

ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ. ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ ВЕЩЕСТВ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НАПИТКОВ

(2 часа)

План:

1. Значение дисциплины на предприятиях по производству напитков.
2. Характеристики и свойства основных веществ сырья для производства соков, квасов, газированных напитков
3. Характеристики и свойства основных веществ сырья для производства солода, пива.
4. Характеристики и свойства основных веществ сырья для производства вин, коньяков
5. Характеристики и свойства основных веществ сырья для производства спирта.

1. Значение дисциплины на предприятиях по производству напитков.

В результате изучения дисциплины «Биохимические и физико-химические основы совершенствования технологии напитков» выпускник будет знать характеристики, свойства основных веществ сырья для производства напитков, их биохимические изменения в процессе производства продукции, физико-химические и биохимические процессы, происходящие на различных стадиях производства спирта, солода, пива, вина, ликероводочных изделий, безалкогольных напитков, а также влияние технологических режимов, способов и параметров их производства на скорость протекания и направленность технологических процессов и качество готовой продукции.

2. Характеристики и свойства основных веществ сырья для производства соков, квасов, газированных напитков

Для получения полуфабрикатов могут быть использованы практически все виды растительного сырья, съедобных плодов, ягод, существующих в природе.

В зависимости от строения, состава и технологических особенностей переработки плодово-ягодного сырья его условно делят на группы:

- семечковые;
- косточковые;
- ягоды;
- орехи;
- субтропические плоды;
- тропические плоды.

Химический состав плодов и ягод разнообразен, зависит от вида, сорта, условий произрастания.

В свежих плодах и ягодах содержится от 70 до 90 % воды. Основной компонент сухих веществ — *сахара*. Их содержание от 2 до 15 %.

В семечковых плодах преобладают фруктоза и сахароза, в косточковых и цитрусовых — сахароза и глюкоза. В ягодах глюкозы и фруктозы примерно поровну, сахарозы почти нет.

Органические кислоты наряду с сахарами определяют вкус плодов. Общее количество органических кислот (в пересчете на преобладающую кислоту) от 0,2 % (груши) до 6 % (лимоны).

Яблочная кислота преобладает в семечковых и большинстве косточковых плодов, в ягодах и цитрусовых — лимонная кислота, в винограде — D-винная. Терпкость многих плодов создается хинной кислотой. Некоторые органические кислоты даже в небольших концентрациях придают плодам и ягодам специфические свойства. Например, салициловая кислота в малине, землянике определяет потогонные свойства этих ягод, бензойная кислота в клюкве, бруснике, обладая бактерицидными свойствами, препятствует их порче и забраживанию.

Азотистые соединения имеют второстепенное значение, так как присутствуют в плодах и ягодах в незначительных концентрациях: от 0,2 до 1 %. Они представлены белками, аминокислотами, пептидами. Особое место занимают ферменты, из которых наиболее важны гидролитические и окислительно-восстановительные. В свежем плодово-ягодном сырье присутствуют пектолитические ферменты, благодаря действию которых плоды и ягоды размягчаются при созревании. Полифенолоксидазы окисляют полифенольные вещества, с этим связано потемнение сырья после его измельчения.

Полифенольные соединения играют большую роль в производстве плодово-ягодных напитков. Они участвуют в технологических процессах, влияют на стойкость и вкусовые характеристики продукта. Полифенольные вещества также придают окраску плодам и ягодам. Именно они формируют все оттенки синего и красного цвета. Известно более 1000 природных фенольных соединений, большая часть которых присутствует в плодово-ягодном сырье. Для целого ряда полифенольных веществ, содержащихся в плодах и ягодах, характерна Р-витаминная активность, их называют биофлаваноидами. Считается, что наибольшей Р-витаминной активностью обладают катехины, флавоны, лейкоантоцианы, флавонолы (рутин). Антоцианы, рутин обладают антиоксидантными свойствами.

Полимерные полифенольные вещества, иначе называемые дубильными — высокомолекулярные соединения, обладающие вяжущим вкусом.

По содержанию Р-витаминных веществ рябину можно поставить на одно из первых мест. В отдельных сортах рябины, например в рябине Невежинской, содержание полифенолов достигает 2700мг/100г. Рябина черноплодная (арония) является промышленным источником получения препаратов витамина Р. В северных районах произрастания в аронии накапливается до 4200мг/100г Р-активных веществ. При нарушении целостности плодов сок аронии быстро темнеет, в нем образуется бурый осадок, что связано с конденсацией катехинов во флобафены под действием

полифенолоксидазы. Поэтому продукты переработки аронии, в которых полифенолоксидаза инактивируется при термической обработке, сохраняют витамин Р практически полностью.

Черная смородина имеет большую ценность как Р-витаминное сырье благодаря сочетанию высокого уровня аскорбиновой кислоты и Р-витаминных веществ. Общее содержание Р-активных веществ 800...1200мг/100г, до 500...700мг/100г — катехинов и антоцианов.

Пигменты — другая группа красящих веществ плодов и ягод, кроме полифенолов. Наиболее важное значение имеют каротиноиды. Они представлены в основном β-каротином и другими желто-оранжевыми пигментами (каротиноидами) — α-, γ-каротином, ликопином, ксантофиллом, криптоксантином и другими соединениями, обладающими А-витаминной активностью. Они присутствуют во всех желто-оранжевых плодах и ягодах.

К числу плодов и ягод, богатых каротиноидами, можно отнести шиповник, боярышник, рябину, облепиху.

В зависимости от вида и района произрастания колеблется как качественный состав, так и количество каротиноидов.

Рябина дикорастущая содержит каротиноидов 6...15мг/100г, культурные сорта в меньших концентрациях — в среднем 3...6 мг/100 г. Каротиноиды рябины обыкновенной на 50...75 % состоят из β-каротина, кроме того, присутствуют α-каротин, криптоксантин и др.

Каротиноиды облепихи изучены более подробно, чем в других плодах. В алтайских сортах облепихи содержание каротина до 10,9 мг/100 г, в литовских — до 13 мг/100 г, в облепихе Кавказского региона он практически отсутствует. Общее содержание каротиноидов в облепихе может достигать 40 мг/100 г, а каротина — 10... 12 мг/100 г.

Витамины плодов и ягод являются одной из групп биологически активных веществ. В плодах и ягодах присутствуют каротиноиды, витамин С, витамин Р (биофлаваноиды).

Особый интерес представляет аскорбиновая кислота (витамин С), которая имеет важное физиологическое значение как для животных организмов, так и для самих растений.

К наиболее богатым источникам аскорбиновой кислоты относятся шиповник, облепиха, черная смородина, в них содержание витамина С достигает 200...300 мг/100 г.

Минеральные вещества входят в состав многих ферментов, гормонов и обуславливают их активность. В плодах и ягодах минеральные вещества находятся в легкодоступной форме. Кроме того, в плодах и ягодах присутствуют некоторые элементы, редко встречающиеся в других продуктах.

Общее количество минеральных веществ (зола) колеблется в зависимости от районов произрастания, почвенного состава 0,5...3 % (на абсолютно сухое вещество), больше всего калия (200...460 мг/100 г), натрия, фосфора.

Из микроэлементов в золе плодов и ягод обнаружены: никель, кобальт, молибден, барий, титан, ванадий, цирконий, хром, медь, марганец и др.

Ароматические вещества появляются в основном после созревания плодов. Они являются сложными смесями различных веществ, присутствуют в небольших концентрациях. К ним относятся углеводороды (терпены), альдегиды, спирты, эфиры, кетоны и др. Особенно много их содержится в цедре citrusовых плодов в виде эфирных масел.

Полисахариды входят в состав клеточных стенок плодов и ягод и формируют их структуру, обуславливают жесткость и прочность растительных клеток.

В состав плодов и ягод входят крахмал, гемицеллюлозы, целлюлоза, пектиновые вещества. Крахмал присутствует в заметных количествах в семечковых плодах, например, в яблоках до 1 %.

Важную роль в характеристике пищевой ценности и в технологии играют пектиновые вещества, в среднем их количество составляет от 0,3 до 3%.

Основное отличительное свойство растительной клетки — наличие жестких клеточных стенок.

Вторая отличительная особенность — наличие каналцев, связывающих клетки между собой таким образом, что растение становится единой целостной системой.

Третья особенность растительных клеток — наличие внутри клетки крупных вакуолей, содержащих клеточный сок, которые занимают большую часть объема клетки: от 50 до 95 %.

Вакуоли заполняют внутриклеточное пространство и прижимают цитоплазму к клеточной стенке, благодаря чему улучшается обмен веществ со средой. Кроме того, они содержат основную часть растворимых веществ.

Для выхода сока необходимо разрушить клетки. На практике это достигается дроблением сырья. При этом разрушается часть клеток, но поскольку они связаны друг с другом, постепенно отмирают и другие клетки, увеличивается проницаемость цитоплазматических мембран, облегчается отделение сока.

Чем больше разрушено цитоплазматических мембран, тем больше будет выход сока.

Для увеличения проницаемости клеточных стенок можно разрушить составляющие их вещества — белки или некрахмальные полисахариды. Оказалось, что легче всего воздействовать на пектиновые вещества, кроме того, они составляют большую часть клеточной стенки, являются одним из составных компонентов срединных пластин, а также входят в состав клеточного сока. Они увеличивают вязкость сока, обладают влагоудерживающими свойствами, вследствие чего препятствуют вытеканию сока.

К пектиновым веществам относят протопектин, пектиновую и пектовую кислоты.

Протопектин, который представляет собой полигалактуроновую кислоту, соединенную с другими веществами, например, пентозанами (арабаном, галактаном), крахмалом, целлюлозой и др. Протопектин нерастворим в воде, входит в состав первичных клеточных стенок, определяет жесткую структуру плодовой ткани. По мере созревания плодов протопектин под действием протопектиназы переходит в растворимый пектин, благодаря этому плодовая ткань размягчается. Протопектин до настоящего времени мало изучен, так как не выделен в нативном виде.

Растворимый пектин (пектин) — наиболее изученная группа пектиновых веществ. Он представляет собой полимер, состоящий из остатков α -D-галактуроновой кислоты, соединенных связями α -1,4. Основная цепь полигалактуроновой кислоты соединена через эфирные связи с остатками метилового спирта.

Пектин растворим в воде, образует коллоидные растворы с высокой вязкостью, способен образовывать желе. Растворимость, вязкость, желирующие свойства пектина зависят от его молекулярной массы и степени метоксилирования (доля карбоксильных групп, соединенных с остатками метанола). Высоко-метоксилированный пектин, со степенью метоксилирования более 70%, хорошо растворим в воде, обладает лучшими желирующими свойствами. Низкометоксилированный пектин, со степенью метоксилирования менее 50 %, плохо растворим и слабо желирует.

Пектиновая и пектовая кислоты. Пектиновая кислота — частично деметоксилированный пектин, плохо растворима в воде. Пектовая кислота (полигалактуроновая кислота) полностью деметоксилированный пектин, в воде практически не растворим.

Пектовая и пектиновая кислоты могут присутствовать также в виде солей.

Для гидролиза пектиновых веществ используют пектолитические ферменты.

В комплекс пектолитических ферментов входят:

- ◆ протопектиназы — гидролитические ферменты, отщепляющие арабан или галактан от метоксилированной полигалактуроновой кислоты;
- ◆ трансэлиминазы (пектат- и пектинлиазы), разрушающие пектиновые вещества негидролитическим путем;
- ◆ полигалактуроназы, гидролизующие α -1,4-В-галактуронидные связи в пектине и других полигалактуронидах;
- ◆ пектинэстеразы, катализирующие гидролиз сложноэфирных связей между метиловым спиртом и карбоксильной группой галактуроновой кислоты.

Протопектиназы гидролизуют протопектин, считается, что этот процесс способствует размягчению плодовой ткани при созревании плодов. Однако существование протопектиназы как самостоятельного фермента некоторыми исследователями ставится под сомнение.

Полигалактуроназы относятся к гидролитическим ферментам. Они отличаются по виду субстрата, на который они действуют, и механизму действия.

Эндо-полиметилгалактуроназа (эндо-ПМГ) гидролизует связи α -1,4 в пектине неупорядоченно, образуя олигоурониды разной молекулярной массы, при этом быстро снижается вязкость пектиновых растворов. Аналогично действует эндополигалактуроназа (эндо-ПГ), гидролизуя молекулу пектовой кислоты.

Экзо-полиметилгалактуроназа (экзо-ПМГ) и экзо-полигалактуроназа (экзо-ПГ) действуют соответственно на пектин и пектовую кислоту, гидролизуя концевые связи α -1,4, отщепляя по молекуле галактуроновой кислоты.

Трансэлиминазы, к которым относят эндо-пектатлиазы (эндо-ПЕТЭ), экзо-пектатлиазы (экзо-ПЕТЭ), эндопектинлиазы (эндо-ПТЭ) и

экзопектинлиазы (экзо-ПТЭ), принадлежат к классу лиаз. Первые два фермента разрушают пектовые кислоты, пектинлиазы расщепляют пектин соответственно по эндо- или экзо-типу с образованием продуктов, содержащих двойные связи.

Для гидролиза пектиновых веществ используют промышленные ферментные препараты, полученные при культивировании микроорганизмов, в основном плесневых грибов. Наиболее широко в качестве продуцентов ферментных препаратов применяют плесневые грибы рода *Aspergillus*: *Asp. oryzae*, *Asp. foetidus*, *Asp. niger* и другие.

Для обработки плодов лучше использовать очищенные ферментные препараты: Пектоаваморин П10х, Пектофоетидин П10х, Пекто-нигрин П10х.

Все ферментные препараты содержат комплекс ферментов, поэтому при выборе необходимого препарата в каждом конкретном случае нужно исходить из целей применения ферментативной обработки.

В зависимости от этого все ферментные препараты можно разделить на 3 основные группы:

1. Препараты, предназначенные для получения неосветленных соков, увеличивающие выход сока в результате воздействия на мезгу.

2. Препараты, мацерирующие (разрушающие до отдельных клеток) плодовую ткань для получения гомогенизированных соков с мякотью.

3. Препараты, обеспечивающие полный гидролиз пектиновых веществ и белков, предназначенные для получения осветленных обеспектиненных соков, которые используются для безалкогольных напитков. В такие препараты кроме пектолитических ферментов должны входить протеолитические ферменты, гидролизующие белки.

Ферменты, входящие в состав ферментных препаратов, в зависимости от их роли в технологическом процессе могут осуществлять основное действие, либо усиливать действие основной группы ферментов, либо оказывать нежелательное действие на сырье. Оптимальные условия для

действия большинства пектолитических ферментных препаратов: рН 3,5..4,0; температура 35...45 °С.

Таким образом, плоды и ягоды являются ценным видом сырья для безалкогольных напитков, однако переработку их лучше проводить на специализированных консервных заводах. Предприятия безалкогольной промышленности используют, как правило, полуфабрикаты, полученные из плодово-ягодного сырья, которые могут длительно храниться и транспортироваться на большие расстояния.

Для производства фруктовых соков и нектаров из концентратов применяется следующее сырье и основные материалы:

1. Концентраты плодово-ягодные в ассортименте по сертификату соответствия.
2. Сахар-песок по ГОСТ 2178, сахар-рафинад по ГОСТ 22-78.
3. Кислота лимонная ГОСТ 908-79.
4. Соль поваренная пищевая ГОСТ 13830-68.
5. Вода питьевая ГОСТ 2874-85.

Яблоки - наиболее распространённые плоды, широко используемых в открытом виде, в виде компотов, пюре, сидра. Вкусовые и диетические достоинства яблок, прежде всего, оцениваются содержанием в них сахаров (8-15%) и минеральных солей (ок. 0.5%). Яблоки, используемые нами при изготовлении яблочного сока содержат:

- Сахаров - 12%
- Минеральных солей - 0.5%

Яблоки не должны быть малоокислыми, т.к. сок не будет иметь необходимого вкусового достоинства. Мучнистые сорта также не следует использовать - т.к. они дают малый процент выхода и трудно осветляются.

Лучшие осенне-зимние сорта для приготовления сока следующие: Антоновка, Титовка, Анис, Пармен зимний, Грушовка и др.

Рожь является основным сырьем для производства солода, концентрата квасного сусла, кислого кваса. Ее используют в виде: ржаной муки; ржаного ферментированного солода; ржаного неферментированного солода.

Зерна ржи разных сортов имеют окраску желтую, зеленую, коричневую, фиолетовую, что обусловлено присутствием пигментов. Зерна, имеющие сортовую окраску зеленого цвета, как правило, крупные, у них тонкая оболочка, объем, занимаемый эндоспермом, относительно большой, поэтому сорта ржи с зернами зеленого цвета считаются наиболее пригодными для квасоварения.

Средний химический состав зерна ржи, используемой для производства кваса: крахмал 57,7...63,5%, некрахмальные полисахариды (пентозаны, р-глюкан, фруктозаны) 24...26%, белок 9...20%, минеральные вещества 1,5...2,0%. Для сравнения: в ячмене некрахмальных полисахаридов 14... 16%.

Белки зерна ржи содержат относительно много незаменимых аминокислот — лизина, треонина, фенилаланина, что делает их более ценными в питательном отношении, чем белки зерна пшеницы и ячменя.

При гидролизе некрахмальных полисахаридов ржи в процессе солодоращения накапливается большое количество низкомолекулярных Сахаров: пентоз, глюкозы, фруктозы. При сушке солода пентозы наиболее активно, по сравнению с другими сахарами, вступают в реакцию меланоидинообразования, в результате которой накапливаются летучие промежуточные продукты определенного состава: альдоли, кетоны, альдегиды, придающие солоду специфический аромат ржаной корочки хлеба, а также большое количество красящих веществ — меланоидинов. Сусло, полученное из ржаных зернопродуктов, очень ароматно, имеет интенсивный цвет.

Именно поэтому рожь является основной зерновой культурой для производства кваса, которую никакой другой злак не может полноценно заменить.

Рожь для производства ржаного солода в соответствии с ГОСТ 16991 должна отвечать следующим основным требованиям: влажность — не более 15,5 %; содержание сорной и зерновой примеси — не более 5 %; способность прорастания — не менее 92 %.

Кроме того, содержание белка в ней должно быть не менее 12 % для получения красящих и ароматических веществ в солоде, экстрактивность не менее 70 %.

В квасоваренном производстве используется хлебопекарная *ржаная мука* 95 %-ного обойного помола, т. е. без отбора отрубей, из цельного зерна, с выходом муки 95...97 % от массы зерна.

Органолептические показатели:

- ◆ цвет — серовато-белый с заметными частицами оболочек зерна;
- ◆ запах — свойственный нормальной муке, без запаха плесени, затхлости и других посторонних запахов;
- ◆ вкус — свойственный нормальной муке, без кисловатого, горьковатого и других посторонних привкусов;
- ◆ минеральные примеси - при разжевывании муки не должно ощущаться хруста на зубах.

Физико-химические показатели:

- ◆ массовая доля влаги не более 15 %;
- ◆ массовая доля зольности не более 2 %, но не менее, чем на 0,07 % ниже зольности чистого зерна до помола;
- ◆ крупность помола — остаток на металлотканом сите № 067 не более 2 %; проход через шелковое сито № 38 не менее 30 %;
- ◆ металлопримеси на 1 кг муки не более 3 мг;
- ◆ зараженность муки амбарными вредителями или наличие следов заражения не допускается.

3. Характеристики и свойства основных веществ сырья для производства солода, пива.

Рожь считается хорошей для соложения, если способность к прорастанию ее не ниже 92%, а энергетическое прорастание не ниже 85 % на 4 день. Свежая убранная рожь обладает плохой прорастаемостью, так как к моменту уборки она достигает только технической зрелости, а физическая является не дозревшей. Через некоторое время после уборки и хранения зерно окончательно дозревает и приобретает способность к прорастанию, как правило это происходит через 1 – 1,5 месяца после уборки. Для интенсификации дозревания применяют на элеваторах подсушенные зерна продувкой теплого воздуха.

Влажность – зерно ржи влажностью ниже 10%, хотя и стойкое при хранении, но может быстро терять схожесть. Белков 7 – 17%. Для производства солода следует применять высокобелковую рожь, так как она позволяет получать хорошую цветность и сильный аромат готового ржаного солода. Как правило для получения солода рожь должна содержать не меньше 12% азотистых веществ в пересчете на белок.

Содержание крахмала и экстрактивность – крахмал является важным углеводом ржи, составляет основу экстрактивных веществ как зерна, так и солода. Крахмала во ржи – 57-63%, а экстрактивность приблизительно 70% к весу сухих веществ зерна.

Для производства солода можно использовать различные виды злаковых культур, однако лучше всего для этих целей подходит двухрядный ячмень, все зерна которого симметричны и одинаково развиты. Многорядный ячмень вследствие несимметричности и слабого развитых боковых зерен используется для солодоращения в Европе в незначительном объеме. В Америке многорядный ячмень благодаря высокому содержанию белка и ферментативной силе используют для переработки несоложенных материалов.

Двухрядный ячмень подразделяют на две основные группы:

- прямостоящий ячмень — колос плотный, широкий; при созревании сохраняет вертикальное положение; отдельные зерна тесно прилегают друг к другу;

- поникающий ячмень — колос длинный, узкий и рыхлый, в течение всего периода созревания поникший; отдельные зерна располагаются неплотно.

В качестве пивоваренного ячменя используют главным образом различные сорта ярового поникающего ячменя. Выведение продуктивных сортов, приспособленных к условиям созревания и уборки в континентальном европейском или морском климате, позволило обеспечить высокую стабильность свойств ячменя. Кроме того, выведены сорта с повышенной устойчивостью к болезням растений (мучнистой росе, ржавчине, карликовой ржавчине и др.).

Результатом новейших достижений в области селекции стало выведение сортов озимого ячменя с высокими качественными характеристиками, но решение об их районировании в ближайшем будущем будет зависеть от политики в области производства пивоваренного ячменя. Голозерный ячмень пока еще не занял прочного места, как и культивирование ячменя без процианидинов или ячменя с тонкими клеточными стенками, то есть с пониженным содержанием β -глюкана. При неблагоприятных погодных условиях эти сорта отличаются существенным снижением урожайности и качества.

Принадлежность ячменя к одной из двух основных групп можно определить по отдельному зрелому зерну — по форме его основания, а также по количеству и форме базальных щетинок у основания зерна. Кроме этих признаков для идентификации сорта используют также форму щетинок и число зазубринок на спинной стороне зерна. Для определения содержания проламина используют электрофоретические и иммунологические методы анализа.

Пивоваренный ячмень реализуют с указанием места его выращивания и сорта. В зависимости от климатических условий и сортовых свойств возможны существенные отличия в способности ячменя к проращиванию и его пивоваренных свойствах, в связи с чем следует избегать смешивания сортов.

Характеристика сырья для получения пива

Солод и несоложеное сырье. Основным сырьем для производства пива является ячменный пивоваренный солод (светлый, темный и специальные сорта), характеристика которого приведена в табл. 1.. Основные сортовые особенности пива (цвет, вкус, запах, аромат) во многом зависят от качества солода и соотношения его видов в рецептуре. Стандартом на пиво допускается использование несоложеного ячменя, рисовой сечки, пшеницы, обезжиренной кукурузной муки. Главные требования, предъявляемые к качеству заменителей солода. - это чистота и соответствие требованиям на продовольственное сырье. Применение несоложеного сырья экономически выгодно и технологически обосновано. Поэтому при приготовлении 10...11 % светлого пива следует обязательно применять не менее 20 % несоложеного сырья без использования ферментных препаратов. При использовании свыше 20 % несоложеного ячменя применение ферментных препаратов обязательно. При производстве пива "Жигулевское" допускается использование сахара-сырца в количестве до 6 % массы затираемых зернопродуктов.

Вода. Качество воды, ее ионный состав оказывают большое влияние на формирование органолептических показателей пива. Технологическая вода должна отвечать всем требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Она должна быть прозрачной, бесцветной, приятной на вкус, без запаха, с общей жесткостью 2...4 мг-экв/л и рН 6,8. ..7,3.

Вода считается оптимальной для производства пива, если отношение концентрации ионов кальция к общей щелочности воды (показатель щелочности) не менее 1, а соотношение ионов кальция и магния 1:1...3:1. Жесткость воды и ее солевой состав регулируют, применяя различные

способы водоподготовки: реагентный, ионообменный, электродиализный и мембранный, основанный на принципе обратного осмоса. Для удаления неприятного запаха воду дезодорируют путем пропускания через колонку, заполненную активированным углем.

Хмель и хмелепродукты. Хмель - традиционное и наиболее дорогостоящее сырье пивоваренного производства. Он придает пиву специфический горький вкус и аромат, способствует удалению из суслу некоторых белков, служит антисептиком, подавляя жизнедеятельность контаминирующей микрофлоры, и повышает пеностойкость пива. Различают два основных вида хмеля: горький и ароматический. В пивоварении используют преимущественно женские соцветия ароматического хмеля - хмелевые шишки, содержащие лупулин. В состав последнего входят ароматические и горькие вещества.

Горькие хмелевые вещества включают - и -кислоты. мягкие -, - и твердые смолы. Содержание -кислот в зависимости от сорта хмеля может достигать 16 %. Наиболее ценные для пивоварения производные -кислот - изосоединения обеспечивают около 90 % горечи пива. Ароматические вещества представлены в основном эфирным маслом, содержание которого колеблется от 0,3 до 2 %. Важная составная часть хмеля - дубильные вещества, количество которых достигает 3 %.

По назначению хмель разделяют на две группы: тонкие сорта с содержанием горьких веществ около 15 % и -кислот от 3 до 5 %, используемые для производства пива по классической технологии, и грубые сорта с содержанием горьких веществ более 20 %, предназначенные для изготовления порошков, гранул и экстрактов. В пивоварении используют высушенные хмелевые шишки, молотый, гранулированный или брикетированный хмель, а также различные хмелевые экстракты. Хмель и хмелепродукты следует хранить в сухом, темном и охлажденном помещении с температурой от 0 до 2 °C и относительной влажностью воздуха не выше 70 %.

Ферментные препараты. Используют при применении более 20 % несоложенного сырья в количестве от 0,001 до 0,075 % к массе перерабатываемого сырья.

Применяют амилолитические (Амилосубтилин Г10х, Амилоризин Пх и др.), протеолитические (Протосубтилин Г10х), цитолитические (Цитороземин П10х, Целлоконингин П10х и др.) ферментные препараты, а также их смеси в виде мультиэнзимных композиций.

Амилолитические препараты применяют при затирации при повышенном количестве несоложенного сырья и низком качестве исходного сусла. Они существенно повышают выход экстракта и улучшают качество сусла.

Протосубтилин Г10х используют при повышенных количествах несоложенного сырья и для улучшения качества сусла из некачественных солодов, а также для ликвидации коллоидных помутнений в пиве. Цитолитические препараты повышают выход экстракта за счет гидролиза некрахмальных полисахаридов, в основном гемицеллюлозы. Одновременно повышаются качество сусла и стойкость пива.

Наиболее перспективным средством является применение мультиэнзимных композиций (МЭК), которые, позволяют сохранить высокое качество "Жигулевского" пива при использовании до 60 % несоложенного сырья.

По физико-химическим и органолептическим показателям коньячный спирт (молодой) должен соответствовать требованиям действующего ГОСТа «Спирт коньячный (молодой)»; цвет — бесцветный; вкус и запах — характерные для коньячного спирта, без посторонних запахов и привкусов.

Нормы коньячного спирта по физико-химическим показателям: спирт этиловый при 20°C — 62—70% об.;

высшие спирты в пересчете на изоамиловый спирт — 180—600 мг/100 мл безводного спирта;

альдегиды в пересчете на уксусный альдегид — не более 50 мг/100 мл безводного спирта;

средние эфиры в пересчете на уксусноэтиловый эфир — 50—250 мг/100 мл безводного спирта;

летучие кислоты в пересчете на уксусную кислоту — не более 80 мг/100 мл безводного спирта;

фурфурол — не более 3 мг/100 мл безводного спирта;

общая сернистая кислота — не более 35 мг/л;

метиловый спирт — не более 0,15% об.;

медь — не более 8 мг/л;

олово — не более 5 мг/л;

железо — не более 1 мг/л.

При несоответствии этих данных требованиям ГОСТа спирт коньячный отбраковывается.

Коньячный спирт, полученный путем простой или сложной перегонки виноматериалов, отвечающий установленным требованиям, является конечным продуктом, который выдерживается в бочках или эмалированных цистернах на клепках. Не допускается закладывать на выдержку некондиционные и дефектные коньячные спирты.

Нелетучие вещества виноматериалов, состоящие из минеральных солей, кислот, танидов и других органических соединений, не переходят в спирт.

Летучие вещества, вследствие низкой температуры кипения или увлечения их парами воды и алкоголя, большей частью переходят в спирт и передают ему свой аромат. В конечном итоге коньячный спирт — это смесь алкоголя с водой, крепостью 62—70% об., то есть он содержит около 70% объема этилового спирта и 30% воды, а также небольшое количество других летучих компонентов, перешедших из виноматериалов. Состав этих примесей очень сложный и насчитывает более 100 различных соединений, из которых методом газовой хроматографии идентифицировано пока 80.

Общее количество этих примесей (неспиртов) обычно не превышает 4—5 г/л, и многие из них не являются определяющими по своему вкусовому значению.

Аромат коньячного спирта. В аромате молодого (свежеперегнанного) коньячного спирта преобладают эфиры жирных кислот и имеющие меньшее значение такие вещества, как высшие спирты, альдегиды, ацетали, образовавшиеся во время брожения.

Высшие спирты образуются во время брожения в различных количествах в зависимости от расы дрожжей и природы аминокислот, содержащихся в сусле. Основными высшими спиртами являются: пропиловый, изобутиловый, изоамиловый и гексиловый. Особо приятным ароматом обладает фенилэтиловый спирт. Больше всего обнаруживается изоамиловых спиртов, часть их находится в свободном состоянии, другая — в форме эфиров. Изоамиловые спирты и их эфиры в больших количествах содержатся в спиртах, полученных из неотстоявшего сусла.

Альдегиды. Здоровые виноматериалы содержат очень небольшое количество альдегидов (в основном уксусный), которые затем переходят в спирт. Повышенное содержание в спирте альдегидов показывает, что исходные виноматериалы были в той или иной мере дефектными (окисленные, больные уксусным скисанием). Учитывая, что окислительные процессы зависят от продолжительности хранения виноматериалов и температуры, следует как можно раньше перекурить виноматериалы, чтобы уменьшить содержание альдегидов в коньячном спирте.

Основным, наиболее активным альдегидом является фурфурол — вещество, обладающее приятным ароматом свежее выпеченного ржаного хлеба. Он образуется во время перегонки под действием высоких температур в результате дегидратаций многоатомных спиртов, содержащихся в дрожжевых клетках.

Сложные эфиры. Сложные (средние эфиры) в исходных коньячных виноматериалах разнообразны как по своим физическим константам, так и по

органолепти- ческим свойствам. Некоторые из них легкокипящие, как уксусиоэтиловый эфир, обладают резким неприятным ароматом, другие лишены запаха (эфиры молочной, винной и других кислот), но главную ценность представляют тяжелокипящие эфиры высших кислот (каириловой, каприновой, энантовой, пеларгоиовой), которые относятся к группе энантовых эфиров. Поэтому одна из основных задач перегонки заключается в том, чтобы получить коньячный спирт с минимальным содержанием неприятно пахнущих легкокипящих эфиров и максимальным количеством эфиров энантовой группы.

Эфиры энантовой группы — это продукт жизнедеятельности определенных рас дрожжей, поэтому для их сохранения и, следовательно, получения типичного коньяка необходимо соблюдение основных правил коньячного виноделия, правильный подбор перегонной аппаратуры и соблюдение режимов их эксплуатации.

Среди составных частей молодого коньячного спирта одни очень летучие, сильно пахнут, они определяют интенсивность его аромата. Другие вещества находятся в незначительных количествах, они мало летучи, сладковатого вкуса и округляют вкус коньяка. Эти малолетучие вещества смягчают резкость аромата, делают его более устойчивым.

В хороших, не имеющих дефектов спиртах получается как бы равновесие между ароматом и веществами, его дополняющими. Это равновесие имеет незначительные колебания для разных микрорайонов, но оно характеризует все высококачественные коньячные молодые спирты.

Из малолетучих веществ следует остановиться, в частности, на замечательных свойствах бутандиола. В коньячных молодых спиртах его содержание немного превышает 1 мг/л. Количество бутандиола зависит от режима нагрева во время перегонки, а также от правильных размеров шаровой головки куба. При повышенном содержании бутандиола в спирте снижается интенсивность аромата спирта, а при пониженном — спирт делается сухим, резким в аромате и жгучим во вкусе.

Правильная перегонка виноматериалов состоит в том, чтобы избежать, во-первых, появления посторонних (дефектных) тонов (уваренных, горелых и др.), во-вторых,— извлечь из виноматериалов букетистые вещества и достаточное количество сопутствующих соединений типа бутандиола, добиться гармоничного, приятного равновесия.

4. Характеристики и свойства основных веществ сырья для производства вин, коньяков

Вино

Сорта винограда, используемые в производстве вин, называются техническими. Их отличие от столовых сортов винограда заключается в том, что они имеют небольшую, плотную гроздь и мелкую ягоду. Лучшими техническими сортами, распространенными во всех странах мира, выращивающих виноград, являются: Алиготе, Рислинг, Шардоне, Каберне-Совиньон, Мускат белый, Саперави, Траминер, Ркацителли и др. Они позволяют получать шампанские виноматериалы, высококачественные белые и красные столовые, а также десертные и крепкие вина.

Алиготе. Французский белоягодный сорт народной селекции. Сорт ранне-среднего периода созревания, урожай убирается в первой половине сентября. Кусты средней силы роста, плодоношение обильное, урожайность 80-120 ц/га; Сорт активно накапливает сахара. При возделывании сорт требует обработок пестицидами, т. к. неустойчив к вредителям и болезням. Используется для приготовления шампанских, столовых вин и соков. Столовое вино высокого качества, красивой соломенно-золотистой окраски с зеленоватым тоном, хорошо выраженным ароматом цветочных оттенков, достаточно гармоничное, мягкое. В жаркие и сухие годы в вине появляется свойственная сорту легкая горчинка.

Каберне-Совиньон. Французский технический чернаягодный сорт народной селекции. Средне-позднего периода созревания. Сила роста куста средняя. Урожайность 60-100 ц/га. Сорт относительно устойчив к морозам,

филлоксере и серой гнили. Выход суслу у Каберне-Совиньон высокий. Сок ягод неокрашен, поэтому при получении красных вин брожение проводится на мезге. Полученные красные вина характеризуются гармоничностью вкуса, полнотой, имеют стойкую нарядную, интенсивную окраску. В букете и вкусе вина имеется специфическая особенность — запах паслена или сафьяна (кожи). Этот букет сильнее чувствуется в молодом вине. При созревании букет сорта меняется и облагораживается.

Мускат Оттонель. Французский винно-столовый белоягодный сорт народной селекции. Ранне-среднего срока созревания (раннего для потребления в свежем виде, ранне-среднего — для приготовления вин). Чувствителен к весенним заморозкам, поэтому требует укрытия на зиму. Устойчивостью к грибным болезням не выделяется. Страдает осыпанием цветков. Сорт имеет привлекательный мускатный аромат, невысокую кислотность сока и мясистую консистенцию ягод. Виноград рекомендуется использовать в соковом производстве. Представляет интерес в производстве полусухих и полусладких вин как один из компонентов в сочетании с сортами Алиготе, Рислинг, Траминер и Ркацители.

Траминер розовый. Австрийский винный сорт средне-позднего срока созревания с серовато-розовой ягодой. Сорт относительно морозоустойчив. Обрезку предпочитает длинную. Сильно повреждается паутиным клещом и листоверткой, сравнительно устойчив к милдью и серой гнили. Урожайность 60 ц/га. Из Траминера розового готовятся высококачественные шампанские виноматериалы, отличные столовые вина, а также оригинальные десертные вина с ароматом розы.

Шардоне. Французский белоягодный сорт среднего срока созревания. На родине является основным сортом в зоне шампанского виноделия. К сорту следует применять формировку средней мощности. Морозоустойчивость повышенная, к грибным болезням неустойчив, в дождливые годы поражается серой гнилью. Урожайность сорта обычно умеренная из-за небольшого размера грозди и составляет 60-70 ц/га.

Особенностью сорта является умеренное накопление сахаров при медленном снижении кислотности. Из Шардоне производят высококачественные столовые и шампанские виноматериалы.

Саперави. Сорт кавказского происхождения, распространен в Грузии, Армении, Ставропольском крае. Позднего срока созревания. Гроздь средняя, ягода небольшая, черная, сочная с красным соком. Доза этого сорта вынослива, хорошо растет на всякой почве. Куст сильный, требует короткой обрезки. Из Саперави получают темно-окрашенные полные, ароматные вина, зачастую с грубинкой, поэтому требуют длительной выдержки.

Рислинг. Рейнская лоза, разводится на Рейне и в Эльзасе. Сорт позднего срока созревания. Гроздь небольшая, плотная. Ягода небольшая, круглая, зеленоватая, сочная. Растение хорошо растет на легкой почве. Легко переносит поздние морозы. Рост умеренный, обрезка куста длинная. Отмечена сильная поражаемость сорта милдью и вредителями. Урожайность может достигать 100 ц/га. Из Рислинга готовят белые столовые вина высокого качества.

Ркацители. Этот грузинский сорт широко распространен во всех виноградарских зонах Советского Союза. Ркацители отличается от всех других сортов прямостоящими побегами темно-коричневого цвета, за что его иногда называют "Тополек". Кусты сильно рослые, урожайность высокая. Устойчив к филлоксере, поэтому его можно выращивать на своих корнях и зоне, зараженной филлоксерой. Виноград устойчив против гнилей, хорошо выдерживает длительное пребывание на кустах, может долго храниться. Ркацители используют для приготовления высококачественных белых столовых и крепких вин.

В последние годы селекционерами проведена большая работа по созданию новых сортов винограда, устойчивых к вредителям и болезням. Эти сорта дают урожай 120-150 ц/га, возделываются с 1-2 опрыскиваниями или без них, многие не укрываются, т. к. являются морозоустойчивыми.

Коньяк

При разработке новой технологии получения коньячного спирта неизменным условием является контроль качества конечного продукта. Для этого необходимо установить состав и влияние отдельных компонентов коньячного спирта на его органолептические характеристики.

Основными компонентами коньячного спирта являются этиловый спирт и вода. Остальные вещества могут рассматриваться как примеси к этим двум основным компонентам. Содержание основных компонентов в коньячном спирте молодом регламентируется ГОСТУ 18.40-2001.

В настоящее время в коньяке обнаружено около 500 различных веществ, концентрация многих из них составляет менее 1 мг/л.

Все указанные примеси оказывают определенное влияние на качество коньячных спиртов.

Егоров и Родопуло определили, что коньячный спирт из высших спиртов содержит в основном изоамиловый спирт, второе место занимает изобутиловый и в наименьшем количестве содержится н-пропиловый спирт. Позже эти же авторы методом газовой хроматографии идентифицировали в коньячных спиртах также изопропанол, н-пентанол, н-гексанол, н-гептанол. Кроме этого, был идентифицирован ряд эфиров (этилформиат, этилацетат, этилпропионат, этилбутират, изобутилизовалерионат, изоамилацетат, изоамилбутират, изоамилкапронат) и кислот (муравьиная, уксусная, пропионовая, изомасляная, изовалериановая, капроновая и каприловая).

По данным Лашхи, Нефедова и Корлякова, а также Личева, высшие спирты ответственны за аромат и вкус свежеперегнанных коньячных спиртов и сообщают букету фруктовый аромат.

Скурихин отмечает то, что из всех высших спиртов, присутствующих в коньячных спиртах и коньяках, самым нежелательным является изоамиловый спирт, который обладает сильным запахом с сивушным оттенком, остающимся при любом разбавлении. По его данным, сильный специфический запах имеют высококипящие высшие спирты: н-октиловый, н-

нониловый и н-дециловый, которые при разбавлении приобретают цветочный запах с тонами розы. Группа среднекипящих спиртов: н-амиловый, н-гексиловый и н-гептиловый - при разбавлении приобретают фруктовый аромат. Изопропиловый и н-пропиловый спирты при разбавлении обладают приятным маслянисто-цветочным ароматом.

По данным Фроловой, Малтабара и сотр., также следует, что более богатый аромат и менее жгучий вкус, без резкого сивушного тона, имеют коньячные спирты с меньшим содержанием амиловых спиртов и большим - н-пропилового. Ими также было показано, что высшие спирты от гексанола до деканола оказывают благоприятное влияние на качество коньячных спиртов.

В коньячных спиртах также был обнаружен *н*-фенилэтиловый спирт, обладающий приятным ароматом розы. По данным Мнджояна и Саакяна, содержание в виноматериалах *н*-фенилэтанола зависит от сорта винограда, технологии приготовления и может колебаться от 5 до 75 мг/л.

Важное место среди букетобразующих веществ коньячного спирта принадлежит эфирам.

Основную массу эфиров в коньячных спиртах представляют этиловые эфиры жирных кислот, основным компонентом которых является этилацетат, который, по данным Скурихина, обладает слабым фруктовым ароматом.

В коньячных спиртах содержание сложных эфиров колеблется в пределах 300...1600 мг/л. Часть высококипящих эфиров жирных кислот объединяют под названием "компоненты энантового эфира". Их содержание в коньячных спиртах составляет 50...150 мг/л. Основную часть компонентов энантового эфира составляет этилкапринат (40-53%) и этиллаурат (15-30%). В меньших количествах содержится этилпеларгонат (около 14%), этилкаприлат (3,5-8%), этилмиристинат (около 2,7 %) и этилпальминат (около 3,1 %). Что касается интенсивности их запаха, то главными носителями аромата энантового эфира являются этилкапринат, этилкаприлат и этилпеларгонат.

По данным Малтабара и Шприцмана, Гогичайшвили, энантовые эфиры оказывают большое влияние на качество коньячных спиртов и коньяков. При добавлении энантовых эфиров в разных дозах в коньяк и коньячный спирт ими наблюдались значительные изменения аромата и вкуса. После добавления энантовых эфиров образцы коньяков и коньячных спиртов приобретали характерные мыльные тона в аромате, вкус их смягчался и качество значительно улучшалось.

Несмотря на положительное влияние высококипящих эфиров жирных кислот на качество коньячных спиртов, некоторые авторы считают, что содержание общих эфиров в коньячных спиртах не должно быть высоким. Малтабар отмечает, что большое количество общих эфиров придает коньячным спиртам лекарственные тона, не исчезающие с выдержкой.

Образование эфиров в коньячном спирте подчиняется закону действующих масс и зависит от константы равновесия и концентрации кислот и спиртов. В коньяках из-за слабой концентрации кислот и сравнительно высокого рН равновесие устанавливается слишком медленно. Короткевич нашел, что отношение фактического количества эфиров к теоретическому колеблется в пределах 33...138 %.

Летучих кислот в коньячных спиртах содержится от 80 до 1000 мг/л. Из них около 75 % составляет уксусная кислота, которая при любых разбавлениях придает остроту букету и жгучесть вкусу. Присутствие ее в коньячных спиртах в большем количестве нежелательно. Содержание остальных жирных кислот находится в пределах 40...200 мг/л. Эти кислоты могут оказывать положительное влияние на качество коньячных спиртов.

По результатам многочисленных исследований, алифатические кислоты в чистом виде обладают весьма неприятным запахом. При разбавлении кислот острота постепенно исчезает и появляется характерный маслянисто-цветочный тон, довольно общий для всех кислот. Наиболее сильным запахом обладали кислоты с четным числом углеродных атомов - капроновая (C₆), каприловая (C₈), каприновая (C₁₀), при этом каприновая,

лауриновая, масляная, изомасляная, энантовая кислоты при пороговых концентрациях отрицательно влияют на качество коньячного спирта.

Фролова, Малтабар, Мамакова установили, что повышение в коньячном спирте содержания н-пропилового, изобутилового и изоамилового спиртов нежелательно, так как ухудшается качество продукта. Добавление октилового, нонилового и децилового спиртов намного усиливало общий аромат образца, делая его более сложным, гармоничным. в фенилэтиловый спирт придает коньячному спирту слабые приятные цветочные тона. Бензиловый спирт в концентрации 1-5 мг/л обладает слабовыраженным тоном, гармонирующим с ароматом коньячного спирта. Большинство эфиров обладает карамельными и фруктовыми тонами. Эфиры, создающие плодовые тона, оказывают и синергитическое действие, они усиливают и придают особую полноту и сложность аромату, образуемому более высококипящими эфирами этилового, пропилового, изобутилового, изоамилового спиртов и энантовой, капроновой каприловой и каприновой кислот. Мыльными тонами во вкусе и маслянисто-цветочным ароматом отличаются эфиры уксусной кислоты и гексилового, гептилового и октилового спиртов. Цветочно-медовые оттенки коньячному спирту придает этилфенилацетат, в концентрации 1-5 мг/л. Миндально-ореховые тона в коньячном спирте принадлежат уксусному, н-валериановому, капроновому и энантовому альдегидам.

Марше и Жозеф отмечают, что роль жирных кислот (каприловой, каприновой, капроновой, пеларгоновой, лауриновой, миристиновой и др.) заключается в том, что при выдержке коньячных спиртов протекают энзиматические процессы, которые, действуя на эти кислоты, вызывают появление “шарантского рансио” (особого аромата).

Придавая большое значение химическому составу коньячных спиртов и **коньяков**, до настоящего времени проведено большое количество исследований по выявлению отдельных компонентов как в молодых, так и в выдержанных коньячных спиртах. В результате этих исследований был

расширен групповой состав неспиртовой части коньяка, однако, связать качество коньячных спиртов с наличием общего содержания каких-либо определенных групп примесей не представляется возможным.

Исследуя химический состав спиртных напитков и соотношения отдельных компонентов в группах веществ, ряд авторов установил, что между качеством этих напитков и количественным соотношением компонентов в гомологических рядах веществ существует определенная зависимость.

Большое влияние на качество коньячных спиртов оказывает количественное содержание и соотношение этилацетата, компонентов энантового эфира и высших спиртов. Гармоничное сложение аромата и вкуса, характерное для коньяков высокого класса, наблюдается при следующем содержании указанных веществ (по отношению к их сумме): этилацетата 23..25 %, основных компонентов энантового эфира 1,5...2,0 %, высших спиртов группы С3-С5 70...72 %, высших спиртов группы С6-С10 0,6...1,0 %.

Трост установил, что отношение изобутилового спирта к общей концентрации высших спиртов подчиняется определенной закономерности. Оно является постоянным для коньячных спиртов и коньяков одного и того же географического района. У французских коньяков это соотношение равно приблизительно 14...15, а у итальянских 17...18.

Ольшимке считает, что не менее важным показателем качества спиртных напитков является также отношение пропанола к изоамиловым спиртам. В качественном бренди это соотношение должно быть от 1:4 до 1:8.

Семененко и сотр. предлагают качество коньячного спирта оценивать по уравнению регрессии, используя как показатели химического состава коньячных спиртов, так и соотношение между ними.

Хиабахов для целенаправленного повышения качества и увеличения выхода коньячного спирта подчеркивает необходимость дифференцированного подхода к выбору режимов перегонки

виноматериалов и спирта-сырца и схемы использования головных и хвостовых фракций дистиллята с учетом содержания в них ценных и нежелательных компонентов. Рекомендовано пересмотреть ГОСТ 13136-71, ввести более дифференцированные критерии качества коньячного спирта. Необходимо предусмотреть в ГОСТе ограничения по содержанию в молодых коньячных спиртах этилацетата (≤ 150 мг/100 мл б. с.), этилбутирата и изоамилацетата ($\leq 1,0$ мг/100 мл б. с.), этиллактата (≤ 10 мг/100 мл б. с.), бутанола-2 ($\leq 0,5$ мг/100 мл б. с.), изоамиловых спиртов (≤ 300 мг/100 мл б. с.), метанола ($\leq 0,08$ % об. или 100 мг/100мл б. с.).

На основании анализа приведенных работ можно заключить, что в сложении аромата и вкуса коньяков принимают участие все примеси. При этом имеет значение не только количественное их содержание, но и соотношения между ними. В зависимости от пороговой концентрации и содержания в коньячном спирте примеси могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на качество конечного продукта.

5. Характеристики и свойства основных веществ сырья для производства спирта.

Характеристика зернового сырья. На спирт перерабатывают любое зерно, в том числе и непригодное для пищевых и кормовых целей. Ежегодный объем переработки составляет (%): пшеницы 50 (преимущественно дефектной), ячменя 20, ржи 12, кукурузы 8, проса 5, овса 2 и прочих культур (гречиху вики, гороха, риса и др.) 3. Для приготовления солода употребляют кондиционное высококачественное зерно.

Кукуруза. Из зерновых культур лучшим сырьем для производства спирта является кукуруза (*Zea mays*). В ней содержится относительно больше крахмала, меньше клетчатки, больше жира (что повышает кормовое достоинство барды). Урожайность кукурузы в 2...3 раза выше урожайности других зерновых культур.

В России кукурузу возделывают на Северном Кавказе, Нижней Волге, в Воронежской и Курской областях.

В зависимости от формы зерна и степени развитости роговидной части эндосперма кукурузу подразделяют на 7 ботанических групп: кремнистая, зубовидная, крахмалистая, восковидная, лопающаяся, сахарная, чешуйчатая. Для производства спирта предпочтительнее легко развариваемая крахмалистая и зубовидная кукуруза.

Рожь, пшеница, ячмень и овес. Рожь (*Secale*), пшеница (*Triticum*), ячмень (*Hordeum*) и овес (*Avena*) широко возделываются в России: рожь (преимущественно озимая) - в северных, северо-западных и центральных районах, во многих районах Сибири и Урала; пшеница - в Западной и Восточной Сибири, Поволжье; ячмень (преимущественно яровой) и овес - повсеместно - от субтропиков до Заполярья.

В небольших количествах перерабатывают крупяные культуры - просо, гречиху и рис, некоторые продовольственные (горох) и кормовые (вику).

Солод и ферментные препараты. Для осахаривания крахмала на спиртовых заводах используется солод и ферментные препараты.

Солодом называют зерно, которое проросло в определенных условиях. При прорастании в зерне образуются амилолитические, протеолитические и другие ферменты. Солод на спиртовых заводах получают из ячменя, ржи, пшеницы, овса и проса по следующей схеме:

- 1) очистка зерна;
- 2) замачивание;
- 3) проращивание;
- 4) измельчение;
- 5) смешивание с водой.

Для осахаривания крахмала в спиртовом производстве кроме солода используются ферментные препараты, получаемые из культур мицелиальных грибов и бактерий. Выпускаемые специальными заводами или специализированными цехами спиртовых заводов ферментные препараты

представляют собой либо жидкости с содержанием сухого вещества не менее 50%, либо порошки с определенной стандартной ферментативной активностью. Ферментные препараты, используемые в спиртовой промышленности, получают из мицелиальных грибов рода *Aspergillus*, бактерий *Vac. mesentericus*, *Vac. subtilis* и других. Эти микроорганизмы образуют α -амилазу, а некоторые глюкоамилазу (фермент, расщепляющий крахмал до глюкозы). Применение ферментных препаратов микробного происхождения в спиртовой промышленности взамен солода позволяет существенно снизить расход высококачественного зерна на получение солода и способствует повышению выхода спирта.

Дрожжи. В спиртовом производстве в качестве возбудителей брожения используются дрожжи семейства сахаромисетов. Они продуцируют комплекс ферментов, под действием которого сахара сусла превращаются в этиловый спирт и диоксид углерода. В спиртовом производстве применяют расы (разновидности, отличающиеся несколькими особенностями) дрожжей верхового брожения, обладающие высокой энергией брожения. Они образуют максимальное количество спирта, сбраживают моно- и дисахариды и часть декстринов. Дрожжи, используемые в производстве спирта из мелассы, должны быстро сбраживать субстрат в среде с высоким осмотическим давлением (осмофильные дрожжи).

Вначале дрожжи размножают по методу чистой культуры из одной дрожжевой клетки в стерильных условиях. Спиртовые заводы получают чистую культуру дрожжей и размножают их по определенной схеме. Далее их культивируют по методу естественно чистой культуры, при котором создаются оптимальные условия для развития дрожжей (температура, pH, аэрация и др.) и неблагоприятные для посторонних микроорганизмов, в первую очередь бактерий.

В качестве питательной среды для размножения дрожжей служит сусло, содержащее вещества, необходимые для их питания. Иногда в сусло добавляют дробленый зеленый солод в качестве источника дополнительного

питания. Для подавления развития посторонних микроорганизмов сусло подкисляют серной или молочной кислотой до pH 3,8 - 4,0. Температуру поддерживают на уровне 28 - 30 °С. Размножение дрожжей осуществляют в аппаратах - дрожжанках. Аппарат представляет собой вертикальный цилиндр с коническим днищем, снабженный двумя змеевиками для нагрева и охлаждения сусла. Процесс-размножения дрожжей ведут периодическим или полунепрерывным способами. При периодическом сусло из осахаривателя перекачивают в дрожжанку, нагревают до 70 °С и выдерживают при этой температуре 20 мин с целью пастеризации. Затем охлаждают до 50 °С, подкисляют серной кислотой, перемешивают, охлаждают до 30°С и вносят 10% дрожжей от объема сусла. При размножении дрожжей поддерживают температуру на уровне 30°С, регулируя ее путем подачи в змеевики дрожжанки холодной воды. При снижении концентрации сусла на 1/3 от первоначальной производят отбор дрожжей. Длительность размножения дрожжей около 20 ч.

Полунепрерывный способ размножения дрожжей проводят в установке из двух дрожжанок и пастеризатора, в котором пастеризуют, подкисляют и охлаждают сусло. Подготовленное сусло подают в одну из дрожжанок, вводят в нее дрожжи и оставляют на 6 - 8 ч при 28 °С. Затем половину объема дрожжей переводят во вторую дрожжанку и обе доливают суслом из пастеризатора. Через 6 - 8 ч зрелые дрожжи из одной дрожжанки спускают в бродильный аппарат. Свободную дрожжанку моют и стерилизуют, после чего половину дрожжей из второй дрожжанки переводят в свободную, доливают оба аппарата суслом из пастеризатора и процесс повторяется.

Картофель

Из 1 т картофеля можно получить 170 кг крахмала или 80 кг глюкозы. При переработке в крахмал 1 т картофеля дает 1 т мезги, используемой на корм скоту. Из той же тонны картофеля можно выработать 112 л этилового спирта, 55 кг жидкой углекислоты и в качестве отхода получить еще 1500 кг барды, тоже используемой на корм.

Картофельный крахмал дает более высокий выход спирта.

Строение и химический состав клубня картофеля

Если разрезать клубень, можно невооруженным глазом различить несколько слоев, состоящих из различных тканей. Молодой клубень покрыт тонкой кожей, которую называют эпидермисом. По мере созревания растения на клубне образуется многослойная покровная ткань - *перидерма* (кожура). Она состоит из нескольких слоев (от 9 до 17) омертвевших клеток, пропитанных жироподобным пробковым веществом - *суберином*. Благодаря этому кожура надежно защищает клубень от высыхания и проникновения микроорганизмов. Но клубень - это живой организм. Он дышит, в нем постоянно протекают процессы обмена веществ. При дыхании клубень поглощает кислород, а выделяет углекислый газ и воду. Для этого в пробке клубня имеются особые отверстия» так называемые *чечевички*. Через них осуществляются газообмен и испарение воды. Далее, под кожурой, расположена особая ткань - кора. Она состоит из плотно прилегающих одна к другой клеток без больших межклеточных пустот. Кора заполнена основным питательным веществом картофельного клубня - *крахмалом*.

Под корой расположен камбиальный слой или, как иногда говорят, *камбиальное кольцо*. В этом слое находятся сосудистые пучки, по которым во время роста растения питательные вещества из надземной части растения - стебля и листьев - поступают в клубень. И, наконец, внутреннюю часть клубня составляет так называемая сердцевина. Сердцевина неоднородна: различают внешнюю и внутреннюю сердцевину. Внешняя граничит с камбиальным кольцом. По своему строению эта ткань сходна с корой клубня. Внутренняя сердцевина отличается меньшей плотностью; в ней содержится меньше крахмала и других сухих веществ и соответственно больше воды.

Из всего сказанного выше следует, что для промышленной переработки важно, чтобы кожица клубней была возможно тоньше, но достаточно опробковевшей, а внутренняя сердцевина - минимальной.

Очень большое значение имеют также форма и размеры клубней. Чем больше клубни, тем меньше отходов получается при их переработке и, прежде всего, при очистке. Форма играет существенную роль при механической очистке клубней - желательна округлая, шаровидная форма.

Важным показателем качества клубней является также число глазков и глубина их залегания. Клубни тем лучше, чем меньше на них глазков и чем менее глубоко они залегают. Нормальным считается наличие на клубне не более пяти глазков. Цвет кожицы практического значения не имеет, так как она при подготовке картофеля удаляется.

Химия клубня

И все же главным показателем качества и ценности картофеля является его химический состав, т. е. содержание в нем основных питательных веществ.

Химический состав клубней колеблется в довольно широких пределах и зависит от ряда факторов: сорта, степени зрелости, почвенных и климатических условий, количества и качества удобрений и т. д. Так, содержание воды в клубнях колеблется от 64 до 86%, соответственно содержание сухих веществ равно 14-36%. Такие же колебания наблюдаются и в отношении отдельных компонентов. Поэтому я приведу средние и округленные данные - их вполне достаточно для суждения о пищевой ценности картофеля.

Из сухих веществ клубня можно выделить следующие основные компоненты: 18,5% крахмала, 0,8% сахара, 1,5% пентозанов и пектиновых веществ, 1,0% клетчатки, 2,0% азотистых веществ, 0,2% жира и 1,0% золы (минеральные соли). Крахмал, сахара, пентозаны, пектиновые вещества и клетчатка относятся к одной группе химических соединений - к углеводам.

Сахара картофеля представлены главным образом глюкозой (виноградный сахар). Меньше в картофеле сахарозы (свекловичный сахар) и совсем немного фруктозы (плодовый сахар). Повышенное содержание сахаров в клубнях нежелательно. Во-первых, они ухудшают вкус картофеля, во-вторых, при переработке ведут к увеличению потерь, так как растворяются в воде, и, в-третьих, соединяясь с продуктами распада белков (с аминокислотами), образуют темноокрашенные соединения - меланоидины.

Клетчатка - тоже высокомолекулярный углевод - образует кожуру картофеля.

Азотистые вещества картофеля состоят, прежде всего, из белков. К сожалению, содержание белка в картофеле очень мало (примерно 1,5%). Жиры в картофеле содержатся настолько мало, что он практически не имеет значения для характеристики пищевой ценности клубней.

И, наконец, о минеральных солях, вернее о золе, поскольку при сжигании картофеля все органические вещества сгорают и только минеральные соли остаются, образуя золу. В золе картофеля найдено более 20 минеральных элементов. Некоторые из них (например, фосфор, калий, магний, железо, кальций и др.) играют большую роль в процессе обмена веществ. Особое физиологическое значение имеют такие элементы, как фосфор и калий. Кроме того, в золе картофеля найдено около 10 микроэлементов (медь, марганец и др.), менее 1 мг каждого из них в 100 г сухого вещества картофеля.

Ферменты (биологические катализаторы, вещества белковой природы, регулирующие ход химических реакций в растительных и животных продуктах) играют очень важную роль как в обмене веществ клубня, так и в других процессах, происходящих, например, при хранении картофеля. Всем известно, что если разрезать клубень картофеля, то он на срезе быстро темнеет. Этот процесс происходит под влиянием фермента тирозиназы, которая вызывает окисление аминокислоты тирозина кислородом воздуха и образование темноокрашенного соединения.

Соланин - сложное вещество, состоящее из молекулы сахара (глюкозы) и физиологически очень активного вещества - алкалоида соланоидина. Достаточно съесть за один раз 200 мг соланина (всего 0,2 г!), как наступит отравление. Однако содержание соланина в нормальных здоровых клубнях не превышает 2-10 мг в 100 г картофеля. Значит, чтобы отравиться картофелем, надо за один раз съесть не менее 3,5-4 кг. Но надо учитывать, что количество соланина резко увеличено в зеленых частях клубня, образующихся при неправильном хранении картофеля. Потому все позеленевшие части клубней необходимо тщательно удалять еще до начала тепловой обработки.

Природный полимер...

Итак, самым главным веществом картофеля является крахмал. Он составляет около 80% всего сухого вещества клубня и, естественно, определяет пищевую ценность картофеля, а также его свойства как сырья для технической переработки. Крахмал необходим организму человека как источник энергии. Он легко переваривается в желудочно-кишечном тракте человека, отличается сравнительно высокой калорийностью (около 4 ккал в 1 г вещества). При сгорании в организме 1 г крахмала дает 16,75 кДж энергии.

Содержание крахмала в клубнях тоже колеблется в довольно широких пределах: от 8 до 29%, в среднем составляет 18%. Крахмал находится в клетках коры и сердцевинки клубней в виде круглых или овальных зерен. Зерна картофельного крахмала наиболее крупные (от 0,05 до 0,1 мм). Крахмал в картофеле (как, впрочем, и повсюду) легко обнаруживается йодной реакцией. Если на срез клубня капнуть йодом, крахмал сразу же окрашивается в синий цвет.

По своей химической природе крахмал относится к классу углеводов. Его формула $(C_6H_{10}O_5)_n$. Это значит, что каждая молекула крахмала состоит из n (число это точно не определено) групп $(C_6H_{10}O_5)_n$. Группа $(C_6H_{10}O_5)_n$ - это глюкоза, лишенная молекулы воды (H_2O). Таким образом, можно сказать, что молекула крахмала состоит из некоторого количества

соединенных между собой глюкозных остатков. Из этого следует, что крахмал - природный полимер. Слово «полимер» образовано из двух греческих слов: *poll* - много и *meros* - частица.

Установлено, что крахмал неоднородное вещество, оно состоит из двух компонентов: амилозы и амилопектина. Они различаются строением молекулы и тем, что амилопектин содержит фосфор. Эти различия определяют разные физические и химические свойства амилозы и амилопектина. Амилоза легко растворяется в воде и при нагревании со щелочью полностью распадается. Амилопектин в воде не растворим, а образует студень, или суспензию. В картофельном крахмале содержится от 17 до 25% амилозы и от 75 до 83% амилопектина. От соотношения этих частей зависят физические свойства картофельного крахмала.

В целом крахмал в воде не растворяется, а при нагревании с водой при температуре около 65°C клейстеризуется. При этом сильно увеличивается вязкость образованного клейстера. Клейстер удерживает значительное количество влаги.

В результате разложения воды образовались водород и кислород. Водород вступил в реакцию с углекислым газом, а кислород выделился в окружающую атмосферу, а образовавшийся в листьях сахар (глюкоза) полимеризуется и превращается в крахмал. По мере накопления в листьях избытка крахмала последний разлагается, превращается в сахар, который по бесчисленным каналам стеблей спускается вниз, под землю. Здесь в подземных стеблях (столоны) сахар снова преобразуется в крахмал и накапливается в клубнях. Так непрерывно в летнее время совершается в растении процесс образования сахара и крахмала.

Химический состав мелассы.

Зависит главным образом от сорта и качества сахарной свеклы, почвенно-климатических условий ее произрастания. На физико-химические и технологические показатели мелассы влияют методы ведения производства на сахарных заводах, а также продолжительность сезона сахароварения

(таблица Химический состав и технологические показатели качества свеклосахарной мелассы).

Меласса содержит 75-85 % сухих веществ, из которых около 54-63% (по весу сухих веществ) сахарозы, 14,8% азотистых веществ, 16,7% безазотистых веществ (кроме сахара) органических веществ и 8,5% золы.

При содержании около 20% воды меласса в среднем содержит 50% сахара и 30% несахаристых веществ, которые в свою очередь можно разделить на неорганические, главным образом соли калия 10%, и органические 20%.

Кроме сахарозы, нормальная меласса содержит в небольшом количестве (до 0,25%) инвертный сахар, а также раффинозу (до 2 %).

Цветность мелассы в ед. Штаммера от 327 до 1300.

В состав углеводов мелассы, кроме сахарозы и инвертного сахара, входят также трисахариды — раффиноза (0,01 — 2%) и кестоза (в незначительном количестве). Раффиноза состоит из одной молекулы сахарозы и одной молекулы галактозы. При действии инвертазы дрожжей или при слабом кислотном гидролизе раффиноза частично разлагается с образованием мелибиозы и фруктозы. Последняя сбраживается спиртовыми дрожжами. Кестоза состоит из двух молекул фруктозы и одной молекулы глюкозы, на спирт она не сбраживается.

Несахара мелассы (все соединения, кроме сахарозы) делятся на неорганические (10%) и органические (20%). Органические несахара подразделяются на безазотистые и азотсодержащие. Безазотистые несахара составляют углеводы (инвертный сахар, раффиноза и кестоза) и органические кислоты, среди которых уксусная, муравьиная, масляная, молочная, щавелевая, пропионовая, валериановая.

Общий азот нормальной мелассы состоит из следующих видов, %:

- Белковый 3,0
- Пептонный 1,9
- Аминокислотный 8,2

- Нитратный 2,0
- Бетаинный..... 73,9