

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для самостоятельной работы

**По дисциплине: «Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной
продукции и виноградарства**

на тему «Строение, химический состав пивоваренного зерна ячменя и его
технологическое значение»

для семинарских занятий обучающихся по направлению подготовки научно –
педагогических кадров в аспирантуре

19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии

направленность «Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и
виноградарства»

Краснодар 2014

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании методической комиссии факультета перерабатывающих технологий

Протокол № от

Методические указания подготовлены к.т.н., доцентом Влащик Л.Г.

Рецензент: д.т.н., проф. Родионова Л.Я.

Цель самостоятельной работы - изучение зерна ячменя как основного сырья в пивоварении.

Задачи работы:

- ознакомиться со строением зерна ячменя;
- изучить химический состав зерна ячменя и его влияние на качество пива;
- отчет о работе оформить в виде реферата

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Из всех видов зерновых культур ячмень имеет наиболее благоприятные свойства для пивоварения. Это связано с химическим составом ячменя, наличием оболочки, обеспечивающей хорошую защиту ростка, образующегося в процессе прорастания. Оболочка служит также естественным фильтрующим слоем при промывании пивной дробины водой.

Характеристика зерна. Ячмень принадлежит к семейству злаков. По расположению зерен в колосе различают шестирядный, четырехрядный и двухрядный ячмени.

В колосе шестирядного ячменя у стержня звездообразно расположено шесть неодинаково развитых зерен. Шестирядный ячмень с шестью хорошо развитыми зернами встречается редко: обычно четыре зерна развиты в нем слабее. Такой ячмень похож скорее на четырехрядный. Четырехрядный ячмень — разновидность шестирядного, но его зерна несколько сдвинуты по оси по отношению друг к другу.

Неоднородность размеров зерен шестирядных и четырехрядных ячменей обуславливает их разную скорость замачивания и проращивания. Содержание оболочки и белка в них относительно высокое. Эти ячмени обычно используют для кормовых целей.

Двухрядный ячмень имеет только два хорошо развитых зерна. Эти зерна

крупнее, чем в шестирядном и четырехрядном ячмене, имеют высокое содержание крахмала. Поэтому в таком ячмене содержится сравнительно много пенных экстрактивных веществ и мало пленок, а следовательно, меньше дубильных и горьких веществ. Все зерна одинаковые, содержание экстракта сравнительно высокое. Двухрядный ячмень, как правило, яровой и объединяет в себе все преимущества, важные для приготовления солода и пива.

В зависимости от времени посева ячмень разделяют на яровой озимый. Двухрядный ячмень — это типичный яровой, тогда как шестирядный и четырехрядный ячмени — озимый и яровой.

Сорта пивоваренного ячменя. Содержание крахмала, белка, наличие разнообразных ферментов и других веществ (полифенолов, гуммиобразных и пр.), находящихся в зерне, зависят от сорта, а в наибольшей степени — от условий выращивания ячменя (климата, почвы, культуры возделывания).

Усилия работников сельского хозяйства и пивоваренной промышленности направлены на выращивание немногих хороших пивоваренных сортов ячменя для получения однородного качества солода и, следовательно, пива. Ведутся работы по концентрации посевов пивоваренного ячменя в наиболее благоприятных районах, чтобы улучшить качество зерна. Кроме того, назрела необходимость в специализации хозяйств по выращиванию пивоваренного ячменя.

Наиболее часто в России районированы и высевают следующие сорта: Винер, Московский 2, Московский 3, Московский 121, Носовский 6, Носовский 9, Нутанс местный, Нутанс 115, Нутанс 187, Романтик, Черниговский 5, Черниговский 7, Юлия и др.

Строение зерна.

По строению ячменного зерна можно делать выводы о его ценности и о путях его переработки. При этом различают наружное и внутреннее строение.

Наружное строение

На рисунке 1 показаны (а) спинная сторона зерна со спинной или покровной оболочкой (7), которая у культурных ячменей продолжается на

колосе длинной остью, отбиваемой при обмолоте.

По морщинистости (5) спинной мякинной оболочки определяется ее тонкопленочность, которая, позволяет оценивать ячмень по крахмалистости. На брюшной стороне (b) находится брюшная или передняя мякинная оболочка. В брюшной бороздке (3) зерна находится базальная щетинка (4), остаток неоплодотворенного цветка, которая позволяет судить о сорте ячменя.

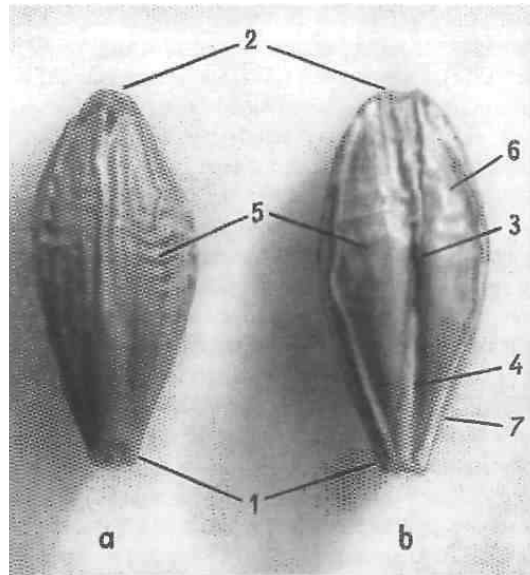


Рисунок 1 –Наружное строение зерна

- 1.Основание
- 2.Кончик
- 3.Брюшная бороздка
- 4.базальная щетина
- 5.Морщинистость
- 6.Брюшная мякинная оболочка
- 7.Спинная мякинная оболочка

Применяемые в пивоваренной промышленности сорта ячменя всегда являются пленчатыми, то есть у них брюшная и спинная оболочки настолько плотно срослись с семенной и плодовой оболочками зерна, что остаются на зерне и при обмолоте. В противоположность этому, при обмолоте пшеницы обе оболочки отделяются, так что остается оголенное зерно. Однако существуют и такие сорта ячменя, где оболочки отделяются (так называемые голозерные

ячмени).

Основание зерна заострено сильнее, чем кончик, так как при обмолоте ость отбивается. Если остеотбойник настроен слишком тонко, то это может привести к повреждению зерен. Поверхность отделения зерна от стержня колоса всегда гладкая, форма поверхности отделения (прямая или косая) позволяет селекционеру судить о сорте ячменя.

Внутреннее строение

При рассмотрении ячменного зерна различают плоско-выпуклую спинную сторону и более выпуклую брюшную сторону. Последняя имеет продольную бороздку.

Три основные части зерна ячменя — оболочка, эндосперм и зародыш (рисунок 2). Оболочка состоит из несколько клеточных слоев, которые подразделяются на мякинную, плодовую и семенную оболочки. Мякинная оболочка образует наружное ограничение зерна и защищает его от повреждений. Следующие оболочки — плодовая и семенная — состоят из нескольких слоев клетчатки.

Отдельные слои срослись между собой в большей или меньшей степени. В технологическом отношении имеет значение полупроницаемая семенная оболочка, так как она пропускает внутрь зерна воду, задерживая при этом растворенные соли и другие вещества.

Эндосперм (мучнистое тело) покрыт алейроновым слоем, представляющим собой два ряда толстостенных клеток призматической формы, в состав которых входят белок и жир. Эндосперм имеет тонкостенные клетки, наибольшая часть их содержит крахмал, а некоторая заполнена белком и гумми-веществами. От соотношения крахмала и этих веществ в клетках эндосперма зависят выход экстракта и качество солода.

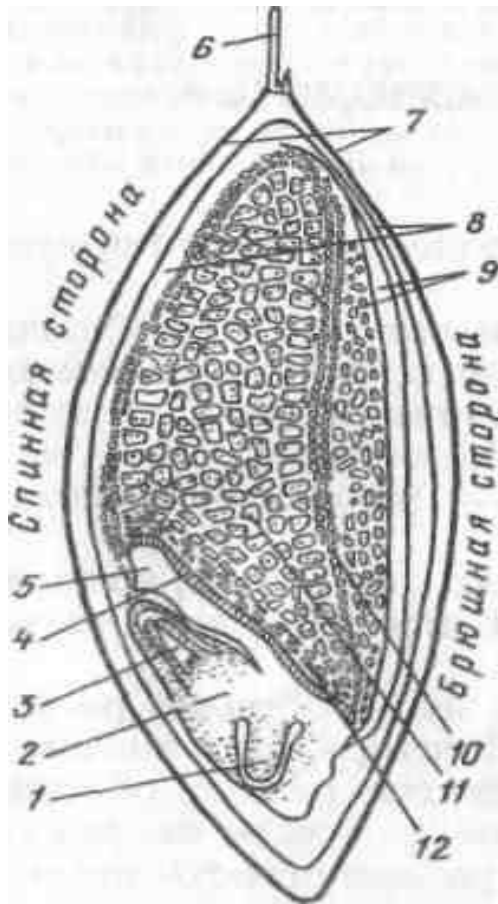


Рисунок 2 - Продольный разрез зерна ячменя:

- 1 — корешок;
- 2 — зачаток зародышевого листка;
- 3 — зачаток корешка;
- 4 — всасывающий эпителий;
- 5 — щиток со столбчатым эпителием;
- 6 — ость;
- 7 — мякинная;
- 8 — плодовая и семенная;
- 9 — бороздки; эндосперм;
- 10 — алейроновый слой;
- 11 — крахмальные клетки;
- 12 — растворенные крахмальные клетки.

Зародыш расположен на спинной стороне зерна, состоит из щитка, зачатков зародышевого листа—почечки, первичного стебля и корешка. Щиток посредством эпителий и ферментов передает из эндосперма зерна питательные вещества к зародышу. Зародыш обуславливает способность зерна к прорастанию: так, из зачатков зародышевого листка развивается стебель, а из зародышевого корешка — корни ячменя, а также корешки солода.

Влияние элементов химического состава зерна ячменя на качество суслу и пива.

Пивоваренный ячмень имеет в среднем следующий химический состав (в % мас.в пересчете на сухие вещества):

крахмал — 55...64; сахароза — 1...2; мальтоза, глюкоза, фруктоза — 0,1...0,2; остальные сахара — 1; водорастворимые гумми-вещества — 1...1,5; гемицеллюлоза — 8... 10; целлюлоза — 4..5; жиры — 2..3; белок — 8...12, в том числе альбумины — 0,4...0,5, глобулины — 3, проламины — 3...4, глютелины — 3...4, аминокислоты — 0,5...0,6; нуклеиновые кислоты — 0,2...0,3; минеральные вещества — 2; прочие безазотистые экстрактивные вещества (полифенольные вещества, лигнин, фитин и др.) — 5...6.

Углеводы ячменя представлены крахмалом, гемицеллюлозой, целлюлозой (клетчаткой) и гумми-веществами, а также продуктами распада различных полисахаридов.

Крахмал — важнейшая составная часть экстракта пивоваренного ячменя в качественном и количественном отношениях. Он служит резервным питательным веществом при прорастании, а продукты его ферментативного гидролиза образуют большую часть экстрактивных веществ суслу и пива.

Содержание крахмала — важный критерий оценки качества ячменя. Доля крахмала $(C_6H_{10}O_5)_n$ в ячмене составляет 50-63-65%.

В семенах крахмал накапливается в форме отдельных гранул. Круглые, линзообразные большие гранулы имеют диаметр 15... 40 мкм, более или менее шарообразные мелкие гранулы зерна — 2 мкм, они окружают большую часть

зерна. Следовательно, чем больше в зерне ячменя крупных крахмальных гранул, тем лучше его технологические свойства.

Крахмал не растворяется в холодной воде, с йодом дает синее окрашивание; в горячей воде зерна его набухают с образованием геля из амилопектина. При постепенном нагревании с водой крахмал превращается в коллоидный раствор — крахмальный клейстер.

Целлюлоза (клетчатка) (5-6%) содержится в мякнинной оболочке и зародыше, но отсутствует в эндосперме

Подобно амилозе, молекула целлюлозы состоит из длинных неветвящихся пенок глюкозных остатков с соединением 1,4. Иное расположение молекул глюкозы (β -расположение по сравнению с α -расположением у амилозы) делает целлюлозу нерастворимой и не расщепляемой ферментами солода. Поэтому целлюлоза не влияет на качество пива.

Гемицеллюлозы - главные составные части стенок клеток эндосперма. Они состоят β -глюканов и пентозанов, которые совместно образуют прочный каркас стенок клеток мучнистого тела. β -глюканы и пентозаны обладают различной структурой и оказывают разное влияние на технологию и качество пива.

Гемицеллюлозы состоят: на 80-90% из β -глюкана и на 10-20% из пентозанов.

Под действием различных факторов β -глюкан склонен к гелеобразованию, особенно при затягивании затирания, что может отрицательно влиять на фильтруемость пива. Поэтому на дальнейших стадиях переработки на β -глюкан следует обращать особое внимание.

Пентозаны состоят из пентоз - ксилозы и арабинозы. Пентозаны при солодоращении и затирании частично расщепляются. Их влияние на приготовление и качество пива незначительно и не идет ни в какое сравнение с влиянием β -глюкана.

Гумми-вещества обладают высокой вязкостью и положительно влияют на стойкость пены в пиве. Они также имеют большое значение для вкусовых

качеств пива. Гемицеллюлозы и гумми-вещества расщепляются ферментами, принадлежащими к комплексу цитазы или гемицеллюлазы. Возникающие при этом продукты распада, если они не поглощаются при образовании зародыша или не употребляются на его построение, способствуют повышению экстрактивности солода.

Количество гумми-веществ в ячмене зависит от сорта и условий произрастания. При жаркой и сухой погоде их содержание увеличивается.

Низкомолекулярные углеводы (сахароза, раффиноза, мальтоза, глюкоза и фруктоза) в качестве питательных веществ положительно влияют на прорастание ячменя.

Содержание сахара в ячмене очень невелико (1,8-2,0%). Так как зерно при уборке находится в состоянии покоя, в нем содержится немного продуктов расщепления, преимущественно сахарозы, а также небольшое количество глюкозы и фруктозы.

Азотистые вещества зерна ячменя имеют сложный химический состав. Они подразделяются на белковые вещества и аминокислоты. Белковые вещества, в свою очередь, разделяются на простые и сложные белки.

Белковые вещества

В ячмене содержание белка может колебаться в пределах 8-11-16%. Из этого количества белков в готовое пиво попадает едва ли треть, и хотя содержание белковых веществ в пиве сравнительно невелико, они могут существенно влиять на его качество.

Так, белковые вещества в определенной степени влияют на возникновение помутнения. Во всяком случае, содержание экстракта в солоде уменьшается в таком же отношении (0,7-1,0%), насколько возрастает содержание белка в ячмене.

Содержание белка в пивоваренном ячмене не должно превышать 11,5% (к сухому веществу).

В зависимости от поведения белков ячменя в процессе получения пива их разделяют на две большие группы, на протеины и продукты их расщепления.

Протеины (простые белки).

К протеинам относятся высокомолекулярные белки с относительной молекулярной массой от 20 000 до 300 000, которые почти не растворимы в водных растворах и при кипячении осаждаются.

Так как сусло кипятится в варочном цехе, в готовое пиво протеины не попадают. Большая часть белков ячменя состоит из протеинов (около 92%).

Протеины по своей растворимости делятся на различные группы, из которых в ячмене присутствуют следующие:

Глютелин. Белок ячменя примерно на 30% состоит из глютелина, растворимого в слабощелочных растворах. Этот белок локализуется в основном в алейроновом слое и позднее не расщепляется, переходя в дробину неизменным.

Проламин. Проламин ячменя называется гордеином и составляет около 37% ячменного белка, он растворяется в 80%-ном спиртовом растворе и частично попадает в дробину.

Глобулин. Глобулин ячменя называется эдестином. Он растворяется в слабых солевых растворах, а также в заторе и составляет около 15% белка ячменя. При длительном кипячении никогда полностью не осаждается и может вызывать в пиве помутнение.

Альбумин. Альбумин ячменя называется лейкоцином, он растворим в чистой воде и составляет около 11% ячменного белка. При кипячении он полностью осаждается. Количество протеинов при солодоращении и затирании уменьшается благодаря тому, что они ферментативным путем частично переходят в продукты расщепления.

Продукты расщепления белка

Название этих веществ обусловлено тем, что они всегда растворимы в воде и при кипячении не выпадают в осадок. В готовое пиво попадают практически только продукты расщепления белка, а не сами белки.

Продукты расщепления составляют минимальную часть (около 8%) белковых веществ ячменя. При солодоращении и варке сусла их содержание возрастает.

Различают следующие продукты расщепления белка:

1. Высокомолекулярные продукты расщепления. Они состоят из комплекса продуктов расщепления протеина - протеоз, название которых происходит по аналогии с протеинами, из которых они образованы (*альбумозы, глобулозы*), и из комплекса образовавшихся *пептонов*.

Высокомолекулярные продукты расщепления улучшают пеностойкость пива, но также участвуют в образовании мутности.

2. Низкомолекулярные продукты расщепления. Они состоят из мельчайших составляющих белковых веществ - аминокислот и из образующихся путем полимеризации пептидов. В присутствии воды две аминокислоты соединяются в один дипептид.

Низкомолекулярные продукты расщепления - это необходимые для дрожжей продукты питания.

Аминокислоты служат важнейшим источником питания дрожжей при построении новых клеток. В зависимости от величины цепи дрожжи могут или полностью ассимилировать аминокислоты, или отнимать у них аминогруппы. Когда множество аминокислот связаны в цепь, всегда остается одна конечная NH_2 -группа. В отличие от нее группы NH остаются недостижимыми для дрожжей. Для питания дрожжей наиболее важными являются содержащие группы NH_2 .

Жир (липиды) и жироподобные вещества. Ячменное зерно содержит около 3% жиров, которые откладываются главным образом в алейроновом слое и в зародыше, причем в алейроновом слое и в оболочке содержится жиров в 9 раз больше, чем в зародыше. Частично они расходуются при проращивании ячменя, а былая часть их остается в пивной дробине, однако часть жиров переходит в сусло и далее отрицательно воздействует на вкус и пеностойкость пива.

Основными составляющими жиров (липидов) являются жирные кислоты.

Ненасыщенные жирные кислоты имеют большое значение для нашего питания, тем более, что некоторые из них не могут синтезироваться человеческим организмом (так называемые незаменимые жирные кислоты).

Они играют существенную роль и при приготовлении пива: так, ненасыщенные жирные кислоты требуются для построения стенок дрожжевых клеток, их производные участвуют в процессах старения пива с ухудшением его вкуса после розлива.

Жирные кислоты с цепочками средней длины образуются в основном при главном брожении. При созревании пива они в значительной степени экстрагируются дрожжами и весьма отрицательно влияют на ценообразование.

Жиры (липиды) являются сложными эфирами жирных кислот с глицерином (глицеролом). Сложные эфиры - это соединения кислот и спирта. Глицерин является спиртом (трехвалентным пропиловым, пропанолом).

Жирные кислоты реагируют с глицерином с выделением воды, при этом образуется липид (жир, масло).

К липидам относятся горькие смолы, находящиеся главным образом в мякинной оболочке. Для них характерны очень терпкий вкус и антисептические свойства. Горькие вещества легче растворяются в горячей воде со щелочной реакцией, чем дубильные. Более жесткая вода выщелачивает больше этих веществ, чем мягкая.

В процессе появления прогорклости эти составные части в присутствии воды снова разделяются.

Полифенольные вещества. Обнаруживаются они главным образом в виде неприятного горького («царапающего») вкуса. Их количество тем больше, чем толще оболочка ячменного зерна, и поэтому у толстопленочных сортов ячменя пытаются удалять основную их часть уже в солодовне. То же самое относится и к имеющимся горьким смолам.

К полифенолам относятся фенольные кислоты и антоцианогены. В пиве эти соединения связаны с высокомолекулярными белковыми веществами и поэтому могут вызывать помутнения, снижающие потребительскую ценность пива и способные даже сделать его полностью непригодным для употребления.

Чтобы избежать подобных помутнений, следует удалять указанные полифенолы до розлива. Возможно также частично или полностью избежать помутнений путем селекции ячменя, не содержащего антоцианидины, или

путем проведения каких-либо других стабилизирующих мероприятий.

Витамины в зерне ячменя находятся в алейроновом слое и тканях зародыша. Они необходимы для нормального роста и развития зародыша и жизнедеятельности дрожжей, являются составной частью некоторых ферментов.

В ячмене содержатся в основном следующие витамины:

- В₁ (тиамин) - преимущественно во внешних частях зерна;
- В₂ (рибофлавин);
- С (аскорбиновая кислота) - в меньшем количестве;
- Е (токоферол) - в жире зародыша.

Минеральные вещества (зольные элементы) содержатся в ячмене в пределах 2500...3500 мг на 100 г сухого вещества. Их количество и состав зависят от почвенных и климатических условий, а также от применяемых удобрений.

Микроэлементы (Fe, Cu, Mn, Cr, Pb, Al, Co), оказывающие влияние на биологические и технологические процессы.

Минеральные вещества имеют значение для развития зародыша, процесса брожения и создания буферности суслу и пива.

Основными минеральными веществами ячменя являются:

- фосфаты - около 35% (в пересчете на P₂O₅);
- силикаты - около 25% (в пересчете на SiO₂);
- калийные соли - около 20% (в пересчете на K₂O).

Фосфаты являются не только основными составляющими минеральных веществ и их соединений, их присутствие в ячменном зерне играет существенную роль в образовании важнейших органических соединений (например, фитина, нуклеиновых кислот, коэнзимов, белковых веществ и т. д.). Из этих соединений фосфаты высвобождаются при солодоращении и пивоварении.

Присутствие фосфатов играет большую роль во многих технологических процессах. Так, без фосфатов не может проходить спиртовое брожение,

поскольку протекающие при этом процессы химически «завязаны» на фосфорную кислоту.

Особо много *силикатов* находится в оболочке ячменного зерна, а также в крахмале. Они коллоидно-растворимы и обнаруживаются в каждом помутнении пива.

Для приготовления пива имеют значения соли в качестве микроэлементов, например, соли цинка для брожения. Большинство солей попадает в пиво из ячменя. Среднее пиво (12%-ное) содержит около 1600 мг минеральных веществ и их окислов на литр. Из них около 400 мг поступает из воды, а около 1200 мг - из солода (причем все карбонаты поступают в пиво из воды).

Ферменты ячменя. Ферменты входят в состав всех живых растений и животных организмов, причем ячмень и дрожжи содержат широкий набор ферментов. Многообразные превращения веществ во время получения солода и пива протекают почти исключительно благодаря действию ферментов.

Ферменты - высокомолекулярные белковые вещества, которые как биокатализаторы делают возможным или существенно ускоряют определенные реакции. Они действуют уже в весьма малых концентрациях и определяют направление и скорость биохимических превращений.

Ферменты в зерне ячменя представлены следующими группами:

- карбогидролазы, ускоряющие реакции гидролиза углеводов — ди-, три- и полисахаридов;
- пептидгидролазы, расщепляющие белки и полипептиды;
- фосфатазы, катализирующие гидролитическое расщепление определенных фосфорных эфиров;
- липазы, катализирующие гидролиз жиров с образованием глицерина и жирных кислот, и др.

В ячмене уже содержится ряд ферментов, но в относительно небольших количествах. Большая же часть ферментов образуется лишь в ходе его проращивания при солодоращении.

В ячмене, находящемся в состоянии покоя, присутствует незначительное

количество ферментов, в основном нерастворимых. Большинство их образуется или освобождается при проращивании.

Эти ферменты необходимы, чтобы перевести находящиеся в эндосперме нерастворимые вещества в растворимую форму, обеспечивающую зародышу возможность построения новых клеточных веществ или возможность получения энергии.

Поэтому главной целью солодоращения является образование ферментов при проращивании, так как они позднее совершенно необходимы для процессов расщепления веществ при затирании в варочном цехе.

Требования к качеству ячменя.

Оценка качества ячменя

Качество ячменя в решающей степени влияет на качество солода и производимого пива.

Оценка качества ячменя осуществляется *путем визуального обследования и путем теххимических методов анализа.*

Оценку качества проводят по определенным показателям при поставке (контроль соответствия) и при хранении.

Чем больше партия ячменя, тем больше может выявиться отклонений. Чтобы получить точную картину о среднем составе, необходимо отобрать пробы из возможно большего числа мест и перемешать их.

Визуальное обследование

Пивоваренные ячмени выбирают в основном по сорту и месту возделывания. Наряду со ставшими сегодня привычными экспресс-методами при поставке ячменя в настоящее время возрастает значение визуального обследования, то есть оценка качества ячменя по внешним показателям. При этом оценивают:

Запах

Он должен быть чистым, свежим, соломенным. Затхлый, гнилостный,

плесневелый запах указывает на то, что ячмень хранился при повышенной влажности и мог потерять свои качества. В этом случае следует ожидать пониженной всхожести и возникновения трудностей при переработке.

Влажность

На ощупь ячмень должен быть сухим и обладать хорошей сыпучестью. Если зерна прилипают к рукам, то их влажность повышена.

Цвет и блеск

Ячмень должен быть светло-желтым, цвета соломы, блестеть, а зерна должны иметь одинаковые размеры. Зеленоватые зерна свидетельствуют о ранней уборке. Ячмень, перестоявший под дождем, выглядит серым и матовым. Коричневые кончики зерна могут быть признаком сорта (например, Isaria), но обычно это вызывается уборкой при повышенной влажности и приводит к повышенной водочувствительности зерен.

Красное зерно

Красные зерна (эндосперм красного цвета) указывают на массовое поражение фузариумом. При приготовлении солода из подобного зерна появляется большая опасность возникновения такого нежелательного явления, как гашиш (фонтанирование) пива. Ячмень с красными зернами для солодоращения непригоден.

Характеристики оболочек

Оболочки должны иметь тонкую морщинистость, которая свидетельствует о хорошем, богатом экстрактом ячмене. Недостаточно вызревшие зерна зачастую имеют толстые или гладкие оболочки. Толстые оболочки содержат больше дубильных и горьких веществ.

В иные годы в период созревания наблюдается растрескивание зерен ячменя. Это явление возникает из-за смены теплой (солнечное облучение) и дождливой погоды в период налива и созревания зерна. Оно усиливается или ослабляется в зависимости от генетических особенностей тех или иных сортов и влияния плесневых грибов, задерживающих созревание. При этом могут возникать следующие эффекты:

-растрескивание оболочек, при этом переход от брюшной к спинной

оболочке закрыт не полностью, оболочки, находящиеся ниже, обычно не повреждены;

- *растрескивание зерна*, при этом возникают трещины в оболочке и в находящихся ниже слоях, возможно, и в эндосперме, растрескивание - явление, явно затрудняющее получение качественного ячменя;

- *прорастание зерна*, оно возникает, когда при весьма влажной уборке ячмень начинает прорасти уже на стебле, в этом случае ячмень для приготовления солода непригоден, при нормальных условиях естественный период покоя зародыша гарантирует от прорастания зерна;

Степень загрязнения. В зерне не должны присутствовать никакие посторонние предметы, семена сорняков, песок, камни, обрывки веревок, солома, колосья, ости, металлические предметы, половинки зерен, спорынья и другие злаки.

Поврежденные зерна (неповрежденность)

Поврежденные зерна при переработке вызывают технологические и биологические затруднения и должны своевременно устраняться. Повреждения зерен возникают прежде всего при обмолоте и из-за воздействия вредителей.

Форма и величина зерен. Зерна должны быть крупными, полными и округлыми, такие зерна ячменя содержат обычно по сравнению с плоскими и длинными больше экстракта и меньше белка. Однако форма зерна зависит в первую очередь от его сорта.

Однородность. Для производства желательно иметь однородный ячмень с высоким содержанием полных зерен.

Вид зародыша (проросшее зерно). При уборке, происходившей в очень влажных условиях, партия ячменя может содержать уже проросшие зерна, такие партии для получения солода не используются, так как ячмень в них прорастает очень неравномерно.

Поражение зерна вредителями. Самым распространенным вредителем зерна является долгоносик. У поврежденных им зерен наблюдаются четкие отверстия погрыза, и они всплывают при замачивании. Такой ячмень для приготовления солода не годится.

Основные требования, предъявляемые к качеству ячменя, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Требования к качеству пивоваренного ячменя

Внешние и технологические показатели качества	Характеристика
Цвет оболочки	Для I класса — светло-желтый или желтый, для II класса — светло-желтый, желтый или серовато-желтый.
Запах	Свойственный нормальному зерну ячменя (без затхлого, солодового, плесневого и других посторонних запахов).
Состояние	Здоровый, негреющийся.
Содержание примесей	В чистом ячмене I класса допускается не более 1 % сорных, в том числе 0,2 % вредной, и до 2 % зерновых примесей, для II класса — до 2 % сорных, в том числе 0,2 % вредной, и до 5 % зерновых.
Крупность	Характеризуется однородностью по крупности зерна, является предпосылкой для равномерного поглощения воды при замачивании и протекании процесса проращивания зерна. Крупность должна быть не менее 85 % для I класса и 60 % для II класса
Содержание мелкого зерна	Должно быть не более 5 % для I класса и не более 7 % для II класса (сход на сите с отверстиями 2,2x20 мм).
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше I степени.
Влажность	Для ячменя I класса не более 15,0, для II класса — 15,5 %.
Белок	Должно быть для I и II классов не более 12 %. Большое количество белка в ячмене затрудняет его переработку в солодовенном и пивоваренном производствах. Высокому содержанию белка всегда сопутствует низкая экстрактивность солода. Считают, что уменьшение содержания белка на 1 % позволяет увеличить выход экстракта на 0,75 Богатый белком ячмень плохо поддается проращиванию из-за неравномерного протекания цито-литических изменений, а приготовленный солод содержит хорошо растворимый белок, положительно влияющий на пеностойкость, но усиливающий склонность пива к помутнению.
Внешние и технологические показатели качества	При выработке темных сортов пива применяют ячмени с высоким содержанием белка (11...12 %), поскольку последний способствует накоплению красящих и ароматических веществ.
Способность к прорастаню	Указывает на количество проросших зерен на пятые сутки, т. е. на процентную долю всех жизнеспособных зерен. Для I класса пивоваренного ячменя способность к прорастаню должна быть не менее 95 %, а для II класса не менее 90 % (для зерна, поставляемого не ранее чем за 45 дней после уборки).
Жизнеспособность	Для I и II классов пивоваренного ячменя жизнеспособность должна быть не менее 95 % (для зерна, поставляемого ранее чем за 45 дней после уборки).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Виды ячменя в зависимости от расположения зерен в колосе?
2. Какие сорта ячменя используют для приготовления солода?
3. Охарактеризуйте наружное строение зерна ячменя.
4. Каково анатомическое строение ячменного зерна и его технологическое значение?
5. Углеводы ячменя и их влияние на качество сусла и пива?
6. Азотистые вещества ячменя, их химический состав и влияние на качество сусла и пива?
7. Липиды ячменя, их состав и роль в технологии пива?
8. Полифенольные вещества, их технологическое значение в пивоварении?
9. Витамины и минеральные вещества ячменя и их влияние на качество пива?
10. Ферменты ячменя и их роль в технологии приготовления пивного сусла?
11. По каким показателям осуществляется визуальный контроль качества ячменя?
12. Какие требования предъявляются к качеству пивоваренного ячменя?

ЛИТЕРАТУРА

1. Фараджева Е.Д., Федоров В.А. Общая технология бродильных производств. – М., 2002. – 408 с.
2. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств. – М.: Колос, 1999. – 448 с.
3. Калунянц К.А. Химия солода и пива. – М.: Агропромиздат, 1990. – 176 с.