– жидкой среды, представляющей собой водный раствор белковых и низкомолекулярных органических и неорганических веществ.

Частицы твердой фазы связаны друг с другом коагуляционными связями, т. е. молекулярными силами, действующими через прослойку жидкой фазы, с которой они связаны сильнее, чем друг с другом. Возникновение коагуляционных связей обусловлено наличием на поверхности частиц избытка энергии, эти связи легко разрываются, но также легко восстанавливаются во времени.

В процессе шприцевания, когда фарш движется с большой скоростью через цевку, его структура разрушается. Во время осадки вместо разрушающейся коагуляционной структуры формируется монолитная структура готового продукта. По мере уменьшения прослоек жидкой фазы в результате сушки создаются благоприятные условия для контактирования твердых частиц. Кроме того, снижается растворимость белков жидкой фазы и они также участвуют в образовании связей. Вместо непрочных связей коагуляционного типа возникают более прочные связи, в первую очередь водородные. Важное значение для формирования однородной структуры имеет отсутствие перепада влажности между центральной и периферийной частями колбасного батона. Это условие обеспечивается при осадке в камере с низкой температурой и высокой относительной влажностью воздуха.

Поскольку при изготовлении сырокопченых и сыровяленых колбас сырье подвергается лишь грубому измельчению, в фарше сохраняются компоненты с клеточной структурой. В процессе осадки под действием протеолитических ферментов происходит гидролиз белков. Начальная стадия гидролиза способствует повышению усвояемости белков и увеличению пластичности фарша. Однако более глубокий распад, сопровождающийся разрушением низкомолекулярных продуктов гидролиза, приводит к снижению биологической ценности продукта.

Развитие микроорганизмов в процессе созревания колбас может иметь и отрицательное, и положительное значение. Нежелательные микроорганизмы могут привести к порче продукта, стать источником заболеваний или отравлений. Положительная роль микробиоты заключается во влиянии на вкус, аромат, консистенцию, а также в ингибировании окислительных процессов. К концу созревания в фарше преобладают представители молочнокислых бактерий, из которых преимущественное развитие получают кокки. При невысокой начальной бактериальной загрязненности фарша и соблюдении санитарно-гигиенических условий его созревания нежелательные бак-

тельные бактерии постепенно вытесняются и в готовом продукте, как правило, не обнаруживаются.

Особенно важное значение имеет развитие микробиологических процессов в технологии сыровяленых колбас, где не предусмотрена тепловая обработка. В состав фарша специально вводят представителей молочнокислых и денитрифицирующих бактерий, которые помимо формирования широкого спектра оттенков аромата и вкуса обеспечивают безупречное санитарно-гигиеническое состояние продукта вследствие снижения значения рН и предотвращения развития гнилостных и других нежелательных микроорганизмов. Поверхность колбасных батонов обрабатывают противогрибковыми дрожжами (рода *Debaryomyces*), что защищает их от действия факторов внешней среды: плесневения, окисления, пересыхания и отвердения внешнего слоя.

Технология производства сыровяленых колбас с целенаправленным использованием бактериальных культур и дрожжей позволяет упростить процесс вследствие исключения выдержки мяса в посоле и исключить попадание в продукт канцерогенных веществ при копчении.

Обжарка. Обжарке подвергают перед варкой вареные и полукопченые колбасы, сосиски, сардельки. Обжарка – это кратковременная обработка поверхности колбасных изделий копильным дымом при высоких температурах. В результате обжарки достигаются следующие цели:

- увеличение механической прочности и снижение гигроскопичности оболочки и поверхностного слоя продукта вследствие дубящего действия некоторых составных компонентов дыма на белковые вещества;
- повышение устойчивости к микроорганизмам;
- придание приятного специфического запаха и привкуса копильных веществ;
- приобретение поверхностью изделий буровато-красного цвета с золотистым оттенком в результате проникновения фенольной фракции дымовых газов при высокой температуре.

Варка. Варят все виды колбасных изделий, за исключением сырокопченых и сыровяленых колбас. Варку проводят в паровых камерах или водяных котлах при температуре 75–85°C. Продолжительность варки зависит от вида колбасы и диаметра батонов. Недоваривание приводит к порче продукта в результате закисания, а при чересчур длительной варке может лопнуть оболочка, образуются отеки жира и бульона, фарш становится сухим и рыхлым. Для ускорения варки продукты обрабатывают токами высокой и сверхвысокой частоты, инфракрасными лучами.

В результате варки продукт достигает кулинарной готовности вследствие происходящих изменений составных частей:

- растворимые белки мышечной ткани денатурируют, происходит изменение их структуры и физико-химических свойств;
- белки соединительной ткани свариваются, происходит их распад, разрыхление, они становятся менее прочными, лучше связывают воду;
- происходят изменения экстрактивных веществ, способствующие формированию запаха и вкуса колбасных изделий;
- плавление жировой фазы и образование эмульсии с водой приводит к улучшению консистенции и вкуса продукта;
- завершается формирование цвета изделий;
- разрушается некоторое количество витаминов.

Охлаждение. Для снижения потерь массы, предотвращения порчи и сохранения товарного вида после варки колбасные изделия охлаждают на воздухе или холодной водой. Охлаждение водой протекает быстрее, снижаются потери массы вследствие испарения, с батонов смыываются жировые подтеки, предотвращается морщинистость оболочки.

Копчение. При копчении продукт пропитывается коптильными веществами дыма, образующегося при неполном сгорании древесины. В результате колбасные изделия приобретают острые, приятные вкус и запах, темно-красный цвет и блестящую поверхность. Некоторые фракции дыма с высоким бактерицидным и бактериостатическим действием (фенолы, органические кислоты) проникают в продукт и, подавляя развитие гнилостных микроорганизмов, увеличивают срок хранения колбас.

Для получения качественного коптильного дыма применяют преимущественно лиственные породы древесины (дуб, ольху, березу без коры, тополь и др.). Наилучшими ароматобразующими свойствами обладает дым, получаемый при сжигании плодово-ягодных пород древесины. Топливо можно применять в виде дров, стружек, опилок; чем выше степень измельчения сырья, тем качественнее дым. Оптимальными условиями получения качественного дыма являются температура 300–400°C и ограниченный доступ кислорода. В этих условиях происходит испарение влаги и термическое разложение основных компонентов древесины: целлюлозы, гемицеллюлоз, лигнина.

Химический состав коптильного дыма полностью не исследован. К настоящему времени в его составе идентифицировано около 300 соединений, тогда как их присутствует значительно больше, причем некоторые даже в микроколичествах играют важную роль в образовании эффекта копчения.

Положительная роль в формировании вкуса, аромата, стойкости копченых изделий при хранении принадлежит следующим классам соединений: альдегиды, спиртальдегиды, кетоспирты, карбоновые кислоты, эфиры, гетероциклические соединения (фурфурол, мальтол), моноциклические ароматические соединения, прежде всего фенол и его производные. Производные фенола (около 63 соединений) являются основными носителями копченого аромата, участвуют в образовании окраски, формировании антиокислительного и бактерицидного эффектов.

Копчение может быть холодным и горячим, на мясокомбинатах его проводят в стационарных камерах и автокоптилках.

Холодному копчению подвергают сырокопченые колбасы, оно обеспечивает наибольшую стойкость продуктов при хранении. Готовность продукта при холодном копчении достигается за счет комплексного воздействия на ткани поваренной соли, коптильных компонентов, обезвоживания, действия протеолитических и липолитических ферментов. Холодное копчение проводят при температуре 18–22°C в течение 2–3 суток.

Горячему копчению подвергают полукопченые и варено-копченые колбасы, продукт получается менее стойким при хранении, чем при холодном копчении. Применяют разные температурные режимы горячего копчения: 70–80, 40–45 и 31–35°C, продолжительность копчения в зависимости от температуры и вида колбасы составляет от 1 до 48 ч.

Следует отметить, что в состав коптильного дыма входят нежелательные компоненты. Это углеводороды, метанол, имеющий высокую токсичность, формальдегид, поциклические ароматические углеводороды (ПАУ), обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами. В коптильном дыме идентифицировано 47 видов ПАУ, в самих копченых пищевых продуктах их можно обнаружить около 20 видов. Одним из наиболее опасных является бензо(а)пирен, содержание которого в высококопченых продуктах может достигать 500 мкг/кг. Норматив на содержание бензо(а)пирена в копченых продуктах составляет 1 мкг/кг, ниже этого предела канцерогенные и мутагенные свойства не проявляются.

Основные способы уменьшения содержания ПАУ в копченых продуктах следующие:

- поддержание температуры тления опилок не выше 400°C;
- пространственное разграничение дымообразования и копчения с очисткой дыма перед подачей в коптильную камеру, поскольку ПАУ содержатся в основном в твердых частичках дыма, они удаляются фильтрованием, осаждением или конденсацией в воде;

– удлинение пути движения дыма от дымогенератора до камеры, в результате чего большая часть смоляной фракции, содержащая ПАУ, остается в дымоходах;

– использование вместо дыма коптильных препаратов, предварительно очищенных от смоляной фракции и ПАУ.

Основой бездымных коптильных препаратов могут быть: вода, растительные и животные жиры, органические растворители (кислоты, спирты, эфиры), пищевые биополимеры (крахмал, желатин), сыпучие твердые продукты (поваренная соль, сахар, мука). Соответственно коптильные препараты имеют жидкую, гелеобразную или твердую консистенцию. Наибольшее распространение получили жидкие коптильные среды.

Коптильные препараты готовят на основе коптильного дыма, получаемого при сжигании натуральной древесины при использовании отдельных составных частей древесины (целлюлозы, гемицеллюлоз, лигнина), используют конденсат и раствор коптильного дыма, чистые химические компоненты. Основными компонентами коптильных препаратов являются фенолы, карбонильные соединения, кислоты. Всего в бездымных коптильных средах присутствует около 300 органических соединений, что составляет около 3% суммы компонентов, содержащихся в древесном дыме, это не позволяет достичь полной аналогии дымового и бездымного копчения.

Сушка. Это завершающий этап в производстве сырокопченых, сыровяленых, полукопченых и варено-копченых колбас. В результате снижения массовой доли влаги и увеличения массовой доли поваренной соли и коптильных веществ повышается устойчивость мясopодуKтов к микробиологической порче, упрощаются условия хранения и транспортирования продуктов.

В процессе сушки сырокопченых и сыровяленых колбас происходят сложные биохимические и физико-химические превращения под действием тканевых и микробных ферментов. Клеточная структура мышечной ткани разрушается, белки высвобождаются из волокон, агрегируют, на основе конденсационных связей образуют пространственный структурный каркас. Таким образом, формируется однородная, монолитная структура готового продукта.

Формирование этой структуры начинается с момента заполнения оболочки фаршем и продолжается при осадке, копчении и сушке. При сушке процессы деструкции, структурообразования и состояние микробиоты, в частности отмирание нежелательных микроорганизмов, тесно связаны с процессом внутреннего влагопереноса, влияют

друг на друга. Одним из основных условий, определяющих скорость сушки, является снижение рН до величины, близкой к изоэлектрической точке белков мяса (рН 5,1–5,5), вследствие автолитических процессов и активного развития молочнокислых бактерий. В этих условиях снижается водосвязывающая способность фарша, создаются лучшие условия для взаимодействия белков, формирования монолитной структуры и формирования окраски сырых видов колбас.

Колбасы сушат в сушильных камерах при определенных температуре и влажности воздуха. Для поддержания режима сушки используют кондиционеры. Между батонами обязательно должны быть промежутки для свободной циркуляции воздуха.

Упаковка. Для сохранения товарного вида и качества во время транспортирования колбасные изделия для местной реализации упаковывают в металлические, пластмассовые, деревянные или картонные ящики, а также в контейнеры. Колбасы полукопченые и варенокопченые, предназначенные для дальних перевозок и длительного хранения, покрывают защитными покрытиями или заливают жиром.

Продукты из свинины, говядины и других видов мяса

Технологический процесс получения продуктов из свинины, говядины, баранины и других видов мяса включает стадии подготовки сырья, посола и термической обработки. Разнообразие этих продуктов определяется различием способов посола (выдерживаемые в рассоле и без выдержки), термической обработки (вареные, копчено-вареные, копчено-запеченные, запеченные, жареные, сырокопченые и сыросоленые), а также в зависимости от частей туш, из которых получают эти изделия.

На рис. 71–73 приведены технологические схемы производства некоторых продуктов из свинины.

Подготовка сырья. Полутуши разделяют на отрубы, придают им определенные форму и размер.

Свиную полутушу разделяют на три отруба: передний, средний и задний. Передний отруб (плече-лопаточную часть) используют для приготовления воронежского окорока, ветчины в форме, ростовского рулета, столичного бекона, копчено-запеченного рулета и других изделий. Задний отруб (тазобедренная часть) идет на изготовление тамбовского окорока, ленинградского рулета, шинки по-белорусски.

Из среднего отруба по всей длине выпиливают корейку (спинная часть) шириной 14–15 см и грудинку шириной 22–30 см.



Рис. 71. Технологическая схема производства вареных и копчено-вареных продуктов из свинины (окороков, рулетов, ветчины в форме, шинки по-белорусски)



Рис. 72. Технологическая схема производства продуктов из свинины (ококорков, ветчины, рулетов, корейки, грудинки, бекона, пастромы)



Рис. 73. Технологическая схема производства запеченных и жареных продуктов из свинины (буженина, карбонад, шейка)

Говяжью тушу разделяют по той же схеме, что и для производства колбасных изделий с выделением лопаточной, шейной, грудной, спинно-реберной, поясничной, задней и крестцовой частей.

Для изготовления бескостных изделий выполняют обвалку костных отрубов.

Посол. Применяют три способа посола: сухой посолочной смесью, мокрый (рассолом) и смешанный (комбинированием сухого и мокрого посола) с предварительным шприцеванием и без него. При сухом посоле вследствие гигроскопичности поваренной соли и за счет влаги сырья образуется рассол, и в результате сухой посол также сводится к мокрому. При посоле с применением шприцевания для ускорения распределения посолочных веществ проводят механическую обработку: тумблирование, массажирование, вибрацию, электромассирование.

Термическая обработка. Перед термической обработкой мясное сырье вымачивают (для снижения содержания соли в поверхностных слоях), промывают (после мокрого или смешанного посола, а также после вымачивания), обваливают (если посол сырья осуществляли на костях), формуют в металлические формы, пленки или колбасные оболочки.

К термической обработке относятся копчение, варка, запекание, сушка и охлаждение.

Копчение производят при изготовлении копчено-вареных, копчено-запеченых и сырокопченых изделий. Наряду с пропитыванием мясного полуфабриката коптильными веществами при копчении происходит его обезвоживание и в результате изделие приобретает устойчивость к действию микроорганизмов.

Характер протекающих процессов определяется режимом копчения. При горячем копчении (30–50°C) и при копчении-запекании (80–95°C) происходит частичная денатурация белков и сваривание коллагена, при холодном копчении (30–35°C или 18–22°C) развиваются ферментативные процессы.

Варку мясопродуктов используют как промежуточный процесс технологической обработки или как заключительный этап, на котором продукты достигают полной кулинарной готовности.

Варку осуществляют горячей водой, паровоздушной смесью или влажным воздухом. При нагревании полуфабрикатов в металлической форме также происходит их варка в выделяющемся бульоне. Во всех случаях происходит влажный нагрев, который сопровождается денатурацией белков и разрушением пигментов, придающих мясным изделиям окраску. Если перед варкой в мясо не добавить

нитрит натрия, то свинина приобретает сероватый, а говядина и баранина коричневатый цвет.

Варку заканчивают при достижении температуры в толще изделий 70–72°C. При этом погибает основная масса микроорганизмов, ферменты инактивируются, поэтому мясопродукты становятся стойкими при хранении.

В зависимости от температуры варки и ее продолжительности, которая для крупных окороков достигает 8–10 ч, могут происходить довольно значительные потери составных частей продукта: азотистых и минеральных веществ, жира, соли, нитрита натрия и копильных веществ, воды. По мере обезвоживания продукта возрастает его жесткость, продукты, сваренные при более низкой температуре, более нежные и сочные. Таким образом, чем ниже температура тепловой обработки, тем больше выход и выше качество продукта. Кроме того, варку лучше проводить в минимально необходимом объеме воды и как можно реже менять воду.

При нагреве мясопродуктов паром потери составных частей меньше, чем при варке в воде. Если нагревать увлажненным горячим воздухом, то потери становятся еще меньше. Минимальные потери наблюдаются при варке в формах, обогреваемых горячей водой или паром, оболочке или пленке. Потери сырья снижаются при добавлении фосфатов, повышающих водосвязывающую способность белков мяса, однако в этом случае изменяется вкус изделий.

После варки изделия охлаждают в камерах при температуре 0–8°C до достижения внутри изделия температуры 8°C.

Запекание – это тепловая обработка мясопродуктов сухим горячим воздухом при температуре выше 85°C до достижения в центре продукта температуры 70–72°C.

При запекании на поверхности продукта образуется сухой слой вследствие испарения влаги во внешнюю среду и переноса ее от поверхности к центру. Внешний слой уплотняется и упрочняется, а во внутренних слоях развиваются процессы гидротермического распада.

Потери составных частей при запекании невысоки, они обусловлены только испарением влаги и плавлением небольшого количества жира. Проводя запекание в полимерных пленках, можно избежать и этих потерь.

Про производстве копчено-запеченных изделий процесс запекания совмещают с копчением.

Жарение – это тепловая обработка мясных продуктов в присутствии достаточно большого количества жира (5–10% массы продукта).

Расплавленный жир выполняет роль жидкого теплоносителя и обеспечивает равномерный нагрев всей поверхности и на некоторую глубину до температуры выше 135°C. Жир имеет невысокую теплопроводность и защищает продукт от сильного местного перегрева, специфические изменения компонентов жира придают продуктам своеобразные вкус и запах.

Упаковка готовых изделий. Изделия, изготавливаемые без оболочки или шкуры (окорок, рулет, корейку, грудинку, карбонад, шейку, буженину), завертывают в полимерные материалы. Целесообразно производить сервировочную нарезку и упаковку нарезанных изделий в полимерные материалы под вакуумом. Упаковка под вакуумом позволяет длительное время сохранять качество и потребительские свойства готовых изделий.

Производство мясных баночных консервов

Для изготовления мясных баночных консервов мясо и мясопродукты укладывают в тару (банку), герметично закупоривают и стерилизуют при температуре 100°C и выше. При такой обработке погибают микроорганизмы, в том числе и их споровые формы, и продукт может сохраняться очень долго.

Мясные консервы классифицируют по ряду признаков:

– по виду сырья – мясные (из говядины, свинины, баранины, мяса птицы и др.), субпродуктовые (из языков, печени, почек, рубца и др.), из мясных продуктов (сосиски, колбасный фарш, копчености), мясо-растительные (из мясного сырья или субпродуктов в сочетании с крупами, бобовыми, овощами и др.), жиры-бобовые (из свиного топленого жира, шпика в сочетании с фасолью, чечевицей, горохом);

– по составу – в натуральном соку (с добавлением только соли и пряностей), с соусами (томатным, белым и др.) и в желе.

Кроме того, консервы различаются степенью измельчения сырья, наличием и видом предварительной тепловой обработки, наличием или отсутствием предварительного посола. По назначению различают консервы закусочные, обеденные, для детского питания, диетические.

Используют мясо в остывшем, охлажденном и размороженном виде. Парное мясо в консервном производстве используют ограниченно, поскольку накапливающаяся в процессе посмертного окоченения молочная кислота разрушает бикарбонатную буферную систему. Выделяющийся свободный диоксид углерода вызывает вздутие крышек (бомбаж).

Производство мясных консервов включает следующие стадии: подготовка сырья (приемка, размораживание, разделка, обвалка, жиловка, нарезание мяса и субпродуктов на куски), порционирование (фасовка), закатка, стерилизация, охлаждение, сортировка и упаковка.

Требования к качеству консервов. Качество мясных консервов оценивают путем внешнего осмотра банок, а также по органолептическим, химическим и микробиологическим показателям содержимого.

Поверхность металлических банок должна быть чистой, без нарушений полуды, помятости, зазубрин, донышки должны быть вогнутыми или плоскими.

Стеклянные банки должны быть прозрачными, чистыми, без пузырей внутри и на поверхности стекла.

Вкус и запах содержимого должны быть характерными для данного вида продукта, консистенция упругой, но не жесткой. Мясо должно быть хорошо обваленным и отжилованным, куски целыми, определенной массы, при извлечении они не должны распадаться. Не допускается переваривание или пережаривание продуктов. Бульон в нагретом состоянии должен иметь цвет от желтого до светло-коричневого, возможен незначительный осадок. Соотношение составных частей (мяса, субпродуктов, жира, соуса, бульона, желе и т. д.) определенное для каждого наименования консервов.

Органолептическую проверку содержимого консервов проводят в холодном или разогретом виде в зависимости от способа употребления в пищу данного продукта.

19. ТЕХНОЛОГИЯ РЫБЫ И РЫБОПРОДУКТОВ

В республике разведением и реализацией речной (прудовой, озерной) рыбы занимаются рыбхозы. Переработку морской и океанической рыбы осуществляют такие предприятия, как ГТП УП «Белрыба» (Минск), УП «Минскрыбпром», СП «Санта-Бремор» ООО (Брест), «Виталюр» (Минск), «Лиорпластик» (Новогрудок), «Фауна» (Борисов) и др. Они выпускают мороженую и соленую рыбу, консервы, пресервы и другие рыбопродукты.

Характеристика сырья

Состав и свойства рыбного сырья. В настоящее время известно около 16 тыс. видов рыбы, из них около 1,5 тыс. видов – промысловая. Промысловую рыбу классифицируют по следующим признакам:

- место обитания и образ жизни (океаническая, морская, пресноводная, проходная, полупроходная, солоноватоводная);
- глубина обитания (пелагическая, глубоководная, донная);
- размер и масса тела (крупная, средняя, мелкая);
- форма тела (торпедообразная – осетровые, тресковые, лососевые, сельдевые и др.; стреловидная – щука, сайра, сабля-рыба и др.; приплюснутая с боков – лещ, палтус, камбала и скат, у которого тело сжато со стороны спинки и брюшка; змеевидная – минога, угорь и др.; неопределенная – солнечник, морской карась и др.);
- время лова (весенняя, весенне-летняя, летняя, летне-осенняя, осенняя, зимняя);
- физиологическое состояние (питающаяся, жирующая или нагульная, преднерестовая, отнерестившаяся);
- количество белковых веществ (низкобелковая – до 10%, среднебелковая – 10–15%, белковая – 15–20%, высокобелковая – более 20%);
- жирность (тощая (< 3%), среднежирная (от 3 до 8%), жирная (> 8%)).

Промысловая рыба относится к определенным отрядам, семействам, родам и видам. Рыбу отряда *осетровых* (белугу, калугу, русского и атлантического осетров, севрюгу, стерлядь) за высокие вкусовые достоинства называют красной. Осетровые живут 80–100 лет, нерестятся несколько раз в жизни, среди них есть проходная, полупроходная и пресноводная рыба. Мясо осетровых белое, плотное, жирное, икра черная. *Лососевые* (горбуша, кета, семга,

форель, лосось) бывают проходными и пресноводными, их мясо от розового до ярко-красного цвета, ароматное, нежное, вкусное, икра красная. *Окунеобразные* (окунь, судак, ерш) по вкусовым достоинствам уступают только осетровым и ласосевым. Кроме вышеперечисленных промышленное значение имеют отряды *сельдеобразных* (сельдь, хамса (анчоус), килька, сардина, салака, сардинелла, шпроты, тюлька), *карпообразных* (каarp, карась, линь, плотва, пескарь, сазан, лещ, вобла, тарань, толстолобик), *трескообразных* (налим, навага, путассу, хек, минтай, сайда, пикша), *угреобразных* и *хрящевых* (акула).

Тело рыбы условно подразделяют на съедобные и несъедобные части и органы. К съедобным частям относятся мышцы (с кожей или без нее), икра, молоки, печень, к несъедобным – чешуя, кости, плавники, кишечник, плавательный пузырь и др. Условно съедобными считаются голова, хрящи, жировые отложения на кишечнике. Из голов и костей получают при варке бульон, головы осетровых используют для приготовления заливного и ухи, из жировых отложений получают жир. При производстве консервов используются мышцы вместе с костями.

Соотношение масс отдельных частей и органов зависит от вида рыбы, пола, времени лова, возраста. Массовая доля мышечной ткани составляет от 45 до 67% у разных видов рыбы. В порядке увеличения массовой доли мышечной ткани основные промысловые виды рыбы располагаются следующим образом: карась, морской окунь, треска, лещ, сельдь, осетр, сазан, ставрида, судак, щука, скумбрия, тунец.

Состав, пищевая и биологическая ценность мяса рыбы. Мясом у рыбы принято называть туловищные мышцы вместе с заключенной в них соединительной и жировой тканью, кровеносными и лимфатическими сосудами и мелкими мышечными косточками. Оно характеризуется эластичностью, упругостью, прочностью.

Химический состав мяса рыбы меняется в зависимости от пола и возраста, места и времени лова, кормовой базы водоема, в котором она обитает. С возрастом отмечается нарастание количества жира и уменьшение содержания воды в рыбе. Различия в химическом составе, зависящие от пола рыбы, обусловлены тем, что с наступлением половой зрелости у рыбы развиваются половые органы, или гонады, масса которых может достигать 25–28% массы тела.

Химический состав мяса основных промысловых видов рыбы приведен в табл. 15.

**Средний химический состав мяса
основных промысловых видов рыбы**

Вид рыбы	Содержание, %			
	влага	жиры	белки	минеральные вещества
Осетр	71,8	10,9	16,3	1,0
Семга	62,2	15,6	18,1	4,1
Кета	71,3	5,6	22,0	1,1
Горбуша	70,5	7,0	21,0	1,4
Скумбрия	66,0	15,3	17,4	1,3
Сельдь	74,7	5,6	18,0	2,1
Треска	80,4	0,2	17,0	1,2
Минтай	82,2	0,7	16,3	1,3
Щука	78,9	0,4	19,1	1,6
Ставрида	71,3	4,6	22,5	1,3
Палтус	70,2	16,1	12,8	0,9
Камбала	79,7	3,0	15,7	1,6
Хек	79,9	2,2	16,6	1,3
Морской окунь	75,4	5,2	17,6	1,4
Макрорус	85,0	0,8	13,2	1,0

Вода. В мясе рыб вода находится в связанном и свободном состоянии. Любой способ обработки рыбы – замораживание, консервирование, посол или высушивание – вызывает изменение соотношения отдельных форм влаги в рыбе, в результате чего изменяется ее консистенция и вкус. Например, при замораживании нарушается связь воды с белком, в результате после размораживания мясо становится менее упругим и более водянистым.

Белки. Содержание белков в мясе рыбы составляет в среднем 15–20%. На долю водорастворимых белков (миоген, миоальбумин) приходится 20–25%, солерастворимые белки (миозин, актин, актомиозин и др.) составляют 60–78% от общей массы белков. Количество белков стромы (коллагена, эластина) в зависимости от вида рыбы колеблется в пределах от 2 до 10%. По сравнению с наземными животными, у которых количество белков стромы достигает 20%, в теле рыб соединительная ткань менее развита. Белок рыбы имеет высокую биологическую ценность: по содержанию лизина и триптофана он превосходит яичный белок, а по содержанию валина, лейцина, фенилаланина, тирозина, триптофана, цистина и метионина сопоставим с идеальным белком. Кроме того, низкое содержание соединительной ткани обеспечивает нежность, мягкость мяса рыбы и лучшую его усвояемость.

При нагревании до температуры 38–51°C коагулируют альбумины, глобулины более термостойки, их коагуляция заканчивается при температуре 88°C. При насыщении солью (при посоле рыбы) белки утрачивают растворимость и осаждаются (высаливаются).

Кроме белков в мясе рыбы содержатся небелковые азотистые вещества, на долю которых приходится около 15–20% общего азота. Они представлены экстрактивными веществами и продуктами распада белков. Экстрактивные вещества образуются главным образом после смерти рыбы, придают мясу вкус и запах, способствуют лучшему усвоению.

Липиды. Основную массу липидов составляют глицериды, в небольшом количестве содержатся фосфатиды, стерины. Также в жировую фракцию входят жирорастворимые витамины и пигменты. Содержание ненасыщенных жирных кислот в составе глицеридов значительно больше, чем насыщенных, что отличает жиры рыбы от жиров наземных животных (табл. 16).

Таблица 16

Содержание жирных кислот в различных видах жиров

Вид жира	Содержание, %				
	насыщенные жирные кислоты	ненасыщенные жирные кислоты с числом атомов углерода в цепи			
		16	18	20	22
Пресноводная рыба	13–15	20	40–65	12	0,4–0,6
Свиной	25–29	2–3	50–65	–	0,3–1,0
Говяжий	27–30	2–3	40–50	–	0,2–0,6
Бараний	23–28	1–2	40–50	–	0,5–0,7
Оливковое масло	14,7	–	82,5	–	–
Пальмовое масло	39,5	–	55,0	–	–

Большое содержание ненасыщенных жирных кислот (прежде всего незаменимых – линолевой, линоленовой, арахидоновой) обуславливает высокую биологическую ценность жира рыбы. При температуре 20°C он имеет жидкую консистенцию, легко подвергается гидролизу и окислению, что приводит к изменению цвета, вкуса, запаха.

Углеводы. В небольшом количестве (до 0,64%) в рыбе находится гликоген, однако существенного влияния на пищевую ценность мяса рыбы он не оказывает.

Минеральные вещества. Макроэлементы в мясе рыбы представлены P, Ca, K, Na, Mg, S, Cl и др., микроэлементы – Fe, Cu, Mn, Co, Br, I и др. В отличие от теплокровных животных в мясе рыбы

велико содержание Ca, Mg, I, Fe, причем содержание I и Fe выше в мясе морских рыб, чем пресноводных.

Витамины. Содержание жирорастворимых витаминов A и D в организме рыбы во много раз выше, чем в организме других животных, поэтому она является важнейшим источником их получения. Во внутренних органах (печени, кишечнике) этих витаминов значительно больше, чем в мышечной ткани. Из водорастворимых витаминов рыба богата тиамином, рибофлавином, пиридоксином, никотиновой кислотой.

Прижизненные и посмертные изменения в тканях рыбы. Выловленная рыба погибает от удушья (асфикции) или от физического воздействия.

В результате голодания, быстрых и энергичных движений и нервного утомления выловленной рыбы в крови и тканях накапливаются продукты распада органических веществ. Распад гликогена и накопление молочной кислоты отрицательно влияют на способность эритроцитов поглощать кислород, и рыба погибает от удушья. Вследствие того, что для покрытия недостатка кислорода усиливается кровообращение, кровеносные сосуды переполняются кровью (гиперемия), жабры увеличиваются в размере и приобретают ярко-красную окраску, могут появиться красные пятна на поверхности тела. Для предупреждения такого дефекта в некоторых случаях рыбу умерщвляют ударом по голове, электрошоком или потрошением.

Посмертные изменения протекают в четыре стадии:

– увеличивается количество слизи на поверхности, причем она постепенно из прозрачной становится мутной, приобретает темно-серую окраску из-за развития микроорганизмов;

– посмертное окоченение, которое наступает в результате гидролиза гликогена, накопления молочной кислоты, активизации в кислой среде ферментов, расщепляющих АТФ, и образования актомиозинового комплекса, вызывающего сокращение мышц. Выделение слизи прекращается, и если ее удалить в проточной воде, качество рыбы сохраняется более длительное время. На этой стадии вследствие сокращения мышц мясо твердеет, тело не поддается сгибанию, влагоудерживающая способность мяса снижается, отделяется мышечный сок;

– после полного распада АТФ из-за отсутствия энергии актомиозиновый комплекс распадается – мышцы расслабляются, мясо имеет приятный вкус и аромат. Далее под действием тканевых ферментов происходит гидролиз (автолизис) белков, липидов, изменяются консистенция, вкус, аромат мяса, создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов;

– бактериальное разложение, которое характеризуется тем, что на поверхность выходит часть воды с растворенными в ней веществами, образуется слизь, в которой быстро развиваются гнилостные микроорганизмы. На теле рыбы появляется зеленовато-желтое или серое окрашивание, ощущается гнилостный запах. Мясо становится дряблым, жабры бледнеют и покрываются пахнущей слизью, глаза мутнеют и впадают в орбиты, кожные покровы тускнеют. Такую рыбу нельзя употреблять в пищу.

Состав и свойства морепродуктов. Крупные морские водоросли ведут прикрепленный образ жизни, мелкие одноклеточные свободно плавают в толще воды, составляя фитопланктон.

В зависимости от содержания в клетках пигментов водоросли имеют различную окраску и различную потребность в освещении. Зеленые, светолюбивые водоросли держатся на мелководье, красные самые теневыносливые, растут как в верхних горизонтах, так и на значительной глубине, бурые водоросли особенно обильно заселяют верхний слой (до глубины 15 м). По набору витаминов и минеральных элементов водоросли не имеют себе равных среди растений. По пищевой ценности первые места занимают: ламинария, родимения, порфира и ульва.

У двустворчатых моллюсков (ракушек) тело заключено в раковину, состоящую из двух створок. Ракушки – донные животные, некоторые из них медленно ползают с помощью длинной мускулистой ноги, высунув ее из раковины, другие ведут прикрепленный образ жизни. Мидии, например, прикрепляются к камням биссусными нитями, устрицы прирастают к скалам или срастаются друг с другом.

Брюхоногие моллюски (улитки) имеют защитную раковину, обычно закрученную в спираль, но бывают раковины в виде блюдечка, колпачка. Улитки скользят с помощью слизи, выделяемой нижней плоской поверхностью ноги.

Класс головоногих моллюсков составляют осьминоги, кальмары, каракатицы. Мускулистая нога у них видоизменена в щупальца, которые находятся около головы. Щупальца служат этим моллюскам для передвижения и захвата пищи, головоногие моллюски быстро плавают, используя свой «реактивный двигатель» – они засасывают большое количество воды, а потом с силой выталкивают ее через воронкообразное отверстие.

Раки и креветки относятся к типу членистоногих, тело их состоит из сегментов, сгруппированных в голову, грудь и брюшко. Каждый сегмент имеет пару членистых ножек. Тело ракообразных покрыто хитиновым панцирем, который они периодически сбрасывают.

Крабы также относятся к отряду ракообразных, они отличаются округлой формой тела. Они ведут донный образ жизни, проворно бегают с помощью четырех пар задних ног. Большинство крабов – хищники, но некоторые питаются растениями.

Качество и безопасность рыбы и морепродуктов. Ввиду способности сорбировать и аккумулировать токсичные вещества, содержащиеся в воде, рыба и другие гидробионты могут представлять опасность для жизни и здоровья людей.

В соответствии с действующими нормативными документами наряду с определением показателей, характеризующих пищевую ценность, рыба должна проверяться на содержание тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов, на паразитарную чистоту.

Хранение рыбы

В торговлю и на переработку рыба может поступать в живом виде, в охлажденном или замороженном состоянии.

Живая рыба. Основные поставщики живой рыбы – озерные, прудовые и речные рыболовные хозяйства. Она должна быть здоровой, свободной от паразитов, подвижной, упитанной, без отслаивания чешуи, ссадин, а также не иметь порочащих запахов (ила, нефтепродуктов).

Основной порок живой рыбы – снулость. У снулой рыбы набухают и обесцвечиваются жабры, вздувается брюшко, набухает мясо, масса рыбы увеличивается до 10%. Снулую и засыпающую рыбу необходимо немедленно достать из воды, охладить и по возможности быстро реализовать. Снулую рыбу можно замораживать или направлять на посол.

Для хранения и транспортирования живой рыбы применяют насыщаемые кислородом бассейны, специализированный железнодорожный и автомобильный транспорт.

Холодильное хранение. Холод для сохранения сырья использовался еще в глубокой древности. Холодильная обработка позволяет замедлить (охлаждение) или приостановить (замораживание) наступление порчи, в случае прекращения воздействия холода жизнедеятельность микроорганизмов и ферментативные процессы возобновляются. Установлено, что при замораживании белки существенно не изменяют своих свойств, после размораживания сохраняют способность связывать воду. Жир при кратковременном холодильном хранении также существенно не изменяется, но при длительном

хранении в результате окислительных и ферментативных реакций качество жира ухудшается, он прогоркает. Замедлить окислительные и ферментативные реакции можно путем применения соответствующей упаковки и снижения температуры хранения. В перспективе целесообразно снижение температуры замораживания и хранения мороженой продукции до $-30 \dots -40^{\circ}\text{C}$.

Охлажденной считается рыба, температура тела которой своевременно доведена в толще мяса до $-1 \dots +5^{\circ}\text{C}$ и постоянно поддерживается на этом уровне. В теле рыбы при охлаждении не должно образовываться кристаллов льда.

Для охлаждения пригодна живая и только что уснувшая рыба, которая находится в начале стадии посмертного окоченения. На скорость охлаждения влияет ряд факторов:

- жирность рыбы, поскольку теплопроводность жировой ткани меньше, чем теплопроводность мышечной;
- размеры и форма тела;
- скорость движения воздуха в охлаждающей среде.

Масса охлажденной рыбы уменьшается за счет испарения влаги с поверхности тела. Степень усушки зависит от химического состава, плотности и размеров рыбы, условий охлаждения, наличия и вида упаковки. При охлаждении во льду усушка меньше, чем при охлаждении в воздушной среде. При охлаждении в жидкой среде (рассоле) усушки вовсе не наблюдается.

Замороженная рыба охлаждена до возможно более низкой температуры в пределах до криогидратной (эвтектической) точки раствора солей и азотистых веществ, содержащихся в ее тканях.

Для приготовления мороженой используется живая и охлажденная рыба, отвечающие требованиям технических условий и стандартов.

Размер кристаллов льда при замораживании и степень гистологических изменений тканей возрастают с увеличением предварительного хранения рыбы до замораживания. Сразу после смерти рыбы мышечные волокна плотно прилегают друг к другу, межволоконные пространства отсутствуют, саркоlemma не имеет повреждений и обладает большой упругостью. В посмертный период в мышечной ткани появляются межволоконные пространства, заполненные тканевым соком, в этом случае при замораживании образуются более крупные кристаллы льда. Причем поскольку образование кристаллов внутри клеток запаздывает, высокое осмотическое давление в межклеточной жидкости вызывает перемещение влаги из клеток. Кристаллы увеличиваются и деформируют клетки.

В результате вымораживания воды и увеличения концентрации солей белки денатурируют, консистенция мяса становится более жесткой, водянистой.

Вместе с тем, по сравнению с другими способами консервирования рыбы замораживание обеспечивает высокую стойкость в хранении и наибольшую близость по качеству к свежей рыбе. Мороженая рыба может использоваться для производства других видов продукции: соленой, пряно-соленой, копченой рыбы, пресервов и консервов.

Рыбу замораживают сухим искусственным способом блоками или поштучно до температуры в теле рыбы или толще блока не выше -18°C . Мороженая рыба может изготавливаться неразделанной и разделанной на потрошеную обезглавленную, потрошеную с головой, обезглавленную, филе, тушку.

Мороженую рыбу изготавливают в глазурированном виде или упакованной под вакуумом в пакеты из пленочных полимерных материалов. Схема технологического процесса приведена на рис. 74.

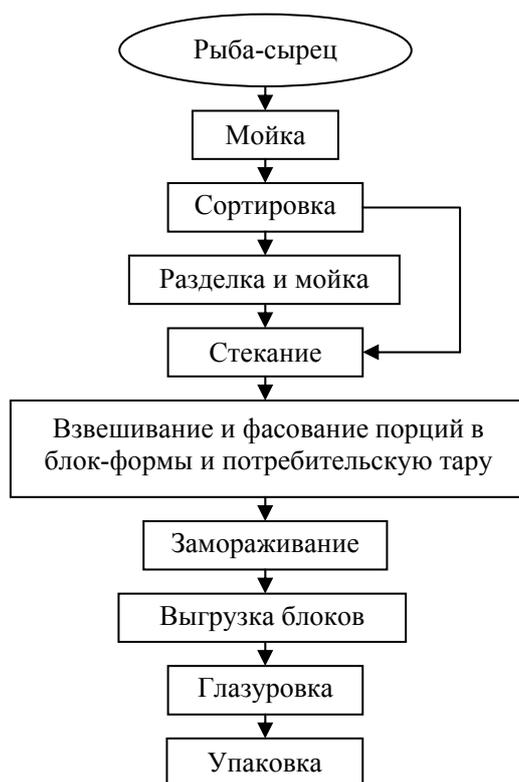


Рис. 74. Технологическая схема получения мороженой рыбы

Пороки охлажденной и мороженой рыбы. *Высыхание* – значительная усушка, рыба теряет цвет, мясо приобретает сухую, жесткую,

волокнуистую консистенцию, появляется острый рыбноый запах, в мясе развивается гидролиз жиров, изменяется структура белков.

Потемнение поверхности может возникать из-за денатурации белка, красновато-коричневая окраска появляется при плохом обескровливании рыбы.

Смерзание происходит, если недомороженную или оттаявшую рыбу складывают для домораживания. Смерзание приводит к деформации и поломке рыбы.

Старые запахи (залежалый, складской, резкий «рыбноый») возникают при длительном хранении охлажденной и мороженой рыбы при повышенной температуре, пониженной влажности, отсутствии глазури.

Посторонние, нетипичные запахи появляются при попадании в продукт случайных веществ или при порче. Гнилостный запах может появляться при направлении на заморозку рыбы пониженного качества, запах сероводорода указывает на белковый распад рыбы до замораживания, запах аммиака свидетельствует о бактериальном разложении рыбы. При сбросе в рыбохозяйственные водоемы продуктов переработки нефти рыба приобретает запах нефтепродуктов.

Ослабленная консистенция возникает при медленном замораживании, когда образуются крупные кристаллы льда, разрушающие мышечную оболочку и ослабляющие упругость ткани. Ослабленная консистенция может быть следствием автолиза в рыбе до замораживания.

Бесструктурность мяса наблюдается преимущественно у камбалообразных, скумбриевых, ставридовых, тресковых, лососевых. При хранении такой рыбы со льдом или без охлаждения мясо быстро теряет упругость и постепенно разжижается. Причиной возникновения бесструктурного мяса является повышенное содержание в нем азота летучих оснований и высокой буферности. Такое мясо содержит меньше коллагена и эластина, чем мясо нормальной структуры.

Студенистость (желеобразность) возникает при поражении рыбы паразитическими организмами. Мышечная ткань такой рыбы имеет неравномерную плотность, некоторые участки мягкие или даже жидкие.

Молочное состояние – в мясе рыбы, главным образом вдоль спинки, появляются «карманы», заполненные молочно-белой жидкостью, образующейся из гипертрофированных мышечных волокон. Причиной молочного состояния также является развитие паразитов.

Посол и маринование рыбы

Посол рыбы. *Посол* – наиболее распространенный способ консервирования рыбы. Его применяют как самостоятельный способ

обработки, а также как предварительную операцию перед копчением, вялением, сушкой, маринованием.

В первом случае в результате сложных биохимических процессов гидролитического распада белков, жира и экстрактивных веществ, происходящих в рыбе под действием ферментов, микроорганизмов и других факторов рыба приобретает вкус, цвет и аромат, несвойственные свежей рыбе. Она созревает и может употребляться в пищу без дополнительной кулинарной обработки. Таким изменениям особенно подвержена жирная рыба – сельдевые, ласосевые и др.

В зависимости от способа введения соли различают мокрый, сухой и смешанный посол, в зависимости от температуры – теплый, охлажденный и с подмораживанием.

Посол основан на явлениях диффузии и осмоса. И соль, и вода диффундируют из зоны большей концентрации в зону меньшей, значительная часть влаги из тканей рыбы переходит в тузлук (раствор соли), а соль из тузлука – в ткани. Скорость просаливания рыбы зависит от ряда факторов:

- концентрация соли в тузлуке;
- наличие и характер кожного покрова (наличие чешуи и кожи замедляет просаливание);
- химический состав тканей рыбы (жирная рыба просаливается медленнее, чем нежирная);
- температура (при тепловом посоле рыба просаливается быстрее, однако при повышении температуры ускоряются процессы разложения ее тканей, что может привести к порче);
- способ посола (продолжительность просаливания при смешанном посоле меньше, чем при сухом, поскольку в первом случае обеспечивается максимальный контакт рыбы с насыщенным раствором соли);
- перемешивание (в циркулирующем солевом растворе просаливание протекает быстрее, чем в неподвижном);
- качество соли (использование чистой, хорошо растворимой, мелкой соли ускоряет просаливание).

Наиболее распространены в рыбной промышленности *чановый*, *бочковый* и *баночный* посол.

Чаны представляют собой круглые, овальные или прямоугольные цементные емкости или из нержавеющей стали. Тщательно промытую рыбу обваливают в соли и рядами укладывают в чан, пересыпая каждый ряд солью. Чтобы рыба не всплывала, ее покрывают деревянными решетками, на которые кладут груз. После просаливания рыбу выгружают из чана, моют, сортируют и упаковывают в бочки (деревянные, полиэтиленовые) и ящики (дощатые, полимерные).

Бочковый посол является более совершенным, поскольку в бочках создаются наиболее благоприятные условия для созревания рыбы. Рыбу обваливают в соли и укладывают рядами в бочки, выдерживают некоторое время для просаливания (осадки), затем дополняют бочки рыбой того же дня улова и посола, укупоривают бочки. Преимуществом бочкового посола перед чановым является то, что рыбу не перекалывают, а отгружают потребителю в тех же бочках, в которых солят. Рыба меньше сдавливается, деформируется, просаливание осуществляется более равномерно.

Баночный посол используют для получения рыбной продукции типа пресервов. Используют жестяные и полиэтиленовые банки разной емкости. Для улучшения вкусовых качеств в посолочную смесь добавляют сахар, а для повышения стойкости – консервант (бензоат натрия). Банки укупоривают и через установленное время направляют на реализацию.

Технологическая схема приготовления соленой рыбы приведена на рис. 75.

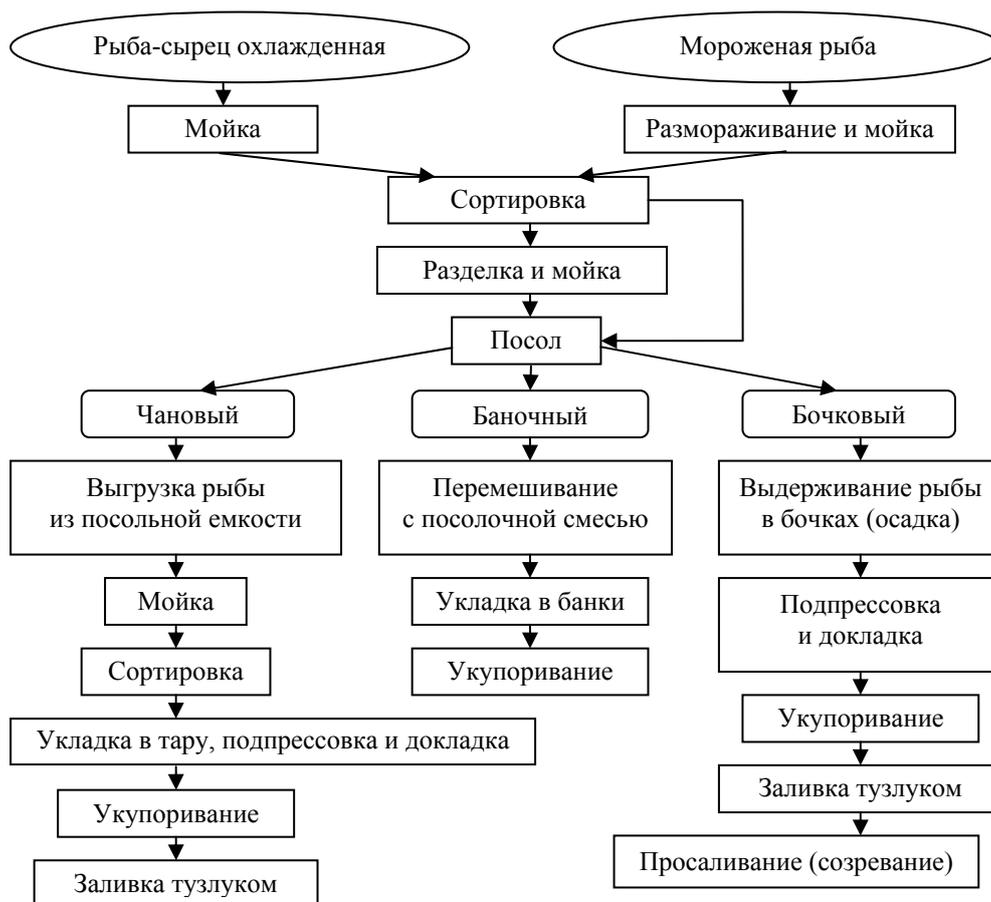


Рис. 75. Технологическая схема приготовления соленой рыбы

Дефекты соленой рыбы. *Сырость* – вкус и запах сырой рыбы при недостаточном просаливании.

Загар – покраснение, побурение, а иногда и почернение мяса у позвоночника. Мясо имеет мажущуюся консистенцию, иногда неприятный запах. Этот дефект появляется при длительной выдержке сырца до обработки без охлаждения, неравномерном посоле, хранении слабосоленой рыбы при повышенной температуре и отсутствии тузлука. При сильно развитом дефекте рыба в пищу не пригодна.

Коричневый загар – в результате поражения особым видом грибка появляется коричневый налет, дефект не устраним.

Затяжка – ослабленная или дряблая консистенция, покраснение или побледнение мяса, неприятный запах. Причины – задержка сырца до посола (затягивание посола), неравномерный посол, пониженная дозировка соли, согревание тузлука.

Скисание – микробиальная порча рыбы и тузлука. Тузлук мутнеет, становится скользким, тягучим, пенится, рыба покрывается серой слизью с кислым запахом.

Омыление – появление скользкого налета серого цвета на поверхности рыбы в результате гнилостного разложения белков. При ярко выраженном пороке мясо приобретает неприятный запах и вкус, становится дряблым, расплзается, легко отделяется от костей.

Ржавчина (окисление). Желтый или коричневый налет (иногда цвета ржавого железа) на поверхности рыбы, который может проникать в поверхностные слои мяса. Вкус горький, запах окислившегося жира. Наиболее часто этот порок встречается у жирной рыбы при хранении ее без тузлука, особенно при повышенной температуре.

Фуксин – красный скользкий налет на поверхности, неприятный запах. Дефект появляется в результате жизнедеятельности аэробных галофильных (солелюбивых) микроорганизмов.

Лопанец – рыба с лопнувшим брюшком. Возникает при посоле неразделанной рыбы с полным пищеводом и желудком, при сильной прессовке рыбы во время укладки ее в тару.

Заражение вредителями (прыгуном, белым червем, рачком, нематодами, калянусом и др.).

Пряный посол и маринование рыбы. Пряно-соленая – рыба, посоленная с использованием пряностей, маринованная – с применением уксусной кислоты.

Лучшее качество пряно-соленой и маринованной продукции получается с использованием свежей рыбы, однако поскольку это возможно только в периоды лова, применяют мороженые и подсоленные

полуфабрикаты. Мороженую рыбу размораживают до температуры $-1...+2^{\circ}\text{C}$ и моют в чистой воде. Соленую рыбу промывают в тузлуке или отмачивают в воде при температуре не выше 10°C .

Для пряного посола используют рыбу, которая способна хорошо созреть: сельдь, салаку, кильку, тюльку, анчоус, ставриду, скумбрию. Пряный посол заключается в обработке рыбы солью, сахаром и пряностями. При таком посоле вместе с солью в ткани рыбы проникает часть эфирных масел и других экстрактивных веществ из пряностей, рыба приобретает острый вкус и приятный аромат.

Для приготовления маринованной рыбы кроме смеси соли, сахара и пряностей применяют уксусную кислоту, концентрация которой в заливке должна составлять 4–6%.

Рыба пряного посола и маринованная при нарушении технологического процесса ее приготовления и хранения может иметь те же дефекты, что и соленая.

Вяление, сушка и копчение рыбы

Вяление – один из наиболее древних и распространенных способов обработки рыбы. При вялении происходит медленное обезвоживание соленой рыбы в естественных или искусственных условиях при температуре воздуха ниже точки начала свертывания белка (не выше 35°C). В мясе рыбы происходят сложные биохимические процессы, связанные с обезвоживанием и уплотнением продукта, изменениями белков и жира под действием температуры, света и воздуха. Происходит перераспределение жира в тканях – он освобождается из клеток подкожной клетчатки и соединительной ткани и пропитывает мышечную ткань, часть жира выступает на поверхность рыбы, образует тонкую вязкую пленку, предохраняющую жир мышечной ткани от прогоркания. В результате этих процессов исчезает вкус сырой рыбы, продукт созревает, приобретает специфические вкус и аромат и становится пригодным для употребления в пищу без дополнительной кулинарной обработки.

Для выработки вяленой продукции наиболее подходит жирная и полужирная рыба, используют живую, охлажденную, мороженую и слегка подсолённую рыбу.

В основном вяленую рыбу выпускают неразделанной, иногда потрошеной с головой и обезглавленной, а также в виде спинки – балыка, боковника и др. Для вяления используют воблу, тарань, леща, красноперку, кефаль, плотву, корюшку, а из океанической рыбы – камбалу, морского окуня, сельдь, ставриду, хека и др.

Технологический процесс приготовления вяленой рыбы включает следующие операции: сортировка сырья, мойка, посол, мойка, нанизывание, развешивание на вешала, вяление, съемка с вешалов, выдерживание в кучах, сортировка, упаковка.

Сушка также древний способ консервирования рыбы, при этом основным консервирующим фактором является обезвоживание. Вместе с тем, при сушке не просто происходит механическое удаление влаги, а улучшаются вкус, консистенция и внешний вид продукта, значительное уменьшение массы в результате сушки облегчает транспортировку и хранение.

К недостаткам сушки следует отнести то, что высушенные рыбные продукты часто нельзя использовать без предварительного обводнения, а это требует специальных условий. Кроме того, в процессе сушки вместе с водяными парами улетучиваются ароматические и вкусовые вещества, может протекать химическое взаимодействие составных частей сырья с кислородом воздуха. Интенсивность сушки возрастает пропорционально увеличению температуры, однако повышенная температура может вызвать нежелательные изменения в продукте (денатурацию белка и др.).

Сушеную рыбу изготавливают из свежей и соленой тощей рыбы. Сушка жирной рыбы сопровождается значительными физико-химическими изменениями жира, в результате которых продукт может оказаться непригодным в пищу.

Пищевые достоинства сухой рыбы определяются тем, в какой степени сохранились свойства свежей рыбы. Основным показателем качества сухой рыбы является степень набухания в воде, характеризующая обратимость процесса сушки. Для производства сушеной продукции используют треску, пикшу, сайду, минтая, судака, плотву, бычков, ершей речного и озерного, щуку.

В зависимости от температурного режима различают холодный и горячий способы сушки, а также сушку методом сублимации.

При *холодной* сушке рыбы вода удаляется в искусственных или естественных условиях при температуре воздуха не выше 40°C.

Холодную сушку применяют для получения стокфикса (пресно-сушеной тощей рыбы) и клипфикса (солено-сушеной тощей рыбы). Технологический процесс включает немедленное обескровливание рыбы сразу после вылова во избежание свертывания крови и потемнения мяса. Затем рыбу разделяют и моют.

Далее при получении стокфикса рыбу развешивают на вешалах и сушат, длительность сушки составляет от 6 до 12 недель.

Высушенную рыбу сортируют по качеству, складывают в кипы и прессуют. Мясо стокфиска в воде очень медленно набухает, по химическому составу набухший стокфиск близок к свежей рыбе.

В производстве клипфика вымытую рыбу солят сухим посолом, затем выдерживают в пресной воде для удаления избытка соли, складывают в штабеля для стекания. После этого рыбу навешивают на вешала и сушат. Продолжительность сушки – до 5 недель. Мясо клипфика хорошо впитывает влагу.

Горячим называют способ сушки, при котором удаление воды из рыбы осуществляется воздухом с температурой выше 100°C. Кроме испарения влаги, при этом происходит денатурация белка, разрушаются витамины и ферменты, часть влаги и жира из рыбы удаляется в виде бульона, происходит окисление жира. Достоинством горячей сушки является непродолжительность процесса.

В результате *сублимационной* сушки получается продукт с ничтожным остаточным содержанием влаги, при упаковке под вакуумом или инертным газом он может храниться без снижения качества длительное время. Поскольку сублимационная сушка происходит при низких температурах и без доступа воздуха, приостанавливаются биохимические и окислительные процессы и в значительной степени сохраняются первоначальные питательные свойства рыбы, ее цвет, вкус, запах, экстрактивные вещества и витамины. Сублимационная сушка требует значительных энергетических затрат и сложного оборудования и широкого распространения не получила.

Копчение – способ консервирования рыбы, при котором ткани пропитываются продуктами теплового разложения древесины. Смесь фенолов, альдегидов, спиртов, кислот придает рыбе специфические вкус и запах, золотисто-коричневую окраску, обладает антисептическим и некоторым антиоксидантным действием. При копчении рыба частично обезвоживается, изменяются структурно-механические свойства тканей.

Сырьем для производства копченой продукции являются осетровые (осетр, севрюга, белуга), лососевые (кета, горбуша, нерка), скумбрия, ставрида, кефаль, сельдевые (сельдь, килька, салака), чистиковые (вобла, лещ, тарань, сом), тресковые, палтус, камбала и др.

В зависимости от температуры тепловой обработки различают три вида копчения: холодное (при температуре не выше 40°C), горячее (температура 80–170°C) и полугорячее (до 80°C).

Рыба *холодного копчения* – довольно стойкий продукт со специфическим вкусом и запахом. Сырьем может быть свежая, мороженая и

соленая рыба, лучший продукт получается из рыбы жирной и средней жирности с содержанием соли 8–10%. Такая рыба не требует длительного отмачивания, при котором теряются экстрактивные вещества и ухудшается консистенция мяса.

Технологическая схема включает размораживание мороженой или отмачивание соленой рыбы, промывку, подготовку к копчению, копчение и охлаждение рыбы (рис. 76).

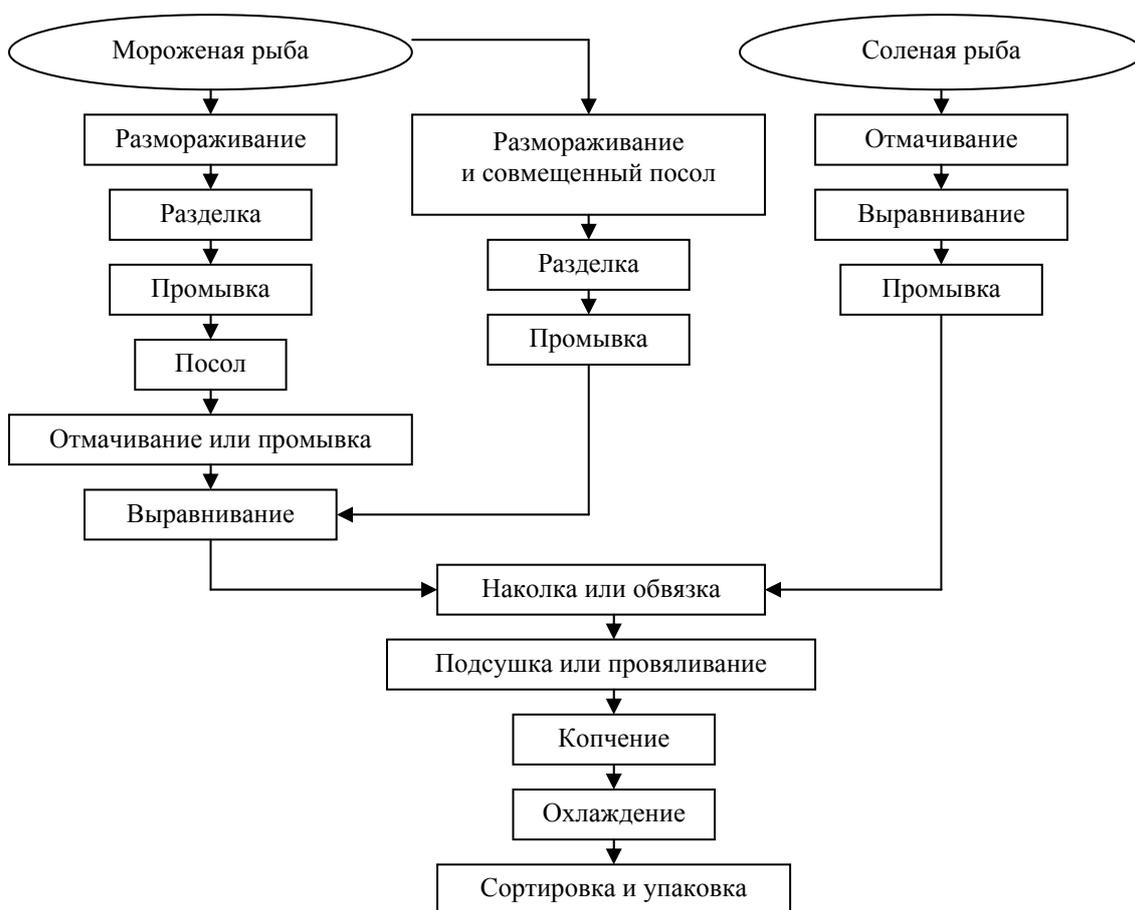


Рис. 76. Технологическая схема холодного копчения рыбы

В зависимости от вида и размера рыбы производится ее разделка: потрошение с зачисткой брюшной полости, потрошение с зачисткой черной пленки в брюшной полости и обезглавливание, потрошение с разделкой на кусок, филе и тешу, разделка на балычок. Мелкую рыбу, как правило, не разделяют и коптят целиком, чтобы жир внутренностей пропитал мясо и брюшко не пересушивалось.

Важной операцией при холодном копчении является отмачивание соленой рыбы. Из недостаточно отмоченного полуфабриката (соленостью 12% и более) получается слишком соленый продукт,

а при избыточном отмачивании возрастает вероятность порчи рыбы, поскольку влажная поверхность и набухшее мясо являются благоприятной средой для развития микроорганизмов.

Коптят рыбу в подвешенном состоянии и правильное нанизывание имеет важное значение для дальнейшей обработки. Рыбу нанизывают на прутки, крючки, шипы, бечевку, крупную рыбу обвязывают шпагатом и навешивают на рейки.

Перед копчением рыбу обязательно подсушивают в сушильных камерах с искусственной вентиляцией. Цель подсушивания – удаление излишней влаги и подготовка поверхности рыбы к осаждению дыма.

Продолжительность холодного копчения составляет от 40 до 120 ч в зависимости от густоты и влажности дыма, вида и размера рыбы, состояния ее поверхности, конструкции коптильной камеры. После окончания копчения рыбу охлаждают на вешалах при температуре 10–15°C и упаковывают в деревянные ящики, бочки, картонные коробки.

Рыба холодного копчения может быть первого и второго сортов. Рыба первого сорта должна иметь невлажную поверхность, целое плотное брюшко, должна быть правильно разделана, консистенция мяса – от сочной до плотной, вкус и запах – без порочащих признаков, содержание соли – 5–12%, влаги – 42–53%. У рыбы второго сорта допускается отмякшее брюшко и небольшие его разрывы, отклонения от правильной разделки, ослабевшая консистенция мяса, резкий запах копчености и легкий привкус ила, содержание соли – 5–14%, влаги – 42–53%.

Консервирующим фактором при *горячем копчении* являются дымовые газы с температурой 80–170°C, оказывающие стерилизующее действие. Подсаливание и подсушивание при этом особой роли не играют. Сырьем для горячего копчения является свежая и мороженая рыба, лучше жирная или средней жирности.

Технологическая схема производства рыбы горячего копчения приведена на рис. 77.

Подготовка рыбы к горячему копчению проводится практически так же, как и к холодному, с той лишь разницей, что при горячем копчении рыбу солят только для придания ей вкуса, содержание соли в копченой рыбе не должно превышать 3%.

Процесс горячего копчения подразделяется на три стадии: подсушивание, пропекание (проварка) и собственно копчение.

Подсушивают рыбу при температуре 65–80°C в течение 15–30 мин. В поверхностном слое мяса рыбы происходит свертывание белка, что уменьшает испарение влаги из внутренних слоев, увеличивает прочность рыбы и предотвращает ее падение с реек и прутков.

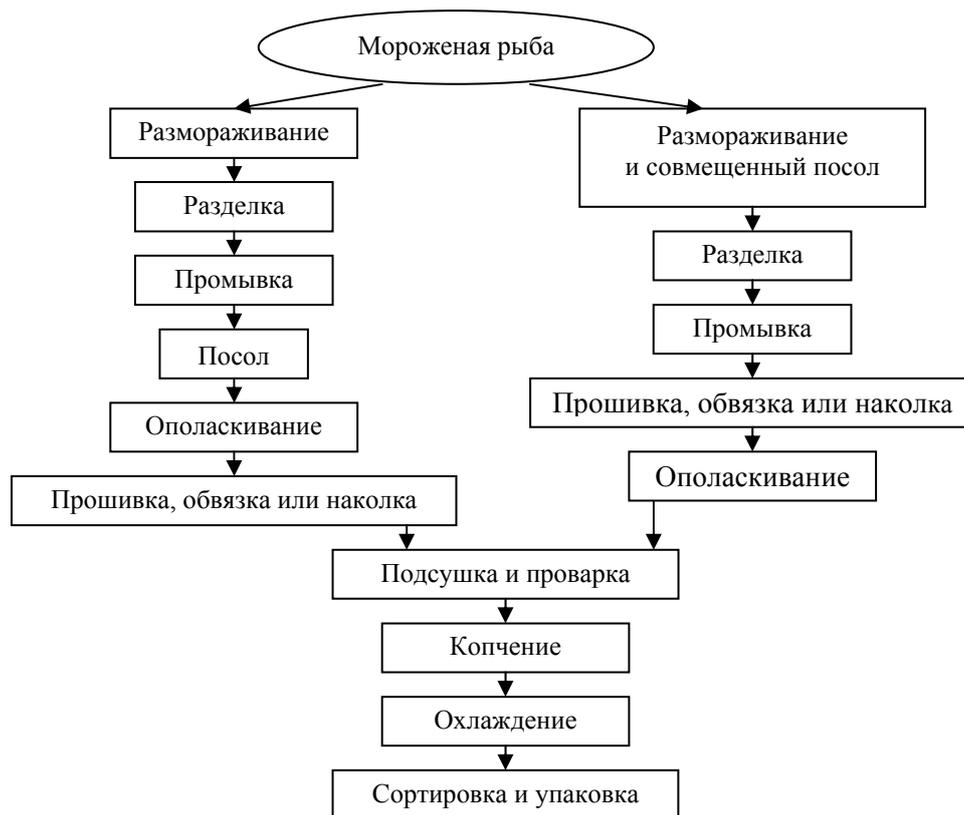


Рис. 77. Технологическая схема горячего копчения рыбы

Благодаря подсушиванию создаются необходимые условия для оседания дыма на поверхности рыбы.

Пропекают рыбу при температуре 110–140°C. Длительность пропекания в зависимости от величины рыбы, свойств ее мяса, относительной влажности и температуры воздуха составляет от 15 до 45 мин. Мясо рыбы сваривается и может свободно отделяться от костей.

Собственно копчение проводится при температуре 100–120°C и интенсивной подаче дыма в течение 30–90 мин. К моменту окончания копчения рыба приобретает хороший товарный вид, приятный запах и вкус копчености, температура внутри тела рыбы достигает 80–85°C. Во избежание дальнейшего проваривания мяса и удаления влаги после копчения рыбу немедленно охлаждают. При охлаждении она подсушивается, подкожный жир закрепляется, что уменьшает потери массы. После охлаждения и сортировки рыбу упаковывают.

Рыба горячего копчения должна быть равномерно прокопченной до полной готовности. Поверхность ее должна быть сухой, от светло-золотистого до коричневого цвета, консистенция мяса плотной, сочной или слегка крошащейся, вкус и запах без порочащих признаков, содержание соли – от 1,5 до 3,0%.

На *полугорячее копчение* направляют мороженую рыбу, а также полуфабрикат специального посола (соленостью 5%).

Сначала рыбу подсушивают при температуре 18–20°C в течение 1,5–2,0 ч, а затем коптят при температуре 80°C около 4 ч. За это время мясо рыбы проваривается, а поверхность ее приобретает золотистую окраску. После копчения рыбу охлаждают, сортируют и упаковывают.

Полученный продукт имеет уплотненную консистенцию, содержит не более 10% соли.

Кроме дыма, для копчения рыбы так же, как и для копчения мясных продуктов и колбасных изделий, применяют коптильные препараты. Возможно применение смешанного копчения, т. е. сочетание обработки рыбы коптильным препаратом и копчения.

Производство рыбных консервов

Ассортимент рыбных консервов. В зависимости от вида исходного сырья консервы делят на следующие группы: из рыбы, морских беспозвоночных, морских млекопитающих и водорослей. В каждую группу входит два типа консервов – из натурального сырья и подготовленного полуфабриката.

При изготовлении натуральных консервов сырец подвергается тепловой обработке только во время стерилизации, вкусовые и ароматические свойства продукта целиком зависят от природных свойств сырца.

При изготовлении консервов из полуфабрикатов сырье до или после укладки в банки подвергают различным способам тепловой обработки, а также добавляют вещества, изменяющие химический состав, вкус, цвет и аромат продукта (растительное масло, соль, жидкий дым и др.).

В зависимости от способов приготовления и назначения консервы подразделяют на следующие группы:

– натуральные консервы – ценные виды рыбы, ракообразных, морепродуктов, печень тресковых закладывают в банки без добавления других компонентов, герметично укупоривают и стерилизуют. Иногда добавляют специи, рыбный бульон, желирующие заливки (для предотвращения разваривания мяса при стерилизации);

– консервы в томатном соусе (закусочные) – рыбу предварительно подвергают термической обработке (обжариванию, бланшированию, подсушке), полуфабрикат укладывают в банки, заливают томатным соусом, укупоривают и стерилизуют;

– консервы в масле – рыбу также подвергают предварительной термической обработке, только вместо соуса для заливки используют растительное масло;

– паштеты и пасты – изготавливают из мяса рыбы или отходов, образующихся при производстве консервов, сырье измельчают до однородной массы с добавлением растительного масла, томата, лука, пряностей и др.;

– консервы рыбо-овощные изготавливают из рыбы с добавлением овощей (капусты, моркови, баклажанов, сладкого перца и др.), что позволяет улучшить качество мелкой рыбы, повысить пищевую ценность продукта;

– диетические консервы готовят без применения острых и пряных веществ, с добавлением комплекса витаминов, сливочного масла и других веществ, усиливающих профилактические и лечебные свойства консервов;

– консервы из нерыбных морепродуктов (морская капуста, мидии, кальмары, осьминоги, устрицы и др.).

Производство консервов. Для производства консервов используется свежая, охлажденная или мороженая рыба. Поверхность ее должна быть чистой, естественной окраски, без повреждений и кровоподтеков. У чешуйной рыбы чешуя должна плотно прилегать к коже, у бесчешуйных – кожа гладкая и блестящая. Жабры должны быть ярко-красными, без кислого или другого порочащего запаха и слизи, брюшко невздутым, консистенция мышечной ткани упругой, плотной. Из длительно хранившегося мороженого сырья нельзя получить продукцию высокого качества.

Кроме основного сырья в рыбоконсервном производстве используются различные пищевые и вкусовые добавки: томатная паста, томатное пюре, растительное масло, пшеничная мука, сахарный песок, пряности, поваренная соль, уксусная кислота, лук и некоторые другие овощи.

Для изготовления консервов используют жестяные, алюминиевые или стеклянные банки.

Общая технологическая схема производства рыбных консервов приведена на рис. 78.

Дефекты рыбных консервов. Дефекты консервов могут быть внешние и внутренние.

К внешним дефектам относят ржавчину, деформирование банки, птички (вспучивание крышки на отдельном участке в виде формы тела летящей птицы вследствие неправильно проведенной стерилизации или использования крышек из нестандартной жести), заусеницы, бомбаж.

Бомбаж может быть физическим, химическим и бактериальным. Физический бомбаж возникает в процессе стерилизации, недостаточного вакуумирования, переполнения банок, он не сопровождается порчей продукта. Причиной химического бомбажа является накопление в банках водорода в результате взаимодействия кислот и металла. Пригодность таких консервов в пищу зависит от содержания в них олова, которого не должно быть более 200 мг на 1 кг содержимого банки. Бактериальный бомбаж возникает вследствие деятельности газообразующих бактерий, такие консервы нельзя использовать в пищу.

К внутренним дефектам относят разваренность, недостаточное наполнение банок, нестандартное соотношение плотной и жидкой частей, повышенное содержание солей тяжелых металлов, наличие патогенных микроорганизмов, сползание кожицы. Кроме того, возможны такие дефекты, как толокнянность (жесткая рассыпчатая консистенция мяса, возникающая в результате денатурации белков при длительном хранении консервов) и творожистый осадок (при использовании несвежего или замороженного сырья во время стерилизации извлекается много водорастворимых белков, которые коагулируют в виде беловато-желтых хлопьев).

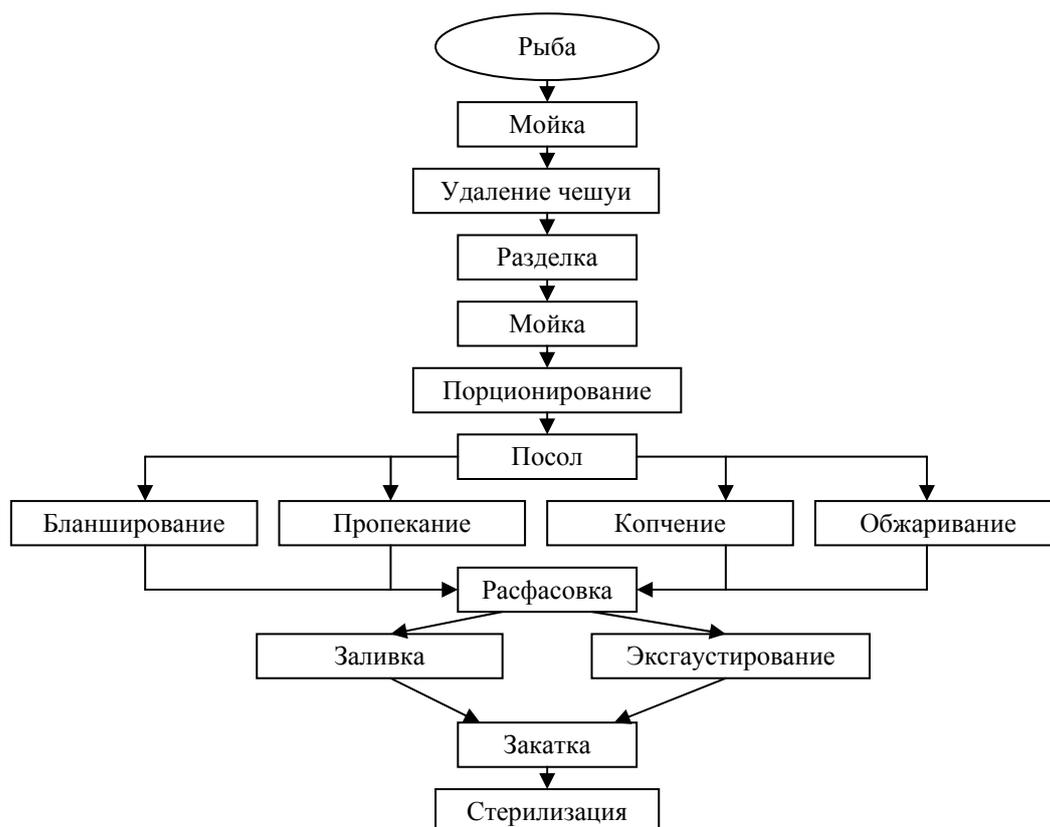


Рис. 78. Технологическая схема производства консервов

Производство пресервов

Под *рыбными пресервами* понимают продукт, прошедший соответствующую стадию обработки солью с добавлением сахара и пряностей и выдержанный для созревания. Для приготовления пресервов используют свежую или слабосоленую рыбу (не более 10% соли), в основном сельдевых и анчоусовых видов.

В отличие от стерилизованных консервов рыбные пресервы, расфасованные в герметичную тару, не подвергаются тепловой обработке, т. е. являются нестерильными и сравнительно малостойкими продуктами, хранить которые нужно при температурах, близких к 0°C. С целью повышения стойкости пресервов применяют консерванты (в основном бензоат натрия).

В зависимости от предварительной разделки рыбы и обработки пресервы подразделяются на три группы:

– пресервы из неразделанной рыбы (сельдь, скумбрия, ставрида, сайра, салака, килька, хамса и др.)пряного или сладкого посола с применением соли, сахара, пряностей;

– пресервы из разделанной рыбы (сельдь, скумбрия, ставрида, реже сайра, салака) в виде филе, тушек, филе-кусков, рулетов, кусков с применением различных специй, ягод, фруктов, овощей и разнообразных заливок, соусов, растительного масла и маринадов;

– пресервы из обжаренной или отварной рыбы в виде кусков, тефтелей или котлет, залитых различными соусами (в основном томатным).

Использование отходов рыбного производства для получения кормовых и технических продуктов

Непищевые отходы рыбного производства и малоценную в пищевом отношении рыбу (минтай, мойва, бычок и др.) используют для производства рыбной муки. Рыбная мука богата белком, минеральными веществами, витаминами, имеет высокую кормовую ценность. Производство кормовой муки заключается в измельчении сырья, его разваривании и сушке. В настоящее время это производство быстро развивается почти во всех странах.

Меньших капитальных и эксплуатационных затрат по сравнению с производством рыбной муки требует получение таких продуктов, как кормовой фарш и рыбный силос. Предназначенное для изготовления фарша сырье равномерно измельчают до получения однородной

массы, консервируют тиосульфатом натрия, муравьиной кислотой или солью и упаковывают. В основе технологии получения рыбного силоса лежит автопротеолиз рыбного сырья при повышенной температуре с последующим консервированием полученной массы.

В результате ферментативного разрушения рыбного белка получают кормовые гидролизаты, представляющие собой смеси аминокислот и полипептидов.

Из рыбы и морских млекопитающих получают жир, который в зависимости от качества подразделяют на медицинский, пищевой, ветеринарный и технический. Получение жира включает стадии измельчения сырья (механического, термического, путем замораживания) с последующим выделением жира на сепараторах и центрифугах. Из жира, полученного из печени, выделяют в виде концентрата витамин А.

Для производства рыбного клея используют чешую, плавательный пузырь, кости, особенно крупные, содержащие коллаген, который при тепловой обработке переходит в глютин. Производят жидкий клей или сухой плиточный и порошкообразный.

ацетат кальция, а полигалактуриновая кислота образует пектат кальция – труднофильтрующийся слизистый осадок.

И предварительная, и основная дефекации проходят в вертикальном цилиндрическом аппарате с мешалкой, сок и известковое молоко поступают в аппарат снизу, а дефекованный сок отводится сверху.

Сатурация. Сразу же после основной дефекации сок вместе с осадком поступает в сатуратор. В дефекованном соке 90% извести находится в виде осадка и 10% – в растворенном состоянии. Сатурация заключается в пропускании через сок сатурационного газа, содержащего 30–34% диоксида углерода, избыточная известь при этом выпадает в осадок в виде карбоната кальция. На поверхности частиц осадка сорбируются различные примеси. Чем больше образуется осадка и чем меньше его частицы, тем полнее проходит очистка сока.

Сатурацию проводят в две стадии. На первой стадии (I сатурация) температура сока 80–85°C. Вторая стадия необходима для окончательного удаления извести и растворимых солей кальция с целью предупреждения образования накипи в выпарных аппаратах. Вторую стадию (II сатурацию) проводят при температуре 93–97°C, что позволяет разложить бикарбонат кальция, имеющий высокую растворимость.

Сатуратор представляет собой цилиндрическую емкость с коническим днищем. Сатурационный газ подается снизу и с помощью решетчатых перегородок равномерно распределяется по сечению аппарата. Навстречу газу стекает дефекованный сок. Чем выше скорость сатурации, тем мельче частицы образующегося осадка и выше их адсорбционная способность. Отсатурированный сок отводится из нижней конической части. После I сатурации он делится на два потока: один подается на предварительную дефекацию, второй – на фильтрование, после II сатурации весь сок направляется на фильтрование.

Фильтрование. Целесообразно перед фильтрованием подогреть сок до температуры 85–88°C, при этом его вязкость снижается и фильтрование ускоряется.

Сок после I сатурации содержит 4–5% твердых частиц. Его фильтрование проводят в две стадии: грубое и тонкое (контрольное) фильтрование. Используют различные фильтры – дисковые, фильтр-прессы, патронные фильтры – и разные фильтрующие материалы (ткань, керамика, металлические сита). Важное значение в процессе фильтрования имеет слой осадка на фильтрующем материале, между частицами осадка образуются тонкие извилистые ходы, через которые проходит жидкость. Если осадок слишком

ДДДДДДД

тесто нагревается, его пластичность увеличивается. Для предотвращения его перегрева (более 55°C) и заваривания в рубашку шнековой камеры подается охлаждающая вода.

Наиболее важной частью прессы являются матрицы. Материал для изготовления матриц должен быть прочным, выдерживать большие нагрузки, быть стойким к коррозии. Наиболее для этой цели подходят латунь и бронза, можно использовать нержавеющей сталь. Матрицы бывают круглые (дисковые) и прямоугольные. При помощи круглых матриц формуют все виды длинных и короткорезанных изделий, прямоугольные матрицы используют для формования длинных макаронных изделий, вырабатываемых на автоматизированных линиях с подвесной сушкой изделий.

Форма изделий зависит от конфигурации формующих отверстий (каналов) матрицы. Различают два основных типа конструкции отверстий: с вкладышами, которые удерживаются двумя или тремя заплечиками, – для формования трубчатых изделий и некоторых сложных по форме фигурных изделий; без вкладышей – для формования всех видов изделий, кроме трубчатых.

Диаметр сырых изделий определяется диаметром формующих отверстий. При этом чем меньше диаметр отверстия, тем большее сопротивление прохождению теста оно оказывает и тем меньше будет скорость выпрессовывания. В связи с этим высота формующей щели должна быть как можно меньше, но достаточной для того, чтобы выпрессовываемая тестовая трубка или лента успела «зафиксировать» внешний диаметр и обеспечить склеивание продольных швов, образуемых заплечиками в случае отверстий с вкладышами. Практически высота формующих отверстий без вкладышей составляет 1,5–2 мм, с вкладышами – около 3 мм. Однако поскольку полного рассасывания внутренних напряжений в тесте при прохождении канала матрицы не происходит, диаметр сырых изделий при выходе из формующей щели за счет упругого последствия увеличивается примерно на 10% по сравнению с диаметром щели.

При использовании металлических матриц поверхность изделий получается шероховатой, потому что тесто прилипает к поверхности матрицы. Наиболее сильно тесто прилипает к матрицам, изготовленным из нержавеющей стали, меньше – к матрицам из латуни, еще меньше – к матрицам из бронзы. Применение матриц с тефлоновыми вставками позволяет получать изделия с гладкой поверхностью.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ НА ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

- ГОСТ 21–94. Сахар-песок. Технические условия.
- ГОСТ 22–94. Сахар-рафинад. Технические условия.
- ГОСТ 7699–78. Крахмал картофельный. Общие технические условия.
- ГОСТ 5194–91. Патока крахмальная. Технические условия.
- ГОСТ 5060–86. Ячмень пивоваренный. Технические условия.
- ГОСТ 29294–92. Солод пивоваренный ячменный. Технические условия.
- ГОСТ 21946–76. Хмель-сырец. Технические условия.
- ГОСТ 21947–76. Хмель прессованный. Технические условия.
- СТБ 396–05. Пиво. Общие технические условия.
- ГОСТ 7208–93. Вина виноградные и виноматериалы виноградные обработанные. Общие технические условия.
- СТБ 1529–05. Вина игристые. Общие технические условия.
- ГОСТ 12134–87. Вина игристые для экспорта. Технические условия.
- ГОСТ 13918–88. Советское шампанское. Технические условия.
- СТБ 950–94. Вина плодовые. Общие технические условия.
- СТБ 1334–03. Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия.
- СТБ 978–03. Водки белорусские. Общие технические условия.
- ГОСТ 27907–88. Водка для экспорта. Общие технические условия.
- ГОСТ 7190–93. Изделия ликеро-водочные. Общие технические условия.
- ГОСТ 27906–88. Изделия ликеро-водочные для экспорта. Общие технические условия.
- ГОСТ 13741–91. Коньяки. Общие технические условия.
- СТБ 1386–03. Коньяки. Национальные сорта. Общие технические условия.
- ГОСТ 12494–77. Коньяки (бренди), поставляемые для экспорта. Технические условия.
- ГОСТ 6534–89. Шоколад. Общие технические условия.
- ГОСТ 4570–93. Конфеты. Общие технические условия.
- ГОСТ 6477–88. Карамель. Общие технические условия.
- ГОСТ 6502–94. Халва. Общие технические условия.
- ГОСТ 6478–89. Ирис. Общие технические условия.
- ГОСТ 14032–68. Галеты. Технические условия.
- ГОСТ 14033–96. Крекер (сухое печенье). Общие технические условия.
- ГОСТ 171–81. Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия.

ГОСТ 28483–90. Дрожжи хлебопекарные сушеные. Технические условия.

СТБ 1666–2006. Мука пшеничная. Технические условия.

ГОСТ 7045–90. Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия.

ГОСТ 12183–66. Мука ржано-пшеничная и пшенично-ржаная обойная хлебопекарная. Технические условия.

ГОСТ 26574–85. Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия.

ГОСТ 27842–88. Хлеб из пшеничной муки. Технические условия.

СТБ 639–95. Хлеба белорусские Общие технические условия.

СТБ 1009–96. Хлеб из пшеничной муки. Общие технические условия.

ГОСТ 2077–84. Хлеб ржаной, ржано-пшеничный и пшенично-ржаной. Технические условия.

ГОСТ 12306–66. Мука из мягкой стекловидной пшеницы для макаронных изделий. Технические условия.

ГОСТ 12307–66. Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий. Технические условия.

ГОСТ 875–92. Изделия макаронные. Общие технические условия.

ГОСТ 1129–93. Масло подсолнечное. Технические условия.

СТБ 1486–04. Масло рапсовое. Технические условия.

ГОСТ 240–85. Маргарин. Общие технические условия.

ГОСТ 30004.1–93. Майонезы. Общие технические условия.

СТБ 1598–06. Молоко коровье. Требования при закупках.

ГОСТ 13277–79. Молоко коровье пастеризованное. Технические условия.

ГОСТ 4495–87. Молоко цельное сухое. Технические условия.

ГОСТ 37–91. Масло коровье Технические условия.

СТБ 1373–03. Сыры сычужные твердые. Технические условия.

ГОСТ 7616–85. Сыры сычужные твердые. Технические условия.

СТБ 736–93. Сыры плавленые. Общие технические условия.

СТБ 1467–04. Мороженое. Общие технические условия.

СТБ 126–04. Изделия колбасные вареные. Общие технические условия.

СТБ 196–98. Колбасы полукопченые. Общие технические условия.

СТБ 295–93. Колбасы сырокопченые и сыровяленые. Общие технические условия.

ГОСТ 16131–86. Колбасы сырокопченые. Технические условия.

ГОСТ 814–96. Рыба охлажденная. Технические условия.

ГОСТ 1168–86. Рыба мороженая. Технические условия.

ГОСТ 7448–96. Рыба соленая. Технические условия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства / Л. Я. Ауэрман. – 9-е изд., перераб и доп. – СПб.: Профессия, 2003. – 414 с.
2. Матвеева, И. В. Биотехнологические основы приготовления хлеба / И. В. Матвеева, И. Г. Белявская. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 149 с.
3. Медведев, Г. М. Технология макаронного производства / Г. М. Медведев. – 2-е изд., стереотип. – М.: КолосС, 1999. – 270 с.
4. Твердохлеб, Г. В. Технология молока и молочных продуктов / Г. В. Твердохлеб, Г. Ю. Сажин, Р. И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 560 с.
5. Технология молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь [и др.]. – М.: КолосС, 2004. – 455 с.
6. Бредихин, С. А. Технология и техника переработки молока / С. А. Бредихин, Ю. В. Космодемьянский, В. Н. Юрин. – М.: КолосС, 2003. – 398 с.
7. Горбатова, К. К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 351 с.
8. Самойлов, В. А. Справочник технолога молочного производства / В. А. Самойлов, П. Г. Нестеренко, О. Ю. Толмачев; под ред. А. Г. Храмова. – СПб.: ГИОРД, 2004. – Т. 7: Оборудование молочных предприятий: справ.-каталог. – 832 с.
9. Вышемирский, Ф. А. Масло из коровьего молока и комбинированное / Ф. А. Вышемирский. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 717 с.
10. Тамим, А. Й. Йогурт и другие кисломолочные продукты: пер. с англ. / А. Й. Тамим, Р. К. Робинсон; под. ред. Н. А. Забодаловой. – СПб.: Профессия, 2003. – 663 с.
11. Степаненко, П. П. Микробиология молока и молочных продуктов / П. П. Степаненко. – 3-е изд., испр. – М., 2003. – 413 с.
12. Соколова, З. С. Технология сыра и продуктов переработки сыворотки / З. С. Соколова, Л. И. Лакомова, В. Г. Тиняков. – М.: Агропромиздат, 1992. – 334 с.
13. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н. Н. Трегубов [и др.]. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 472 с.
14. Технологии пищевых производств / А. П. Нечаев [и др.]; под ред. А. П. Нечаева. – М.: КолосС, 2005. – 768 с.

15. Технология переработки рыбы и морепродуктов / Г. И. Касьянов [и др.]. – Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. – 414 с.
16. Мезенова, О. Я. Производство копченых пищевых продуктов / О. Я. Мезенова, И. Н. Ким, С. А. Бредихин. – М.: КолосС, 2001. – 208 с.
17. Фараджева, Е. Д. Общая технология бродильных производств / Е. Д. Фараджева, В. А. Федоров. – М.: КолосС, 2002. – 408 с.
18. Технология спирта / В. Л. Яровенко [и др.]; под ред. В. Л. Яровенко. – М.: КолосС, 1999. – 464 с.
19. Голубев, В. Н. Пищевые и биологически активные добавки / В. Н. Голубев, Л. В. Чичева-Филатова, Т. В. Шленская. – М.: Академия, 2003. – 208 с.
20. Драгилев, А. И. Производство конфет и ириса / А. И. Драгилев. – М.: Московские учебники, 2003. – 386 с.
21. Основы кондитерского производства / И. В. Герасимова [и др.]. – М.: КолосС, 1996. – 270 с.
22. Драгилев, А. И. Технология кондитерских изделий / А. И. Драгилев, И. С. Лурье. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 484 с.
23. Драгилев, А. И. Производство мучных кондитерских изделий / А. И. Драгилев, Я. М. Сезаноев. – М.: ДеЛи принт, 2000. – 448 с.
24. Гигиенические требования к качеству и безопасности пищевых добавок и их применению: СанПиН 13-10 РБ 2002. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2003. – 147 с.
25. Сборник санитарных правил и норм по питьевому водоснабжению. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск, 2003. – 208 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ИХ РОЛЬ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА	5
Белки	5
Липиды	7
Углеводы	10
Витамины	12
Вода и минеральные вещества	16
Пищевые и биологически активные добавки	21
2. ОСНОВЫ БИОХИМИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ	23
Ферментативный гидролиз крахмала	23
Спиртовое брожение	25
Молочнокислое брожение	27
Пропионовокислое брожение	31
Маслянокислое брожение	32
3. ТЕХНОЛОГИЯ САХАРА	33
Характеристика сырья	33
Хранение сахарной свеклы и подготовка ее к производству	34
Технологическая схема получения сахара	35
Использование отходов свеклосахарного производства	42
4. ТЕХНОЛОГИЯ КРАХМАЛА И КРАХМАЛОПРОДУКТОВ	43
Характеристика сырья	43
Хранение картофеля и подготовка его к производству	44
Технологическая схема получения крахмала	44
Получение модифицированных крахмалов	47
Получение крахмальной патоки	49
Получение глюкозы	52
Получение глюкозо-фруктозных сиропов	54
Получение декстрина	55
5. ТЕХНОЛОГИЯ СОЛОДА	56
Технология пивоваренного солода	57
Особенности получения других видов солода	62
6. ТЕХНОЛОГИЯ ПИВА	64
Характеристика сырья	65
Технологическая схема производства пива	67
Качественные показатели пива	77

Получение безалкогольного пива	78
Использование отходов пивоваренного производства	79
7. ТЕХНОЛОГИЯ ВИНОГРАДНЫХ ВИН	80
Классификация виноградных вин	80
Характеристика сырья	82
Технология виноделия	83
Особенности производства столовых вин	86
Особенности производства крепленых вин	88
Технология ароматизированных вин	90
Технология вин, насыщенных диоксидом углерода	91
Болезни, пороки и недостатки вин	102
Использование побочных продуктов и отходов виноделия	103
8. ТЕХНОЛОГИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ ВИН	104
Характеристика сырья	104
Технологическая схема получения плодово-ягодных вин	105
9. ТЕХНОЛОГИЯ ЭТАНОЛА	109
Технология получения этанола	109
Технология получения этанола из крахмалсодержащего сырья	110
Качественные показатели спирта-сырца и спирта-ректификата	116
Использование отходов производства	116
10. ТЕХНОЛОГИЯ КРЕПКИХ АЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ	118
Технология водки	118
Технология ликеро-наливочных изделий	122
Оценка качества водки и ликеро-наливочных изделий	125
Технология коньяка	125
Технология рома	129
Технология виски	131
Производство сакэ	132
Производство текилы	133
11. ТЕХНОЛОГИЯ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ	135
Характеристика сырья	136
Технология шоколада	137
Получение какао-порошка	142
Технология конфет	143
Технология карамели	148
Технология драже	154
Технология халвы	157
Технология мармелада и пастилы	158

Получение восточных сладостей	164
Технология мучных кондитерских изделий	165
12. ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ	173
13. ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБА И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	178
Характеристика зерномучного сырья	178
Технологическая схема производства хлеба	187
Подготовка сырья	187
Приготовление теста	189
Разделка теста	195
Выпечка хлеба	197
Охлаждение и хранение хлеба	198
Ассортимент, пищевая ценность и показатели качества хлебобулочных изделий	200
14. ТЕХНОЛОГИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ	202
Характеристика сырья	202
Приготовление теста	206
Формование макаронных изделий	208
Разделка сырых макаронных изделий	210
Сушка макаронных изделий	211
Охлаждение и упаковка	215
Качество макаронных изделий	215
15. ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ	217
Состав и пищевая ценность плодов и овощей	218
Подготовка сырья к консервированию	220
Подготовка тары	221
Способы консервирования плодов и овощей	222
Брак консервов в герметичной таре	225
16. ТЕХНОЛОГИЯ РАСИТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ЖИРОВ	227
Характеристика масличного сырья	227
Состав и пищевая ценность растительных масел	228
Технология растительных масел	230
Рафинация масла	233
Гидрирование и переэтерификация масел и жиров	236
Получение маргарина и майонеза	238
17. ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ	240
Пищевая ценность и химический состав молока	240
Первичная, механическая и тепловая обработка молока	253
Технология пастеризованных и стерилизованных мо- лока и сливок	261

Технология пастеризованных молока и сливок	261
Технология стерилизованных молока и сливок	263
Производственно полезные микроорганизмы и возбу- дители порчи молочных продуктов	266
Производственно полезные микроорганизмы.....	266
Возбудители порчи молочных продуктов	271
Технология заквасок	273
Подбор культур микроорганизмов для заквасок.....	273
Приготовление заквасок	274
Биохимические и физико-химические процессы, протекающие при сквашивании молока, созревании и хранении молочных продуктов	276
Сбраживание лактозы	276
Распад молочных белков	277
Гидролиз и окисление липидов.....	279
Технология кисломолочных напитков	280
Особенности получения разных кисломолочных напитков	282
Технология сметаны	286
Традиционный способ получения сметаны.....	288
Способ производства сметаны с предварительной обра- боткой сливок.....	291
Технология творога	292
Традиционный способ получения творога	293
Раздельный способ получения творога.....	296
Получение зерненого творога со сливками	297
Творожные изделия	298
Технология сыра	298
Характеристика и классификация сыров	298
Сыропригодность молока	299
Технология сычужных сыров.....	300
Пороки сыра	312
Маркировка, фасовка, хранение.....	314
Особенности производства отдельных видов сыров.....	314
Технология сливочного масла	318
Требования к сырью.....	320
Производство масла способом сбивания сливок	322
Производство масла способом преобразования высоко- жирных сливок.....	328
Пороки масла	330
Технология мороженого	331

Характеристика сырья.....	332
Технологическая схема получения мороженого.....	333
Пороки мороженого.....	337
Технология молочных консервов	338
Требования к сырью.....	339
Подготовка молока.....	339
Сгущенные стерилизованные молочные консервы.....	341
Сгущенные молочные консервы с сахаром.....	343
Сухие молочные продукты.....	344
Стойкость продуктов консервирования молока.....	345
Переработка обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки	346
18. ТЕХНОЛОГИЯ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ	349
Состав и пищевая ценность мяса.....	349
Состав и пищевая ценность субпродуктов.....	356
Состав и свойства крови.....	358
Эндокринно-ферментное и специальное сырье.....	359
Холодильная обработка и хранение мяса и мясопродуктов.....	361
Производство колбасных изделий.....	366
Технология колбасных изделий.....	368
Продукты из свинины, говядины и других видов мяса.....	382
Производство мясных баночных консервов.....	388
19. ТЕХНОЛОГИЯ РЫБЫ И РЫБОПРОДУКТОВ	390
Характеристика сырья.....	390
Хранение рыбы.....	396
Посол и маринование рыбы.....	399
Вяление, сушка и копчение рыбы.....	403
Производство рыбных консервов.....	409
Производство пресервов.....	412
Использование отходов рыбного производства для получения кормовых и технических продуктов.....	412
ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ НА ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	414
ЛИТЕРАТУРА	416

Учебное издание

Маркевич Раиса Михайловна

**ОСНОВНЫЕ
ПИЩЕВЫЕ ПРОИЗВОДСТВА**

Учебное пособие

Редактор *Л. Г. Кишко*

Компьютерная верстка *Д. С. Семижен*

Подписано в печать 12.09.08. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 24,6. Уч.-изд. л. 25,4.
Тираж 150 экз. Заказ .

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006. Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0133255 от 30.04.2004.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006. Минск, Свердлова, 13.
ЛП № 02330/0056739 от 22.01.2004.

Переплетно-брошюровачные процессы
произведены в ОАО «Полиграфкомбинат им. Я. Коласа».
220600. Минск, Красная, 23. Заказ .