

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра пищевой биотехнологии

Х.Б. ДУСАЕВА

ТЕХНОЛОГИЯ ПИВОВАРЕННОГО И БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2006

УДК 663.4 + 663.8 (076.5)
ББК 36.87
Д 85

Рецензент

кандидат технических наук, доцент Р.Н. Касимов

Д 85 Дусаева Х.Б.
Технология пивоваренного и безалкогольного производств:
методические указания к лабораторному практикуму/ Х.Б. Дусаева.
Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2006. – 56 с.

Лабораторный практикум состоит из 11 лабораторных работ по анализу качества сырья, полупродуктов и готовой продукции. Каждая работа включает теоретическое изложение материала, описание методики проведения опытов и задания.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технология пивоваренного и безалкогольного производств» для студентов специальности 260204.

ББК 36.87

© Дусаева Х. Б., 2006
© РИК ГОУ ОГУ, 2006

Содержание

1 Лабораторная работа №1 Оценка качества ячменя.....	4
2 Лабораторная работа №2 Оценка качества хмеля. Оценка качества несоложенного зернового сырья	12
3 Лабораторная работа № 3 Исследование процесса замачивания ячменя.....	20
4 Лабораторная работа № 4 Исследование процесса проращивания ячменя.....	23
5 Лабораторная работа № 5 Оценка качества солода.....	27
6 Лабораторная работа № 6 Исследование физико-химических показателей лабораторного сусла.....	32
7. Лабораторная работа № 7 Исследование процессов охмеления, осветления и охлаждения пивного сусла.....	36
8 Лабораторная работа № 8 Исследование процесса сбраживания пивного сусла.....	39
9 Лабораторная работа № 9 Оценка качества готового пива.....	42
10 Лабораторная работа № 10 Исследование процесса приготовления сахарного и купажного сиропов для производства безалкогольных напитков...46	
11 Лабораторная работа № 11 Качественные показатели кваса и безалкогольных напитков.....	49
Список использованных источников.....	51
Приложение А.....	52
Приложение Б.....	54

1 Лабораторная работа №1 Оценка качества ячменя

Материалы, реактивы и оборудование

1. Ячмень, фильтровальная бумага, дистиллированная вода.
2. Концентрированная серная кислота, 0,1 н. раствор NaOH, 0,1 н. раствор H₂CO₄, 3 % раствор фенолфталеина.
3. Термометр, весы, электрическая плитка, лабораторные сита, литровая пурка, разделочные доски, стеклянные воронки, чашки Петри, диафаноскоп, лабораторная мельница, колбы Къельдаля, сушильный шкаф, бюксы, эксикатор, колбы вместимостью 150-200 мл.

Основным сырьем в производстве солода является ячмень. Ячмень проращивают в определенных условиях, высушивают и получают солод - основное исходное сырье для производства пива. При этом необходимо хорошо знать химический состав и качественные показатели сырья, чтобы грамотно управлять технологическим процессом с целью получения продукта с заданными характеристиками. В производстве пивоваренного солода используется ячмень, отвечающий требованиям ГОСТ 5060-86. Качество ячменя в решающей степени влияет на качество солода и производимого пива. Поэтому оценка ячменя весьма важна.

Оценку качества ячменя осуществляют на основании базовых показателей, которые делят на внешние (состояние зерна, цвет, запах, температура) и аналитические (влажность, способность прорастания, крупность, содержание мелких зерен и примесей).

Для оценки технологических качеств ячменя применяют следующие показатели: натура зерна, масса 1000 зерен, способность прорастания, водочувствительность, мучнистость, экстрактивность, содержание белка, пленчатость.

Оценка по внешним показателям. Внешний вид зерна, запах, цвет и температура дают возможность судить о его доброкачественности. Зерна хорошего пивоваренного ячменя должны быть крупными, ровными по размеру, блестящими. Зерна должны быть светло-желтыми или желтыми, что свидетельствует о зрелости ячменя и правильной его уборке. Допускается серовато-желтый цвет и более темный оттенок желтого цвета. Серо-матовый цвет нежелателен, так как он может быть результатом развития плесени. Не допускается наличие зерен с темными кончиками, свидетельствующих о плохой уборке или хранении; зеленый и слишком светлый цвет является признаком незрелости ячменя.

Запах должен быть чистым, свежим, запах свежей соломы. Зерно не должно иметь постороннего запаха (затхлый, плесневелый, гнилостный), который определяют следующим образом. Небольшое количество ячменя берут на ладонь, согревают дыханием и определяют запах. Для усиления ощущения

запах 100 г зерна высыпают на сетку, 2-3 мин пропаривают над кипящей водой, помещают на чистый лист и определяют присутствие постороннего запаха. На ощупь ячмень должен быть сухим и обладать хорошей сыпучестью. Если зерна прилипают к рукам, то их влажность повышена.

Цвет зерна (ГОСТ 10967-90) определяют при дневном рассеянном свете или освещении люминесцентными лампами.

Крупность ячменя и содержание примесей определяют на рассеивающем приборе, который состоит из верхнего и среднего сит с продолговатыми отверстиями размером соответственно 2,5×20 мм для определения крупности и 2,2×20 мм – для определения мелких зерен и нижнего с круглыми отверстиями диаметром 1,5 мм для выделения сорной примеси. Навеску зерна 50 г помещают на верхнее сито, просеивают в течение 3 мин при 110-120 движениях в минуту. Навеска зерна разделяется на фракции (остаток на ситах и проход на поддоне под нижним ситом). Из фракций выделяют примеси и каждую фракцию взвешивают отдельно. Примеси высыпают на стеклянную доску и вручную, с помощью пинцета и кисточки разделяют их на сорные и зерновые.

Отношение массы зерна, оставшегося на сите 2,5×20 мм (М) к общей массе навески зерна после выделения из навески сорной и зерновой примесей (m), выраженное в процентах, характеризует крупность зерна (X_м).

$$X = \frac{M \cdot 100}{m}, \quad (1.1)$$

Процентное отношение массы зерна, оставшегося на нижнем сите (диаметром отверстий 1,5 мм), к массе всей навески, выражает количество мелких зерен.

Из сходов со всех сит выделяют сорные и зерновые примеси и вычисляют их количество в процентах от массы навески.

К сорной примеси относятся:

- весь проход, полученный при просеивании через сито с круглыми отверстиями диаметром 1,5 мм;
- минеральная примесь (земля, камешки, шлак и др.);
- органическая примесь (солома, части стержней колоса, ости, солома и др.);
- семена всех сорных и культурных растений, кроме пшеницы, ржи, овса;
- вредная примесь: головня, спорынья, вязель, горчак софора, горчак розовый, мышатник;
- зерна ячменя, пшеницы, ржи, овса, прогнившие, проплесневевшие, обуглившиеся – все с явно испорченным эндоспермом (от коричневого до черного цвета);
- изъеденные вредителями с полностью выеденным ядром.

К зерновой примеси относятся:

- битые, изъеденные вредителями, давленные зерна с нарушенной оболочкой и открытым эндоспермом;
- незрелые – зеленые и сильно недоразвитые щуплые зерна ячменя;

проросшие зерна с вышедшим наружу корешком или ростком;

- заплесневевшие зерна с измененным цветом оболочки и эндосперма от кремового до светло-коричневого.

Определение массы 1000 зерен

Масса 1000 зерен (ГОСТ 10842-89) пивоваренных ячменей колеблется в пределах 37 – 48 г. Ячмени, имеющие массу 1000 зерен до 40 г, считаются легкими, до 44 г – средними, более 45 г – тяжелыми. Тяжелые ячмени - более экстрактивные из-за высокой удельной массы основного компонента – крахмала.

Отбирают навеску ячменя массой 40 г. Половинки зерен и посторонние примеси удаляют и массу их вычитают из отобранной навески; затем определяют массу чистых зерен ячменя, которые подвергают подсчету.

Расчет массы 1000 зерен на воздушно-сухое вещество (x) проводят по формуле:

$$x = \frac{a \cdot 100}{n}, \quad (1.2)$$

где а – масса навески ячменя за вычетом массы половинок зерен и примесей, г;

n – число целых зерен ячменя в навеске.

Массу 1000 зерен (x) пересчитывают на сухое вещество (X_1) по формуле:

$$X_1 = \frac{x \cdot (100 - W)}{100}, \quad (1.3)$$

где W - влажность ячменя, %

Определение натуре зерна

Натурой, или натурной массой зерна называют массу 1 л зерна, выраженную в граммах, определяемую на пурке с падающим грузом. (ГОСТ 10840-64). Пурка состоит из мерки, наполнителя, цилиндра с воронкой, падающего груза, ножа и весов с разновесом. Пурку собирают на крышке ящика, установленного горизонтально. К коромыслу весов подвешивают справа мерку с опущенным в нее падающим грузом, а слева – чашку для гирь и проверяют, уравнивают ли они друг друга. Вынув из мерки падающий груз, ее устанавливают на крышке ящика, зацепляя за выступы в ней. В щель мерки вставляют нож, над ним помещают падающий груз, затем надевают наполнитель. В цилиндр насыпают почти доверху ячмень; из этого цилиндра, установив его отвесно, зерно через надетую на него воронку пересыпают в наполнитель. Нож быстро, но без сотрясений прибора, вынимают из щели, и груз с находящимся над ним зерном падает вниз и заполняет мерку, после чего нож вновь задвигают в щель. Отдельные зерна, которые в конце движения ножа попадут между лезвием ножа и краями щели, перерезаются ножом. Мерку вместе с наполнителем снимают с гнезда, опрокидывают, придерживая нож и наполнитель, и

высыпают излишек зерна. Наполнитель снимают и вынимают нож из щели. Мерку с зерном подвешивают к коромыслу весов и взвешивают. Натура пивоваренных ячменей колеблется от 600 до 750 г/ л. Лучшим считается ячмень с натурой 680-750 г/л, средний с натурой 600-680 г/ л.

Определение зараженности зерна вредителями.

Зараженность зерна вредителями устанавливают путем просеивания среднего образца, отобранного согласно ГОСТ 13586.6-93. Степень зараженности показывает количество живых вредителей в 1 кг зерна. Наиболее опасными вредителями зерна являются клещи и долгоносики. Зерно просеивают в течение 3 мин через сито с круглыми отверстиями: при определении зараженности клещом диаметр отверстий должен быть 1,5 мм, а при определении зараженности долгоносиком – 2,5 мм. В зависимости от количества вредителей в 1 кг зерна различают три степени зараженности (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Степень зараженности зерна вредителями

Степень зараженности	Количество долгоносиков в 1 кг зерна	Количество клещей в 1 кг зерна
Первая	1 -5	От 1 до 20
Вторая	6 -10	Более 20
Третья	Более 10	Клещи образуют сплошной войлочный слой

Допускается переработка на солод ячменя с первой степенью зараженности клещом; ячмень любой степени зараженности долгоносиком для пивоварения непригоден.

Способность прорастания (процент проросших зерен) определяют на 5 сутки проращивания в лаборатории. Этот показатель свидетельствует о степени пригодности ячменя к солодоращению (ГОСТ 10968-88).

Определение проводят при температуре не ниже 16 °С и не выше 22 °С в стеклянной воронке диаметром 8-9 см, на конец которой надета короткая резиновая трубка с зажимом. В отверстие воронки во избежание проскакивания зерен помещают кусочек согнутой под углом тонкой стеклянной палочки или немного ваты. Воронку устанавливают в штативе. В воронку при закрытом зажиме помещают 500 зерен ячменя, наливают воду комнатной температуры так, чтобы уровень ее был на 1,5-2 см выше поверхности зерна, и зерно с водой перемешивают, чтобы погрузить всплывшие зерна.

Через 4 ч воду из воронки спускают и оставляют ячмень в воронке с открытым зажимом на 16-18 ч; во избежание высыхания зерен воронку покрывают крышкой (от чашки Петри), на внутренней стороне которой помещено несколько слоев фильтровальной бумаги, смоченной водой.

Через 16-18 ч зажим завинчивают и ячмень заливают водой, оставляя ее на 4 ч, после чего воду сливают и ячмень оставляют без воды, но с открытой трубкой до конца проращивания. Фильтровальная бумага в крышке все время должна поддерживаться во влажном состоянии. По истечении трех суток (72 ч) от начала определения проводят подсчет проросших зерен, причем проросшими считают зерна как с вышедшими наружу корешками, так и с «глазками».

Непроросшие зерна оставляют в воронке на двое суток при указанных условиях, после чего дополнительно подсчитывают количество проросших зерен. Подсчет проросших зерен через трое суток характеризует энергию прорастания, а через пять суток – способность прорастания.

Энергию прорастания зерна в процентах вычисляют по формуле: _

$$X = \frac{500 - A}{500 \cdot 100}, \quad (1.4)$$

где А – количество зерен не проросших за 72 ч, шт.;

Способность прорастания зерна в процентах определяют по следующей формуле:

$$X_1 = \frac{500 - B}{500 \cdot 100}, \quad (1.5)$$

где В – количество зерен, не проросших за 120 ч, шт.

Жизнеспособность – потенциальная возможность зерна к прорастанию. Ее определяют у ячменя, не прошедшего послеуборочное дозревание.

Водочувствительность характеризует снижение способности к прорастанию даже при небольшом избытке воды. Водочувствительность чаще проявляется для ячменя, выращенного в неблагоприятных, более влажных климатических условиях. Водочувствительность выражается разницей между количеством проросших зерен при оптимальных и избыточных количествах воды. Если разница менее 25 %, то ячмень маловодочувствительный, при 26-45 % - водочувствительный, при разнице более 45 % - у зерна значительная водочувствительность и требуется строгое соблюдение специальной технологии замачивания.

Определение водочувствительности заключается в определении числа проросших зерен ячменя при замачивании в различных объемах жидкости. Для этого из средней пробы ячменя дважды отбирают по 100 зерен. В две чашки Петри укладывают 2-3 слоя фильтровальной бумаги, плотно приглаживают, смачивают соответственно 4 и 8 мл дистиллированной воды, раскладывают по 100 зерен ячменя бороздкой вверх так, чтобы каждое зерно хорошо соприкасалось со смоченной бумагой. Сверху зерно прикрывают листами фильтровальной бумаги того же размера. Чашки закрывают и выдерживают в темном месте 72 ч при температуре 18-20 °С. Через каждые 24 ч проросшие зерна подсчитывают и удаляют из образца. Степень водочувствительности характеризуется разностью проросших зерен с 4 и 8 мл воды, выраженная в процентах.

Мучнистость характеризует состояние эндосперма. Зерна могут быть мучнистыми, стекловидными, полустекловидными. Стекловидный ячмень получается в том случае, если на стадии созревания зерна в период от молочной до полной спелости была сухая, жаркая погода. Стекловидный ячмень содержит повышенное количество белка, трудно перерабатывается и дает солод пониженного качества. Мучнистость ячменя устанавливают при помощи диафаноскопа.

Другим важным технологическим показателем является **содержание белка**. Чем больше его в зерне, тем труднее проращивается зерно. Пиво, приготовленное из таких ячменей, нестойкое. При солодоращении зерно с высоким содержанием белка самосогревается, эндосперм плохо разрыхляется, увеличиваются потери экстрактивных веществ. Содержание белка в зерне должно быть 9-11,5 %. Для приготовления темного пива могут быть использованы ячмени с содержанием белка до 12,5 %, так как в этом случае продукты распада белка участвуют в образовании цвета и аромата пива. Следует принимать во внимание, что увеличение содержания белка на 1 % приводит к снижению экстрактивности на 0,8 %. Содержание белка ниже 7,5 % может привести к недостаточному сбраживанию сусла, плохой пеностойкости, пустому вкусу пива. Наиболее распространенным методом определения содержания белка в зерне является метод Къельдаля.

Определение содержания белка. 30-50 г ячменя, выделенного из образца и освобожденного от сорной примеси, размалывают на лабораторной мельнице. Муку насыпают на стеклянную пластинку, перемешивают, разравнивают и покрывают другой стеклянной пластинкой так, чтобы получить под стеклом слой муки толщиной 3-4 мм. Снимают верхнее стекло и отбирают порции муки в пробирку с таким расчетом, чтобы навеска была около 1 г. Пробирку с мукой вдвигают в горизонтальном положении в горло колбы Къельдаля и осторожно высыпают содержимое с возможно меньшим распылением. В колбу наливают 20 мл концентрированной серной кислоты и добавляют 10 г катализатора (смесь сернистой меди и сернистого калия). Содержимое колбы осторожно перемешивают круговыми движениями так, чтобы вся мука была смочена серной кислотой. Колбу устанавливают в наклонном положении, вначале во время сжигания подогревание ведут на слабом пламени. Сжигание продолжают до тех пор, пока содержимое колбы не приобретет зеленовато-голубой окраски без желтого оттенка; после этого нагревание продолжают еще 1,5 ч. Общая продолжительность сжигания должна быть не менее 3 ч. Вторую часть определения проводят в приборе для отгонки аммиака. К охлажденному содержимому колбы Къельдаля приливают небольшими порциями при помешивании круговыми движениями дистиллированную воду до полного растворения осадка. Содержимое колбы через воронку переводят в колбу для отгонки, сливая туда же несколько раз ополоски из колбы Къельдаля с таким расчетом, чтобы содержимое перегонной колбы равнялось примерно 400-500 мл.

В приемник - коническую колбу - отмеривают 25 мл 0,1 н. раствора серной кислоты и 0,5 мл раствора смешанного индикатора. Конец насадки с

расширением должен быть погружен в раствор серной кислоты. Приливают в колбу 90-100 мл 33 % раствора едкой щелочи, смывают горло колбы небольшим количеством дистиллированной воды и присоединяют ее к холодильнику при помощи насадки с каплеуловителем. Содержимое колбы перемешивают круговыми движениями и только после этого включают нагрев. Медленно доводят жидкость до кипения и кипятят до полного отгона аммиака. После отгона половины содержимого колбы приемную колбу несколько отставляют так, чтобы конец стеклянной трубки расположился над жидкостью, и продолжают отгонку, пока из колбы не отгонится примерно $\frac{2}{3}$ первоначального объема. Общая длительность перегонки 1 ч 15 мин гарантирует отгонку всего аммиака. По окончании отгонки конец стеклянной трубки споласкивают дистиллированной водой в приемник и титруют содержимое 0,1 н. раствором едкого натра до появления светло-зеленой окраски жидкости, чем определяют количество оставшейся свободной серной кислоты.

Вычитая полученное число мл в децинормальной щелочи из первоначально взятого количества 0,1 н. раствора серной кислоты (25 мл), получают число мл 0,1 н. раствора серной кислоты, пошедшее на нейтрализацию перегнанного аммиака. Умножая это число на 0,0014 (каждый мл 0,1 н. раствора серной кислоты соответствует 0,0014 г азота), получают количество азота в г, умножая его на коэффициент 6,25, рассчитывают количество белка во взятой навеске ячменя. Пересчитывая количество белка (азота) на 100 г, получают процентное содержание белка (азота) в воздушно-сухом веществе ячменя, а затем проводят пересчет на сухое вещество. Нормальным пивоваренным, легко перерабатываемым в солод ячменем считается ячмень с содержанием белка от 9-12 % на сухое вещество.

Влажность (массовая доля влаги). Влажностью называют массу воды, удаляемой из зерна при высушивании, выраженную в процентах от его массы. Одним из наиболее точных методов определения влажности является метод высушивания продукта до постоянной массы.

Определение влажности ячменя. Для определения влажности ячменя из среднего образца отбирают 20 г и измельчают на лабораторной мельнице. Измельченное зерно примерно по 5 г помещают в высушенные, охлажденные и взвешенные бюксы и бюксы с открытыми крышками помещают в предварительно нагретый сушильный шкаф, где высушивают при температуре 105 °С или 130 °С в течение 3 ч или 40 мин соответственно.

Бюксы с высушенным материалом вынимают из шкафа, закрывают крышками и охлаждают в эксикаторе. Для поглощения влаги в эксикатор ставят прокаленный хлорид кальция или концентрированную серную кислоту. Через 20 мин бюксы с образцами вынимают из эксикатора и взвешивают.

Массовую долю влаги в ячмене в процентах вычисляют по формуле:

$$W = \frac{M - m}{M} \cdot 100, \quad (1.6)$$

где M – масса навески размолотого ячменя до высушивания, г;
 m – масса навески размолотого ячменя после высушивания, г.

Кислотность. Сущность метода заключается в способности кислореагирующих веществ зерна нейтрализовать щелочь, которой титруют водную суспензию размолотого зерна (ГОСТ 10844-74).

Для определения кислотности ячменя взвешенную навеску размолотого зерна 5 г высыплют в сухую коническую колбу и приливают 50-100 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы немедленно перемешивают взбалтыванием до исчезновения комочков, добавляют 5 капель 3 % раствора фенолфталеина, взбалтывают и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия. Титрование ведется медленно, особенно в конце реакции, при постоянном взбалтывании колбы до появления ясного розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 20-30 с.

Кислотность (в градусах кислотности) определяют объемом 1н. раствора гидроксида натрия, требующего для нейтрализации кислоты в 100 г продукта, и вычисляют по формуле:

$$K = \frac{V \cdot 100}{m \cdot 10}, \quad (1.7)$$

где V – объем 0,1н. раствора щелочи (с учетом поправочного коэффициента к титру щелочи), израсходованный на титрование, мл;

m – масса навески размолотого зерна, г;

10 – коэффициент пересчета 0,1 н. раствора щелочи в 1 н. раствор;

100 – коэффициент пересчета на 100 г ячменя.

Большое значение в технологическом процессе имеет **пленчатость** зерна, т. е. содержание цветочных пленок, состоящих из веществ, нерастворимых в воде и не поддающихся ферментативному гидролизу. Чем выше пленчатость, тем ниже экстрактивность. Пленчатость у различных сортов ячменя 8-17 %. В пивоварении используют ячмени с пленчатостью не более 9 % (на абсолютно сухое вещество).

Важнейшим технологическим показателем ячменя является **экстрактивность**, т. е. количество веществ, которые могут раствориться и при затирании перейти в сусло. В основном экстрактивность зерна обусловлена содержанием крахмала, некрахмальных полисахаридов и белковых веществ.. В пивоваренном двухрядном ячмене в отличие от шестирядного содержание крахмала составляет 56-70 %, а экстрактивность 73 -82 %, у хороших ячменей экстрактивность – 76-82 % (на сухое вещество). Чем выше экстрактивность, тем меньше расход зерна на производство пива. Для определения экстрактивности применяют главным образом аналитические методы, основанные на использовании ферментативного гидролиза для перевода нерастворимых в воде веществ ячменя в растворимое состояние. В качестве источника ферментов в наиболее распространенных методах используют солодовую вытяжку.

Задание: Определить показатели качества выданных образцов ячменя (внешний вид, запах, цвет, крупность и содержание примесей, зараженность вредителями, натуру, массу 1000 зерен, способность прорастания, водочувствительность, мучнистость, влажность, кислотность ячменя). Дать заключение о доброкачественности и пригодности данного сырья для пивоварения.

Вопросы к защите лабораторной работы № 1

1. Назовите основное сырье, используемое при производстве пива.
2. Каков химический состав ячменного зерна? Назовите сорта пивоваренного ячменя и охарактеризуйте его технологические свойства.
3. Охарактеризуйте вредителей ячменя и способы борьбы с ними.
4. Что такое натура зерна? Как определяют натуру зерна?
5. Что такое пленчатость?
6. Как определяют кислотность ячменя?
7. Определение массы 1000 зерен.
8. Что такое жизнеспособность? Как определяют способность прорастания?
9. Что такое экстрактивность?
10. Как определяют содержание белка?

2 Лабораторная работа №2 Оценка качества хмеля. Оценка качества несоложенного зернового сырья

Материалы, реактивы и оборудование

1. Хмель, ячменная мука, бумажные фильтры, дистиллированная вода, дробленый рис или сечка, миллиметровая линейка.
2. Фенолфталеин, этиловый эфир.
3. Пинцеты, лабораторные сита, микроскопы, электрическая плитка, тигли, эксикатор, муфельная печь, весы, термостойкие стаканы емкостью 200-300 мл, пипетки, колбы, бюксы, сушильный шкаф, лабораторная мельница, пикнометры, термостат, термометр, асбестовая сетка, стеклянные палочки, кастрюля.

Незаменимым сырьем в пивоварении является хмель, который придает специфический вкус и аромат напитку, увеличивает его стойкость при хранении, способствует лучшему осветлению пива и образованию пены.

Хмель применяется шишковый прессованный, молотый брикетированный, гранулированный и в виде хмелевых экстрактов.

К прессованному шишковому хмелю (ГОСТ 21947-76) предъявляются требования с учетом базисных и ограничительных норм.

Базисные нормы хмеля следующие: цвет – от светло-желто-зеленого до золотисто-зеленого; влажность – 13 %; массовая доля α -кислот, в пересчете

на абсолютно сухое вещество – 3,5 %, шишки могут быть с покрасневшими кончиками лепестков.

Ограничительные нормы хмеля следующие:

- цвет – желтовато-зеленый, зеленовато-желтый, желтый с коричневыми пятнами, бурый;

- массовая доля α -кислот, в пересчете на абсолютно сухое вещество не менее 2,5 %;

- массовая доля хмелевых примесей не более для хмеля машинного сбора 10 %, ручного сбора не более 5 %;

- массовая доля золы в пересчете на абсолютно-сухое вещество не более 14 %; влажность 11-13 %; массовая доля семян не более 4 %; массовая доля общего количества сернистого ангидрида на абсолютно-сухое вещество не более 0,5 %.

Для использования в пивоваренном производстве не допускается хмель с прелым, затхлым, сырым, дымным и другими посторонними запахами, не свойственными хмелю, а также хмель, пораженный плесенью, сельскохозяйственными вредителями и болезнями, содержащий посторонние (не хмелевые) примеси.

Органолептические показатели.

Определение запаха. Запах определяют в горсти хмеля; силу запаха устанавливают при натирании шишками хмеля тыльной стороны кисти руки или трением одна о другую двух частей разорванных по стерженьку шишек. В горсти шишек определяют наличие посторонних запахов, которые в хмеле не допустимы.

Цвет шишек и состояние лупулина. Лупулин – самая ценная составная часть хмеля, содержащая ароматические и горькие вещества. Поверхность лупулиновых зернышек в хмеле, используемом в пивоварении, блестящая и слегка клейкая. Свежий лупулин обладает большей клейкостью и имеет желтую окраску с блеском. С течением времени желто-зеленая окраска лупулина переходит в желто-красную, а затем в красно-коричневую, характерную для старого хмеля. Потемнение лупулина – признак окисления горькой α -кислоты и ухудшения качества хмеля.

Цвет шишек и состояние лупулина определяют органолептически на синей бумаге при хорошем дневном свете. Цвет лупулина определяют на глаз, предварительно разорвав шишки по стерженьку; при растирании лупулина между пальцами определяют его липкость.

Для более точного определения состояния зерен лупулина, особенно их блеска, а также поражения хмеля болезнями, вредителями и плесенью используют микроскоп.

Определение поражения хмеля болезнями, вредителями и плесенью.

Определение ведут в разорванных по стерженьку шишках: рассматривают внутренние части лепестков шишек и устанавливают болезненные изменения, наличие вредителей, изъеденные ими части лепестков, налет плесени.

Количество шишек, пораженных вредителями и болезнями, выражают в процентах к массе шишек, взятых на анализ.

Содержание листьев, стеблей и других хмелевых примесей определяют следующим образом: навеску хмеля массой 50 г высыпают на лист бумаги и пинцетом отбирают свободные стебли, черешки и листья. Полностью до основания шишек удаляют черешки. Все примеси собирают и взвешивают. Содержание хмелевых примесей в процентах вычисляют по формуле:

$$X_1 = (m - 1,5) \cdot 2, \quad (2.1)$$

где m – масса примесей, г;

1,5 – поправка на массу черешков длиной до 2-3 см.

Содержание осыпавшихся лепестков определяют в навеске массой 50 г. Содержание осыпавшихся лепестков в процентах определяют по следующей формуле:

$$X_2 = 2 \cdot m, \quad (2.2)$$

где m – масса осыпавшихся лепестков, г.

Размеры шишек. Размеры шишек определяют миллиметровой линейкой.

Определение тонкости помола молотого и брикетированного хмеля.

Определение проводят путем просеивания порошка хмеля через сито с просветом 0,5 мм. Остаток на сите молотого хмеля не должен превышать 20 %, а брикетированного – 10 %.

Определение семянности. Семена хмеля содержат алкалоиды, ухудшающие вкус пива, и жир, снижающий пенообразовательную способность пива. Для анализа из среднего образца берут навеску массой 25 г, из которой отбирают целые шишки и взвешивают их. Затем каждую шишку осторожно разламывают и выбирают из нее семена. Очищенные от оболочки семена путем перетирания между пальцами взвешивают и вычисляют их содержание по отношению к массе целых шишек, из которых отобраны семена.

Определение зольности. В предварительно прокаленный до постоянной массы тигель взвешивают на весах навеску размельченного хмеля 3 г и сжигают на слабом огне (электрической плитке), а затем прокаливают в муфельной печи до получения в тигле остатка сероватого цвета (без черных частиц).

После охлаждения в эксикаторе тигель взвешивают, затем вторично прокаливают не менее 20 мин, и если после этого масса тигля с золой не изменилась, озоление считают законченным, а если масса его уменьшилась более чем на 0,0002 г, то прокаливание повторяют. Если масса после повторного прокаливания увеличилась, то берут меньшую массу.

Зольность определяют по формуле (в % на сухое вещество):

$$X = \left[\frac{a \cdot 100}{b} \right] \cdot \left[\frac{100}{100 - W} \right] = \frac{a \cdot 10000}{b} \cdot [100 - W], \quad (2.3)$$

где a – масса золы, г;
 b – навеска хмеля, г;
 W – влажность хмеля, %.

Расхождения между двумя параллельными определениями зольности могут быть не более 1 %.

Определение общего количества горьких веществ. Взвешивают 2 г размолотого хмеля с точностью до 0,01 г, навеску помещают в стакан емкостью 100 мл, вливают 60 мл этилового эфира и закупоривают стакан плотной пробкой. Настаивание ведут в течение часа при десятикратном взбалтывании, после чего стакан оставляют в покое не менее 2 ч до полного осветления жидкости над осадком хмеля.

При помощи аспиратора, не затрагивая осадка, пипеткой отбирают 2 пробы по 10 мл эфирного экстракта в две сухие колбы и немедленно титруют 0,02 н. раствором едкого калия с 3 каплями раствора фенолфталеина до появления темно-красной окраски, не усиливающейся от дальнейшего прибавления раствора едкого калия.

Количество горьких веществ на воздушно-сухое вещество вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 0,008 \cdot 60 \cdot 100}{2 \cdot 10} = 2,4 \cdot V, \quad (2.4)$$

где V – объем 0,02 н. раствора едкого калия, израсходованный на титрование, мл;

0,008 – количество горьких веществ, соответствующее 1 мл 0,02 н. раствора едкого калия (исходя из молекулярной массы горьких веществ хмеля, равного 400), г.

Содержание горьких веществ определяют по следующей формуле (в % на сухое вещество)

$$X_1 = \frac{X \cdot 100}{100 - W} = \frac{240 \cdot V}{100 - W}, \quad (2.5)$$

где W – влажность хмеля, %.

Определение содержания влаги. Навеску размельченного хмеля 2 г взвешивают на весах с точностью 0,0002 г в бюкс и высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 3 ч. После получасового охлаждения в эксикаторе бюкс с навеской вновь взвешивают. Содержание влаги в процентах вычисляют по формуле:

$$W = \frac{a - b}{a - c} \cdot 100, \quad (2.6)$$

где a – масса бюкса с навеской хмеля до высушивания, г;

b – масса бюкса с навеской хмеля после высушивания, г;

c – масса пустого бюкса, г.

Оценка качества несоложенного зернового сырья.

Для частичной замены основного сырья – ячменного солода в пивоварении и в производстве кваса используют несоложенные зерновые продукты.

Несоложенные зерновые продукты: дробленый ячмень, ячменная мука, дробленый рис или сечка, обезжиренная кукурузная крупка или мука, обезжиренная соевая мука – используется как для обеспечения сортовых особенностей некоторых сортов пива, так и по экономическим соображениям. В производстве кваса и квасного концентрата в качестве несоложенного сырья применяется ржаная мука.

Оценку качества несоложенных зернопродуктов производят по органолептическим (цвет, запах, вкус), физико-химическим (влажность, экстрактивность, содержание жира) показателям.

Органолептическая оценка.

Цвет. Цвет муки или крупки должны соответствовать культуре зерна, из которой они получены.

Запах. Запах определяют при согревании муки дыханием в пробе, взятой в горсть. Яснее запах обнаруживается, если муку насыпать в стакан, облить кипятком и, хорошо разболтав и закрыв стакан стеклянной пластинкой, дать постоять в течение 10 мин. Запах должен быть чистый, ни в коем случае не плесневелый, затхлый или кислый.

Вкус. Вкус муки определяют разжевыванием небольшого количества муки; вкусовые ощущения зависят от свежести муки; хруст при разжевывании указывает на наличие недопустимых количеств жернового песка или минеральных примесей.

Физико-химические показатели.

Определение содержания влаги. Определение содержания влаги производится методами, приведенными в анализе ячменя, предпочтительно методом определения при температуре 105 °С в течение 3 ч. Влажность должна гарантировать их сохранность, т. е. быть не выше 15,0-15,5 %.

Определение экстрактивности зерновых продуктов.

При определении экстрактивности зернового сырья, если несоложенный материал не дробленый, его предварительно следует пропустить через мельницу, превратив в помол, содержащий не менее 85 % муки. Экстрактивность зернового сырья в зависимости от культуры и качества колеблется от 70 до 90 % и более (на сухое вещество).

Экстрактивность определяют методом опытного затирания зернопродуктов с солодовой вытяжкой. Солодовую вытяжку готовят из светлого солода, обладающего цветностью не более 0,25 мл 0,1 н. раствора йода на 100 мл лабораторного сула, продолжительностью осахаривания 10-15 мин.

100 г тонкоразмолотого солода смешивают с 400 мл дистиллированной воды, смесь оставляют стоять при комнатной температуре в течение 2 ч при периодическом размешивании, после чего фильтруют через бумажный

складчатый фильтр и определяют плотность фильтрата пикнометрическим методом.

Для этого сухой чистый пикнометр взвешивают на весах, затем наполняют его чуть выше метки дистиллированной водой и выдерживают в термостате при температуре 20 °С не менее 25 мин. Не вынимая пикнометра из термостата, жгутиком из фильтрованной бумаги отбирают избыток воды в пикнометре, доводя край ее нижнего мениска до метки. Пикнометр взвешивают. Воду из пикнометра выливают, ополаскивают его несколько раз фильтратом, после чего заполняют фильтратом несколько выше метки и далее поступают так же, как при определении массы пикнометра с водой. Расчет относительной плотности производят по формуле:

$$d = \frac{(b - a)}{(c - a)}, \quad (2.7)$$

где а – масса пустого пикнометра, г;

б - масса пикнометра с фильтратом, г;

с - масса пикнометра с водой, г.

По относительной плотности с помощью таблицы 2.1 находят концентрацию экстрактивных веществ.

Таблица 2.1 – Относительная плотность (ρ, г/см³) и массовая доля сухих веществ (m)

ρ	m	ρ	m	ρ	m	ρ	m
1	2	3	4	5	6	7	8
1,01750	4,454	1,03000	7,558	1,04250	10,596	1,05500	13,569
1,01800	4,580	1,03050	7,681	1,04300	10,716	1,05550	13,687
1,01850	4,705	1,03100	7,803	1,04350	10,836	1,05600	13,804
1,01900	4,830	1,03150	7,926	1,04400	10,956	1,05650	13,921
1,01950	4,955	1,03200	8,048	1,04450	11,075	1,05700	14,039
1,02050	5,205	1,03300	8,293	1,04550	11,315	1,05800	14,273
1,02100	5,330	1,03350	8,415	1,04600	11,435	1,05850	14,390

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
1,02150	5,455	1,03400	8,537	1,04650	11,554	1,05900	14,507
1,02200	5,580	1,03450	8,659	1,04700	11,673	1,05950	14,624
1,02250	5,704	1,03500	8,781	1,04750	11,792	1,06000	14,741
1,02300	5,828	1,03550	8,902	1,04800	11,912	1,06050	14,857
1,02350	5,952	1,03600	9,024	1,04850	12,031	1,06100	14,974
1,02400	6,077	1,03650	9,145	1,04900	12,150	1,06150	15,090

1,02450	6,200	1,03700	9,267	1,04950	12,268	1,06200	15,207
1,02500	6,325	1,03750	9,388	1,05000	12,387	1,06250	15,323
1,02550	6,449	1,03800	9,509	1,05050	12,506	1,06300	15,439
1,02600	6,572	1,03850	9,631	1,05100	12,624	1,06350	15,555
1,02650	6,696	1,03900	9,751	1,05150	12,743	1,06400	15,671
1,02700	6,819	1,03950	9,873	1,05200	12,861	1,06450	15,787
1,02750	6,943	1,04000	9,993	1,05250	12,979	1,06500	15,903
1,02800	7,066	1,04050	10,114	1,05300	13,098	1,06550	16,019
1,02850	7,189	1,04100	10,234	1,05350	13,215	1,06600	16,134
1,02900	7,312	1,04150	10,355	1,05400	13,333	1,06650	16,249
1,02950	7,435	1,04200	10,475	1,05450	13,451	1,06700	16,365

Для последующих их расчетов ее выражают в объемных процентах путем умножения на относительную плотность.

Определение экстрактивности проводят в заторном аппарате или заторном стакане. В предварительно взвешенный на весах заторный стакан помещают 25 г измельченного продукта, смешивают с 25 мл солодовой вытяжки и 200 мл дистиллированной воды. Стакан устанавливают на асбестовую сетку большого диаметра во избежание подгорания содержимого, которое постепенно доводят до кипения при размешивании стеклянной палочкой и кипятят в течение 15 мин. Охлаждают содержимое стакана до температуры 45 °С, приливают еще 100 мл той же солодовой вытяжки; ставят стакан в заторный аппарат (водяную баню), нагретый до температуры 45 °С. При непрерывном механическом перемешивании, если работу ведут в заторном аппарате, или при периодическом размешивании вручную, если работу ведут в отдельном стакане, помещенном в водяную баню, содержимое стакана выдерживают при температуре 45 °С в течение 30 мин, после чего повышают ее до 70 °С с таким расчетом, чтобы повышение на 1 градус продолжалось 1 мин. В момент достижения температуры 70 °С в стакан наливают 100 мл дистиллированной воды нагретой до 70 °С. При этой температуре затор выдерживают 1 ч при постоянном перемешивании, после чего смывают мешалки дистиллированной водой внутрь стакана, содержимое которого в течение 10-15 мин охлаждают до комнатной температуры. Содержимое стакана, доведенное до температуры 18-20 °С, доливают дистиллированной водой до массы 450 г, размешивают и фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу. Первые 100 мл фильтрата возвращают на фильтр. Во время фильтрации воронки прикрывают часовыми стеклами или стеклянными пластинками. В полученном фильтрате определяют относительную плотность пикнометрическим методом, пользуясь таблицей 2.1 находят концентрацию экстрактивных веществ.

Содержание экстракта на воздушно-сухое вещество (g) рассчитывают по формуле (в %):

$$g = \frac{e \cdot (800 + W)}{(100 - e)}, \quad (2.8)$$

где e – содержание экстракта в лабораторном сусле, %;

W – влажность несоложенного материала, %

Пересчет на сухое вещество E_1 проводят по формуле:

$$E_1 = \frac{g \cdot 100}{(100 - W)}, \quad (2.9)$$

Расхождения результатов при двух параллельных определениях не должны превышать 1 % от полученных значений экстрактивности.

Определение жира. Содержание жира не должно превышать 2 %. Жир определяют в продуктах, полученных из кукурузы.

В гильзу аппарата Сокслета, помещенную в стаканчик, отвешивают на весах 5-6 г муки и переносят в сушильный шкаф при температуре 105 °С на 3 ч, после чего охлаждают в эксикаторе. Затем гильзу, вынув из стаканчика, помещают в экстрактор аппарата. В предварительно взвешенный приемник наливают на $\frac{2}{3}$ его емкости этиловый эфир. Все части аппарата соединяют и в холодильник пускают воду. Аппарат устанавливают так, чтобы приемник наполовину был погружен в воду водяной бани, подогреваемой на электрической плитке закрытого типа. Нагревают баню и продолжают экстрагирование в течение 6 ч с такой силой подогрева, чтобы экстрактор успевал наполняться эфиром около 10 раз в течение часа.

По окончании экстрагирования эфир из приемника отгоняют, а остаток (сырой жир) высушивают в течение получаса при температуре 105 °С; после получасового охлаждения в эксикаторе приемник с содержимым взвешивают. По разности между полученной массой и массой пустого приемника определяют массу жира во взятой навеске муки.

Задание: Определить показатели качества выданных образцов хмеля (запах, вкус, цвет шишек и состояние лупулина, содержание листьев, стеблей и других хмелевых примесей, содержание осыпавшихся лепестков, поражения хмеля болезнями, вредителями и плесенью, размеры шишек, определение семянности, зольности, влажности хмеля, общего количества горьких веществ).

Определить показатели качества выданных образцов несоложенных зерновых продуктов (цвет, вкус, запах, содержание влаги, определить экстрактивность зерновых продуктов).

Дать заключение о доброкачественности и пригодности анализируемого сырья для производства пива.

Вопросы к защите лабораторной работы №2

1. Какое зерновое сырье, кроме ячменя, применяют в пивоварении?
2. Какие вещества придают хмелю горечь? Назовите основные химические компоненты хмеля.
3. Как определяют запах, цвет шишек и состояние лупулина?

4. Как определяют поражения хмеля болезнями, вредителями и плесенью?
5. Определение зольности, семянности.
6. Как определяют общее количество горьких веществ?
7. Как проводится органолептическая оценка несоложенных материалов?
8. Как определяют экстрактивность зерновых продуктов?

3 Лабораторная работа № 3 Исследование процесса замачивания ячменя

Материалы, реактивы и оборудование

1. Ячмень.
2. Термометр, стаканы, электрическая плитка, весы, разделочные доски, сушильный шкаф, эксикатор.

При хранении влажность ячменя обычно бывает 13-15 % и не должна превышать 17 %. Это так называемая конституционная влага, при которой биохимические процессы в зерне сведены до минимума.

Для пробуждения зерна к жизнедеятельности одним из главных условий является сообщение ему вегетационной влаги, которая обеспечит переход в растворенное состояние питательных веществ и перемещение их к зародышу.

Замачивание – это подготовка ячменя к последующему проращиванию с целью активизации процессов жизнедеятельности и связанных с ними физиологических, физических, ферментативных изменений.

В отечественной промышленности применяют следующие способы замачивания: воздушно-водяное; в непрерывном потоке воды и воздуха; воздушно-оросительное; с продолжительными воздушными паузами; перезамачивание; оросительное.

Зерно замачивают таким образом, чтобы влага в достаточном количестве поступала в его составные части – эндосперм и зародыш. Для этого необходимо в первую очередь правильно выбрать режим замачивания, предусмотреть предварительную мойку водой и дезинфекцию ячменя, поскольку зерно после очистки и сортирования содержит пыль, легковесные примеси и микроорганизмы.

При замачивании объем зерна увеличивается на 35-40 %. Изменяются его физические свойства: твердое и хрупкое зерно после замачивания становится мягким и эластичным вследствие набухания веществ коллоидной дисперсности, из оболочек зерна экстрагируются соли, дубильные и другие вещества и оболочки становятся более проницаемыми. При замачивании в воду переходят сахара, пентозаны, азотистые и минеральные вещества, всего теряется около 1 % сухих веществ зерна.

С увеличением содержания воды сильно возрастает энергия дыхания зерна.

Скорость поглощения воды ячменем зависит от его сорта, состава и климатических условий выращивания зерна. Продолжительность замачивания, выращенного в жарком климате меньше, чем выращенного в умеренном теплом и влажном. Мучнистые зерна поглощают влагу быстрее, чем стекловидные. Исходное содержание влаги в зерне не влияет на продолжительность замачивания. Зерна меньшего размера достигают необходимой степени быстрее, чем зерна больших размеров. Поэтому для получения равномерно замоченного ячменя необходимо использовать однородное по составу и размеру зерно.

На скорость замачивания влияет солевой состав замочной воды. В мягкой воде ячмень замачивается быстрее, чем в жесткой, поэтому для замачивания зерна желательно использовать воду жесткостью до 3,5 ммоль/л.

На скорость замачивания сильно влияет температура воды: чем она выше, тем быстрее проникает вода в зерно, что объясняется увеличением броуновского движения молекул и снижением вязкости воды.

Ячмень обычно замачивают при температуре воды 10-14 °С, поскольку при температуре воды ниже 10 °С тормозится развитие зерна, а при температуре выше 15 °С усиливается жизнедеятельность микроорганизмов, находящихся на зернах, и снижается растворимость кислорода, необходимого для зародыша.

Для приготовления светлого солода стремятся получить конечную влажность ячменя, называемую степенью замачивания, 42-48 %, а темного солода – 45-47 %.

В процессе замачивания в зерне происходит глубокая перестройка всего ферментативного комплекса, активирование ферментов, особенно амилолитических и протеолитических. Изменяется также состояние белковых веществ, в зерне уменьшается содержание нерастворимых соединений, а растворимых – увеличивается. Замачивание зерна можно считать первой стадией его проращивания.

Конечную влажность ячменя или степень замачивания определяют практическим и лабораторным методами.

Практическим путем окончание замачивания определяют по следующим признакам:

1) при сдавливании кончиков зерна между пальцами оно не должно колоть, должно сжиматься, оболочка при этом слегка отходит от мучнистого тела;

2) зерно перегибается, не разламываясь через ноготь, причем оболочка должна легко отделяться;

3) при разрезании тупым ножом зерно должно раздаваться в ширину, если полного замачивания не достигли, зерно расщепляется на две части;

4) разрезанное зерно должно оставлять на дереве меловую черту;

5) зерно должно гладко разделяться в направлении бороздки, поверхность раздела должна быть равномерно смочена вплоть до маленького островка посередине;

6) при сжимании зерна пальцами по длинной оси должно слышаться характерное потрескивание;

7) зерно должно поддаваться расщеплению его вкось ногтем.

Если зерно замочено нормально, в поперечном срезе посредине его должно быть белое пятно, если недомочено – весь срез будет белым, если перемочено – весь срез темный.

Лабораторным методом степень замачивания определяют с помощью сетчатого стакана или по массе 1000 зерен.

Определение степени замачивания по массе 1000 зерен применяют при использовании правильно отсортированного ячменя. Определяют массу 1000 зерен ячменя, идущего на замачивание, а затем в конце замачивания. Зная влажность исходного ячменя, рассчитывают степень замачивания (в %) по следующей формуле:

$$V = \frac{100 - a}{b} \cdot (100 - W), \quad (3.1)$$

где a – масса 1000 зерен ячменя до замачивания, г;

b – масса 1000 зерен ячменя после замачивания, г;

W – влажность ячменя до замачивания, %.

Определение степени замачивания ячменя с помощью сетчатого стакана наиболее применяемый метод в производственных условиях. В предварительно высушенный и взвешенный стакан насыпают 100 г ячменя, плотно закрывают крышкой и на проволоке опускают в массу замачиваемого зерна. По окончании замачивания закрытый стаканчик несколько раз сильно встряхивают, чтобы удалить основное количество воды с поверхности зерна и из стаканчика, обтирают его снаружи полотенцем и взвешивают.

Степень замачивания (в %) при навеске 100 г ячменя рассчитывают по формуле:

$$V_1 = \frac{(a + W) \cdot 100}{(100 + a)}, \quad (3.2)$$

где a – масса 1000 зерен ячменя до замачивания, г;

W – влажность ячменя до замачивания, %.

Кинетика водопоглощения ячменя описывается кривыми зависимости степени замачивания от продолжительности замачивания. Скорость водопоглощения оценивается по данным кривым. При этом скорость водопоглощения в определенный момент времени определяется как тангенс угла наклона касательной, проведенной через точку кривой зависимости степени замачивания от времени замачивания.

Задание: Исследовать зависимость скорости замачивания от температуры воды. По два образца ячменя массой 100 г замочить в воде температурой 10 °С, 20 °С, 30 °С, процесс замачивания проводить при этой же температуре. В одном из образцов через каждые 30 минут определять степень замачивания по массе 1000 зерен, а в другом по увеличению массы навески зерна. Построить кривые кинетики водопоглощения и скорости водопоглощения для каждого метода

определения степени замачивания. Сделать выводы. Оценить изменение физических показателей ячменя при замачивании.

Вопросы для защиты лабораторной работы № 3.

1. Какова цель замачивания ячменя перед солодоращением?
2. Какие вы знаете способы замачивания ячменя?
3. По каким признакам можно определить правильность замачивания ячменя?
4. Какие изменения происходят при замачивании ячменя?
5. Определение степени замачивания по массе 1000 зерен.
6. Определение степени замачивания с помощью сетчатого стакана.
7. От каких факторов зависит скорость замачивания?

4 Лабораторная работа № 4 Исследование процесса проращивания ячменя

Материалы, реактивы и оборудование

1. Солод, дистиллированная вода, бумажные фильтры, крахмал.
2. Ацетатный буферный раствор (рН 4,3), 1 н. раствора NaOH, 0,1 н. раствор йода, 1 н. раствор серной кислоты, 0,1 н. раствор тиосульфата натрия.
3. Пинцеты, сушильный шкаф, эксикатор, электрическая плитка, термометр, пипетки, литровая мерная колба, колбы вместимостью 200-250 мл, бюретки, тигли, стеклянные воронки, стеклянные палочки, рефрактометр, кастрюля.

Основным сырьем для производства пива является солод, который получают проращиванием высококачественного ячменя в искусственных условиях при определенных температуре и влажности. Процесс искусственного проращивания ячменя называется солодоращением, а полученный продукт – свежепроросшим солодом.

Целью проращивания ячменя является синтез и активизация неактивных ферментов, под влиянием которых в процессе затирания достигается растворение всех резервных веществ зерна.

Под действием ферментов при проращивании часть сложных веществ зерна превращается в мальтозу, глюкозу, мальтодекстрины и высшие декстрины, пептоны, пептиды, аминокислоты и др.

При проращивании протекает ряд сложных процессов:

- 1) физиологические – развитие и прорастание зародыша;
- 2) биофизические - передвижение ферментов из алейронового слоя к эндосперму и простым веществам от эндосперма к зародышу;
- 3) биохимические - дыхание зерна, гидролиз запасных веществ эндосперма, синтез новых веществ, образование тканей, ароматических и вкусовых веществ.

Внешне эти процессы сопровождаются появлением на зародышевой части зерна ростков, а плотный эндосперм под действием ферментов постепенно меняет свое состояние, становится рассыпчато-мягким и легко растирается между пальцами, т. е. достигается так называемое растворение зерна. Правильность протекания указанных процессов зависит от температуры, влажности и степени аэрирования проращиваемого зерна.

Слабая аэрация замедляет рост корешков, и растворение эндосперма протекает быстрее. Интенсивная аэрация способствует росту корешков и листовой части зародыша, но при этом усиливается дыхание и расходуется больше питательных веществ.

При высокой температуре и влажности аэрируемого воздуха и низкой влажности зерна рост зародыша усиливается, но ослабляются растворение эндосперма и поступление питательных веществ к зародышевому листку (проростку). В результате этого получается солод с длинными и тонкими корешками.

Температура проращивания светлого солода не должна превышать 18 °С, для темного солода допускается 21-23 °С. В темном солоде должно быть большое количество аминокислот и моносахаридов, которые взаимодействуя при высокой температуре образуют красящие вещества, называемые меланоидинами, и ароматические вещества.

Продолжительность ращения светлых солодов принята 7-8 сутки, темных солодов – 9 сутки.

Ячмень проращивают в специальных помещениях, называемых солодовнями.

Контроль проращивания ячменя в солодовне основан на постоянном поддержании выше приведенных параметров на определенном уровне.

Влажность зерна к концу проращивания на 1-2 % ниже влажности замоченного ячменя.

В результате проращивания замоченного ячменя получают свежепросошенный солод, который отличается от ячменя наличием корешков, влажностью, растираемостью мучнистого тела.

Свежепросошенный солод характеризуется определенными органолептическими и физико-химическими показателями.

Органолептические показатели. Свежепросошенный солод характеризуется огуречным ароматом, что свидетельствует о правильно прошедших биохимических процессах в зерне.

Затхлый запах является признаком плохой мойки и дезинфекции зерна, а также неправильного ведения проращивания. Кислый и фруктовый запах свидетельствует о протекании анаэробного дыхания, вызванного недостаточно частой сменой замочной воды и избытком диоксида углерода, подавляющего проращивание зерна.

Нормально просошенный солод должен иметь сильно курчавые корешки длиной в 1,5-2 раза больше длины зерна.

Вялые корешки являются признаком ненормального протекания биохимических процессов, плохого растворения составных веществ эндосперма и слабой ферментативной активности.

Физико-химические показатели.

Определение количества непроросших зерен. Из средней пробы отвешивают на весах 25 г солода и пинцетом откладывают отдельно проросшие и непроросшие зерна. Подсчитывают отдельно количество зерен в каждой фракции, а затем выражают количество их в процентах по отношению к сумме всех зерен.

Определение влажности. Влажность свежепроросшего солода определяют методом высушивания до постоянной массы в сушильном шкафу или в аппарате Чижова.

Определение амилолитической активности солода по методу Виндиша-Кольбаха.

Основной целью солодоращения является накопление ферментов, главными из которых являются амилолитические.

Одним из основных требований, предъявляемых к пивоваренному солоду, является его быстрая самоосахариваемость. Поэтому и о качестве свежепроросшего солода можно в достаточной степени судить по активности его амилолитических ферментов. В пивоварении принято определять активность солода, величина которой дает представление о суммарной осахаривающей активности амилолитических ферментов.

Сущность метода Виндиша-Кольбаха заключается в том, что солодовой вытяжкой анализируемого солода осахаривают 2 % раствор крахмала при pH 4,3 и образовавшуюся при этом мальтозу определяют йодометрически.

Амилолитическую активность солода выражают в граммах мальтозы, образовавшейся из растворимого крахмала под действием ферментов 100 г солода.

1. *Для приготовления солодовой вытяжки* навеску 20 г тщательно растертого в ступке свежепроросшего солода помещают в стакан с 450 мл дистиллированной воды и при помешивании экстрагируют в течение 1 часа на водяной бане при 40 °С, охлаждают содержимое до комнатной температуры, доводят массу до 520 г и фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу.

2. *Для приготовления буферного раствора крахмала* навеску 20 г растворимого крахмала тщательно взбалтывают с 50 мл холодной воды и полученную суспензию вливают тонкой струей при непрерывном размешивании в 800 мл кипящей воды. Раствор кипятят в течение 5 минут, затем охлаждают до 20 °С при непрерывном размешивании, чтобы на поверхности не образовалась пленка. Раствор переливают в литровую мерную колбу, добавляют 25 мл ацетатного буферного раствора с pH 4,3 и доливают воду до метки (часто пользуются также буферным раствором с pH 4,7).

3. *Основной опыт.* В мерную колбу на 200 мл пипеткой отмеривают 100 мл приготовленного раствора крахмала и колбу выдерживают на водяной бане при 20 °С 20 мин. Прибавляют 5 мл солодовой вытяжки, перемешивают,

выдерживают на водяной бане при 20 °С 30 мин, после чего процесс осахаривания крахмала прерывают добавлением 3 мл 1н. раствора NaOH (гидроксида натрия). Приливают воду до метки и тщательно перемешивают. Определяют содержание образовавшейся мальтозы: 50 мл осахаренного раствора крахмала помещают в коническую колбу на 200-250 мл.

К раствору из бюретки приливают 25 мл 0,1 н. раствора йода, 3 мл 1н. раствора NaOH, перемешивают, выдерживают 5 мин при комнатной температуре, добавляют 4,5 мл 1 н. раствора серной кислоты и избыток йода титруют раствором тиосульфата натрия. Индикатором в данном случае служит неосахаренный крахмал, содержащийся в растворе.

Количество йода, пошедшего на окисление мальтозы, должно находиться в пределах 5-15 мл. Если в реакции связывается более 15 мл йода, то опыт следует повторить с вытяжкой, приготовленной из 10 г солода и 500 мл воды. Если же количество связанного йода составляет менее 5 мл, то для приготовления вытяжки необходимо взять 40 г солода.

Общее количество йода идет не только на окисление образовавшейся мальтозы, но также связывается веществами солодовой вытяжки и крахмалом. Поэтому необходимо ввести соответствующие поправки.

4. Для определения поправки на солодовую вытяжку к 12,5 мл вытяжки в конической колбе на 200-250 мл приливают 37,5 мл воды (общий объем должен быть 50 мл, как в основном опыте), прибавляют из бюретки 25 мл 0.1 н. раствора йода и затем поступают, как в основном опыте. В связи с тем, что в основном опыте 50 мл реакционной смеси содержат 1,25 мл солодовой вытяжки, при расчетах берут десятую часть найденной величины.

5. Поправку на раствор крахмала находят так: 25 мл буферного раствора крахмала смешивают в колбе с 10 мл 0,1 н. раствора йода, прибавляют 3 мл 1 н. раствора NaOH, выдерживают 5 мин, подкисляют 4,5 мл 1 н. раствора серной кислоты и титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия.

Расчет амилолитической активности (в условных единицах Виндиша – Кольбаха) производят по формуле:

$$AC = \left[a - \left(\frac{b}{a} + c \right) \right] \cdot K \cdot 17,1, \quad (4.1)$$

где а – количество 0,1 н. раствора йода, связанного в основном опыте, мл;

в – количество 0,1 н. раствора йода, связанного солодовой вытяжкой, мл;

с – количество 0,1 н. раствора йода, связанного раствором крахмала, мл;

К – коэффициент, учитывающий разбавление солодовой вытяжки в опыте.

При использовании 10 г солода К = 4, при 20 г К = 2, при 40 г К = 1;

17,1 – число миллиграммов мальтозы, эквивалентное 1 мл.

Оценка степени растворения сырого солода. Степень растворения эндосперма зерна при его проращивании – важнейший показатель качества солода. О степени растворения можно судить по способности веществ зерна переходить в растворимое состояние.

Степень растворения сырого солода определяют по методу Проскуракова, применяемому для определения качества муки. В основе этого метода лежит определение автолитической активности.

Определение степени растворения сырого солода. Сырой солод освобождают от ростков и измельчают. После тщательного перемешивания отвешивают 2 г и смешивают в тигле с 10 мл воды. Тигель предварительно должен быть взвешен вместе со стеклянной палочкой.

Тигель помещают в кипящую водяную баню на 15 мин, причем первые 2-3 мин содержимое его помешивают стеклянной палочкой для достижения равномерной клейстеризации, а затем прикрывают небольшой воронкой. По истечении 15 мин содержимое тигля охлаждают в холодной воде, количество его доводят водой до 30 г и фильтруют через складчатый бумажный фильтр. Через 30 мин в фильтрате определяют показатель рефракции на прецизионном рефрактометре и находят количество (в %) сухих веществ.

Степень растворения определяют по формуле:

$$P = \frac{a \cdot 30}{2}, \quad (4.2)$$

где а – показания рефрактометра, %;

30 / 2 – степень разбавления навески.

Хорошо растворенным считается солод, имеющий степень растворения 43-46 % на воздушно-сухое вещество или 70-75 % на сухое вещество.

Задание: Проанализировать ячмень разной степени проращивания (1, 3, 5, 7 суток) по органолептическим (аромат, запах) и физико-химическим (влажность, количество непроросших зерен, амилолитическая активность по методу Виндиша-Кольбаха, степень растворения сырого солода) показателям. Сделать выводы.

Вопросы к защите лабораторной работы № 4

1. Основная цель проращивания ячменя.
2. Какие процессы протекают при проращивании ячменя?
3. Продолжительность проращивания светлого и темного солода.
4. Какова роль ферментов в процессе солодоращения?
5. Органолептические показатели свежепроросшего солода.
6. Как определяют количество непроросших зерен?
7. Как определяют амилолитическую активность солода?
8. Определение степени растворения сырого солода.

5 Лабораторная работа № 5 Оценка качества солода

Материалы, реактивы и оборудование

1. Солод, бумажные фильтры.

2. Литровая пурка, сита, термостойкие стаканы, сушильный шкаф, эксикатор, термометр, весы, электрическая плитка, воронки, стеклянные палочки, пикнометры, пипетки, колбы вместимостью 150-200 мл, кастрюля, диафаноскоп.

Качество перерабатываемого солода во многом определяет качество готового пива. Поэтому всегда важно знать качественную характеристику используемого солода с тем, чтобы с уверенностью можно было ожидать определенного эффекта от его переработки.

Качество готового сухого солода оценивают органолептическим путем, по результатам физического анализа и химическим показателям, предусмотренным ГОСТ 29294-92.

Основными показателями качества солода являются выход экстрактивных веществ, продолжительность осахаривания, качество фильтрации, цветность, кислотность, влажность, мучнистость. Если по этим показателям солод соответствует данному типу, то ограничиваются анализами этих показателей. Если же по одному или нескольким показателям солод не соответствует требованиям определенного типа, то производят дополнительные анализы.

Органолептическая оценка. Органолептическую оценку проводят по внешнему виду зерен, их цвету, запаху, вкусу.

Товарный солод имеет светло-желтую или равномерную желтую окраску. Наличие зеленоватых или темных тонов указывает на плесневелость солода при проращивании, а следовательно, на отклонения от нормального хода технологического процесса.

Оболочка солодовых зерен должна быть блестящей, как у исходного ячменя. Ростки должны быть полностью удалены, чтобы зерно по своей форме и размеру напоминало форму переработанного ячменя. Такое состояние свидетельствует о хорошей разрыхленности солода. Сморщенное зерно меньшего объема, чем исходный ячмень, указывает на неправильное ведение процесса сушки: такой солод (жесткий или стекловидный) дает пониженный выход экстрактивных веществ.

Запах и вкус соответствуют типу солода. У светлого солода запах хлебный до слабого солодового, у темного – с выраженным солодовым сладким вкусом, в обоих случаях вкус должен быть чистым, приятным.

Физические показатели солода.

Масса 1000 зерен (абсолютная масса). Чем лучше разрыхлен солод, тем меньше масса 1000 зерен. Обычно она находится в пределах 28-38 г на воздушно-сухое вещество и 25-35 г на сухое вещество.

Натура солода зависит от качества ячменя, продолжительности солодоращения, степени растворения и колеблется от 480 до 600 г/л.

По натуре солод делится на четыре группы: очень легкий – 450-500 г/л, легкий – 500-530, нормальный – 530-560, тяжелый – 570 г/л и выше. В связи с большой продолжительностью проращивания и большим растворением

темный солод имеет более низкую (530-550 г/л) натуру. Натуру солода определяют с помощью литровой пурки.

Мучнистость и стекловидность. Метод основан на способности стекловидных зерен пропускать лучи света при просвечивании. Для анализа на решетку от диафаноскопа пинцетом укладывают зерна на брюшко, но не боком, а зародышем к наблюдателю и устанавливают решетку в диафаноскоп. При включенном диафаноскопе просматривают и подсчитывают стекловидные, полустекловидные зерна по рядам.

Оценка растворения производственного солода по стекловидности следующая: если стекловидность до 4 %, то очень высокое растворение; 5-8 – высокое; 9-12 – нормальное; 13-18 – низкое; свыше 19 – очень низкое. Мучнистость равна разности 100 и стекловидности.

Выравненность солода определяется так же, как и ячменя на сортировочных ситах. Проход через сито $2,2 \times 20$ мм должен быть не более: для светлого солода высокого качества – 3 %, для первого класса – 5 %, для второго класса – 8 %, для темного солода – 8 %.

Проба на плавучесть (погружение). Если зерна ячменя обычно тонут, то зерна солода – нет, оставаясь наверху из-за присутствия в них воздуха. Процент плавающих зерен тем выше, чем сильнее развился листок зародыша и, следовательно, чем глубже в солод проникли процессы растворения. Содержание тонущих зерен должно быть: 30-35 % - у хорошо растворенного светлого солода; 25-30 % - у темного солода.

Пробу на плавучесть (погружаемость) проводят следующим способом: определенное количество зерен солода всыпают в воду, налитую в стеклянный стакан, хорошо размешивают и наблюдают за распределением их в воде. Через 3 мин подсчитывают зерна, скопившиеся на поверхности, опустившиеся на дно и расположенные между этими двумя слоями. Через 10 мин вновь подсчитывают эти зерна, берут среднее из двух подсчетов и выражают в процентах.

Химические показатели.

Влажность солода определяют путем высушивания навески измельченного сухого солода в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 3 ч. После высушивания солод охлаждают в эксикаторе, взвешивают и рассчитывают влажность так же, как и в сухом зерне.

Экстрактивность солода. Анализ сводится к переводу в растворимое состояние веществ, содержащихся в солоде, под действием имеющихся ферментов. Для этого из солода готовят затор, фильтруют его и получают лабораторное сусло. По экстрактивности лабораторного сусла рассчитывают экстрактивность солода.

Применяют два метода определения экстрактивности солода: стандартный и отварочный.

При определении экстрактивности стандартным методом затор готовят настольным способом.

Для этого отвешивают на весах 50 г размолотого солода, помещают его в стакан и вливают 200 мл воды температурой 47 °С. Стакан помещают в

заторный аппарат или на водяную баню с водой, нагретой до 45 °С и выдерживают в ней 30 мин при непрерывном перемешивании. Затем смесь солода с водой медленно нагревают, повышая температуру на 1 °С за 1 мин. Когда температура смеси достигнет 70 °С, в стакан вливают 100 мл воды температурой 70 °С. В этом режиме затор выдерживают при помешивании 1 ч с целью проведения осахаривания крахмала. После этого смывают водой остатки затора с мешалки внутрь стакана и всю массу охлаждают в течение 10 – 15 мин до комнатной температуры. Содержимое стакана доливают водой на теххимических весах до массы 450 г, размешивают и фильтруют через складчатый бумажный фильтр в сухую колбу. Первые 100 мл фильтруют вторично. Во время фильтрации воронку накрывают часовым стеклом. Фильтрацию продолжают до момента образования трещин в дробине на фильтре. В полученном лабораторном сусле определяют пикнометром относительную плотность и, пользуясь таблицей 2.1, находят содержание экстракта в %.

Экстрактивность солода E (в %) на воздушно-сухое вещество рассчитывают по формуле:

$$E = \frac{e \cdot (800 + W)}{(100 - e)}, \quad (5.1)$$

где e – содержание экстракта в лабораторном сусле, %;

W – влажность солода, %.

Экстрактивность солода на сухое вещество E_1 (в %) рассчитывают по формуле:

$$E_1 = \frac{E \cdot 100}{(100 - W)}, \quad (5.2)$$

Массовая доля экстракта на с. в. светлого солода тонкого помола должна быть не менее:

солода высокого качества – 79 %, солода первого класса – 78 %, второго класса – 76 %, темного солода – 74 % (ГОСТ 29294-92).

Определение продолжительности осахаривания в стандартном методе сочетают с определением экстрактивности солода.

Сущность определения основывается на способности крахмала давать интенсивное окрашивание с йодом. Продолжительность осахаривания выражается временем в минутах, которое требуется для полного осахаривания затора при 70 °С. По достижении температуры затора 70 °С через каждые 5 мин стеклянной палочкой берут каплю затора и помещают ее рядом с каплей раствора йода на фарфоровой пластинке. Наклоняя пластинку, смешивают обе капли и наблюдают за изменением окрашивания. Окончанием осахаривания считают момент, когда окраска йода совершенно не изменяется. Для убедительности удобно на той же пластинке смешать каплю дистиллированной воды с каплей раствора йода.

Продолжительность осахаривания для светлого солода должна быть 15-25 мин, для темного солода – 30-35.

Определение экстрактивности солода отварочным методом.

В заторный стакан на технoхимических весах отвешивают 50 г солода тонкого помола, добавляют 200 мл воды температурой 52 °С, а затем заторный стакан со смесью помещают на водяную баню, вода в которой нагрета до 50 °С. При этой температуре выдерживают затор 30 мин, непрерывно размешивая, затем нагревают до 63 °С, повышая температуру на 1 °С за 1 мин. Затор размешивают и оставляют при этой температуре на 20 мин. После этого из стакана осторожно, не задевая осадка, отбирают пипеткой 100 мл отстоявшейся жидкости и переносят ее в сухую коническую колбу вместимостью 150-200 мл. Пипетку смывают несколько раз небольшими порциями воды, которую сливают в заторный стакан. Температуру густой части затора, оставшейся в стакане, за 7 мин повышают до 70 °С и поддерживают 40 мин при работающей мешалке. Затем вынимают из стакана мешалку, ополаскивают ее над стаканом небольшими порциями воды, стакан ставят на песочную баню и при частом помешивании стеклянной палочкой доводят температуру затора до 100 °С, кипятят 20 мин, подливая время от времени воду небольшими порциями.

Прокипяченный затор охлаждают до 85 °С и добавляют к нему небольшими порциями при размешивании отобранную ранее жидкую часть затора. При этом коническую колбу и стеклянную смывают небольшим количеством воды. Заторный стакан снова помещают на водяную баню; температура общего затора должна быть 70 °С. При этой температуре затор выдерживают 15 мин, после чего его нагревают до 75 °С (1 °С в минуту), выдерживают при этой температуре 10 мин, затем охлаждают. Содержимое стакана доливают водой до 450 г, размешивают, фильтруют и определяют экстракт лабораторного сусла. По отварочному методу экстрактивность рассчитывают с учетом количества нерастворяющейся воды по следующим формулам:

Экстрактивность солода на воздушно-сухое вещество (в %):

$$E = \frac{e \cdot (800 + W - x)}{(100 - e)}, \quad (5.3)$$

где x – количество нерастворяющейся воды на 100 г воздушно-сухого солода при влажности его W ,

$$x = \frac{13,7 \cdot (100 - W)}{100} = 0,137 \cdot (100 - W), \quad (5.4)$$

Экстрактивность солода в расчете на сухое вещество E_1 (в %):

$$E_1 = \frac{E \cdot 100}{100 - W}, \quad (5.5)$$

Продолжительность осахаривания при отварочном методе определяют так же, как и при стандартном методе, но пробы в густой части затора начинают отбирать при достижении им температуры 70 °С.

Задание: Исследовать качественные показатели солода: внешний вид; цвет; запах; вкус; мучнистость и стекловидность; натуру; выравненность; массу 1000 зерен; влажность; проба на плавучесть (погружение); экстрактивность

(стандартным и отварочным методами); продолжительность осахаривания. При определении экстрактивности двумя методами заторы готовить в 3 – кратном объеме для солода тонкого и грубого помола. Оставшееся сусло после определения качественных показателей прокипятить и оставить на хранение до следующего занятия.

Вопросы к защите лабораторной работы № 5

1. Назовите типы солода.
2. Как проводится органолептическая оценка солода?
3. Как определяют натуру солода?
4. Как определяют массу 1000 зерен?
5. Определение экстрактивности солода стандартным методом.
6. Определение экстрактивности солода отварочным методом.
7. Определение продолжительности осахаривания.
8. Определение влажности солода.
9. Как проводится проба на плавучесть (погружение)?

6 Лабораторная работа № 6 Исследование физико-химических показателей лабораторного сусла

Материалы, реактивы и оборудование

1. Лабораторное сусло, дистиллированная вода, бумажные фильтры.
2. 0,1 н. раствор йода, 0,1 н. раствор NaOH, 96 % этиловый спирт, фенолфталеин, 3 н. раствор HCl, 1 н. раствор NaOH, 0,01 н. раствор тиосульфата натрия, 80 % уксусной кислоты.
3. Пипетки, стеклянные палочки, термостойкие стаканы, цилиндр, термометр, вискозиметр Оствальда, кюветы, колбы.

Определение качества фильтрования и фильтрата.

Во время фильтрации лабораторного затора определяют качество фильтрации и фильтрата.

Скорость фильтрования считают нормальной, если после возвращения на фильтр первой порции (100 мл) фильтрование длится не более 1 ч. Если продолжительность фильтрования больше, фильтрацию оценивают как медленную или очень медленную.

Качество фильтрата оценивается как прозрачный, мутный, опалесцирующий.

Определение цветности.

Определение цветности лабораторного сусла проводят путем уравновешивания интенсивности его окраски с окраской 0,1 н. раствора йода.

Цветность лабораторного сусла выражают в мл 0,1 н. раствора йода на 100 мл сусла и определяют методом колориметрического титрования или с помощью фотоэлектроколориметра.

Определение цветности методом колориметрического титрования проводят следующим образом. На лист белой бумаги устанавливают рядом оба стакана. В один стакан наливают 100 мл исследуемого сусла, а в другой - 100 мл дистиллированной воды и приливают из микробюретки или из пипетки при помешивании стеклянной палочкой 0,1 н. раствор йода до тех пор, пока цвет жидкости в обоих стаканах станет одинаковым, что устанавливают, наблюдая за изменением окраски в проходящем свете и сверху. В случае темной окраски сусла его разбавляют водой и при расчетах учитывают степень разбавления.

Цветность светлого солода составляет 0,18-0,40 мл 0,1н. раствора йода на 100 мл лабораторного сусла, темного солода – 0,50-1,30.

Правильнее относить цветность, полученную для лабораторного сусла к экстрактивности солода, для чего пользуются следующей формулой:

$$A = \frac{a \cdot E}{e}, \quad (6.1)$$

где А – цветность солода, выраженная в мл 0,1 н. раствора йода;

а – цветность лабораторного сусла, мл 0,1 н. раствора йода;

Е – экстрактивность солода на сухое вещество;

е - содержание экстракта в лабораторном сусле, %.

Определение цветности с помощью фотоэлектроколориметра.

Строят калибровочную кривую по растворам йода известной концентрации. Готовят ряд стандартных растворов йода (0,5; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00 мл 0,1 н. раствора йода в мерной колбе на 100 мл, куда до метки доливают дистиллированную воду) и определяют их оптическую плотность, пользуясь светофильтром и кюветой с шириной внутренней грани 10 мм. По полученным данным строят калибровочную кривую. Затем определяют оптическую плотность и по калибровочной кривой находят цветность сусла. Калибровочные кривые необходимо периодически проверять.

Определение активной и общей кислотности.

Активная кислотность оказывает большое влияние на ферментативные процессы при затирании и рН в заторе обычно составляет 5,5-5,6. Определение активной кислотности производят электрометрическим методом с помощью рН-метра. В стаканчик наливают сусло из отобранной пробы, осторожно вставляют в него электроды и определяют рН по шкале прибора. При определении необходимо учитывать температуру сусла и помещения.

Определение титруемой кислотности. При определении кислотности в конической колбе 50 мл сусла титруют 0,1 н. раствором NaOH , прибавляемым до тех пор, пока четыре капли сусла, взятые из колбы стеклянной палочкой на фарфоровую пластинку, при смешивании с двумя

каплями красного фенолфталеина перестанут его обесцвечивать. Для расчета кислотности число миллилитров щелочи, затраченное на титрование, умножают на 0,2.

При определении кислотности красный фенолфталеин готовят непосредственно перед проведением анализа. К 20 мл кипяченной дистиллированной воды приливают 10 капель спиртового раствора фенолфталеина (1 г фенолфталеина в 100 г 96 % этилового спирта) и 4 капли 0, 1 н. раствора NaOH.

Правильнее вести пересчет кислотности на 100 г экстракта по формуле:

$$K = \frac{a \cdot 100}{e}, \quad (6.2)$$

где а – кислотность 100 мл сусла;

е – содержание экстракта в лабораторном сусле, % масс.

Кислотность лабораторного сусла нормального лежит в пределах 0,9-1,2 мл. 1н. раствора щелочи на 100 мл. В пересчете на экстрактивность солода это составляет примерно 10,5-14 мл щелочи на 100 г экстракта.

Определение содержания сухих веществ.

Сусло охладить до 20 °С. Цилиндр ополоснуть суслом, наполнить доверху, поставить на поддон и осторожно опустить в него чистый и сухой ареометр-сахаромер. После того как ареометр-сахаромер установится на определенном делении, его необходимо легким толчком погрузить на 1-2 деления и подождать, пока он придет в равновесие. Отсчет проводят по верхнему краю мениска через 2-3 мин после установки, глаз наблюдателя должен быть на уровне сусла в цилиндре. Пены у шкалы ареометр-сахаромера не должно быть. В случае отклонения температуры от 20 °С необходимо вносить поправку на температуру, пользуясь таблицей 6.1.

Таблица 6.1 - Поправка на температуру

Темпе- ра- тура , °С	Показа- ния арео- метра- сахаромер а, 0 %	Показа- ния арео- метра- сахаромер а, 5 %	Показа- ния арео- метра- сахаромер а, 10 %	Показа- ния арео- метра- сахаромер а, 15 %	Показа- ния арео- метра- сахаромер а, 20 %	Показа- ния арео- метра- сахаромер а, 25 %
16	- 0,17	- 0,21	- 0,23	- 0,26	- 0,27	- 0,28
17	- 0,13	- 0,16	- 0,18	- 0,20	- 0,20	- 0,22
18	- 0,09	- 0,11	- 0,12	- 0,14	- 0,14	- 0,15
19	- 0,05	- 0,06	- 0,07	- 0,08	- 0,08	- 0,08
21	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,07
22	+0,10	+0,12	+0,12	+ 0,14	+ 0,14	+ 0,14
23	+ 0,16	+ 0,18	+ 0,20	+ 0,20	+ 0,21	+ 0,21
24	+ 0,21	+ 0,24	+ 0,26	+ 0,26	+ 0,27	+ 0,28

Определение вязкости сусла. Величина относительной вязкости лабораторного сусла может характеризовать солод с точки зрения получения из него пива хорошей пенистостью: чем выше вязкость сусла, тем лучше будет пенистость пива из такого солода.

Для определения относительной вязкости используют вискозиметр Оствальда, представляющий собой U-образную трубку с различной шириной колен. Сущность определения сводится к последовательному установлению времени истечения дистиллированной воды, а затем исследуемого сусла из одного и того объема, ограниченного верхней *c* и нижней *a* метками на узком колене. Во избежание влияния температурных колебаний на скорость истечения жидкостей определение проводят при 20 °С.

В тщательно вымытый и ополоснутый дистиллированной водой вискозиметр наливают столько воды, чтобы она не доходила до капилляра. Воду всасывают через каучуковую трубку, присоединенную к узкому колену, в расширение с метками, чтобы верхний мениск воды установился выше метки *c* и при помощи зажима на каучуковой трубке фиксируют это положение. Вискозиметр выдерживают в водяной бане при 20 °С 15-20 мин. Открывают зажим и по секундомеру устанавливают время, необходимое для вытекания воды из пространства, заключенного между метками *c* и *a*. Затем вискозиметр ополаскивают лабораторным сусликом и определяют время его вытекания из фиксированного объема так же, как и в случае с водой. Относительную вязкость сусла рассчитывают по формуле:

$$M = \frac{T \cdot d}{t}, \quad (6.3)$$

где *t* – время истечения воды, с;

T – время истечения сусла, с;

d - относительная плотность сусла.

Определение аминного азота. Анализ проводится методом, который основан на способности большинства аминокислот и пептидов образовывать растворимые комплексные соединения с медью (медный способ). Избыток меди оттитровывают, а ее количество, эквивалентное аминному азоту, переводят в соль уксусной кислоты и определяют количественно йодометрическим титрованием.

В мерную колбу вместимостью 50 мл помещают 10 мл прозрачного сусла, прибавляют 3-4 капли тимолфталейна и 1н. раствор гидроксида натрия до бледно-голубого окрашивания. Осторожно при перемешивании приливают 30 мл суспензии фосфорнокислой меди и доводят до метки дистиллированной водой. Полученную смесь после перемешивания фильтруют через бумажный фильтр, перефильтровывая первые порции фильтрата. Прозрачный фильтр (10 мл) подкисляют 0,5 мл 80 % уксусной кислоты, прибавляют к нему 1 г йодистого калия и после размешивания оттитровывают выделившийся йод 0,01 н. раствором тиосульфата натрия. Под конец титрования добавляют 1-2 капли раствора крахмала. Титрование заканчивают при обесцвечивании раствора от одной капли тиосульфата натрия.

Количество пошедшего на титрование тиосульфата натрия, умноженное на 0,28, дает содержание аминного азота в 10 мл фильтрата, что соответствует 2 мл суслу с учетом разбавления. Количество аминного азота (в мг) суслу вычисляется по формуле:

$$x = \frac{0,28 \cdot n \cdot 100}{2}, \quad (6.4)$$

где n – количество, пошедшее на титрование тиосульфата натрия, мл.

Задание: Исследовать физико-химические показатели лабораторного суслу: качество фильтрации и фильтрата, цветность, вязкость, содержание сухих веществ, кислотность (общая и активная), аминный азот.

Вопросы к защите лабораторной работы № 6

1. Как производится определение цветности лабораторного суслу?
2. Определение качества фильтрации и фильтрата.
3. Как определяют общую и активную кислотность?
4. Как определяют вязкость суслу?
5. Как определяют содержание сухих веществ в сусле?
6. Приготовление красного фенолфталеина.
7. Определение аминного азота.

7. Лабораторная работа № 7 Исследование процессов охмеления, осветления и охлаждения пивного суслу

Материалы, реактивы и оборудование

1. Лабораторное сусло, бумажные фильтры, хмель, дрожжи, марля.
2. 90-96 % этиловый спирт, 0,1 н. раствор йода, красный фенолфталеин, 0,1 н. раствор NaOH
3. Пробирки с делениями 5, 10, 30, резиновые пробки, пипетки, вискозиметр Оствальда, ареометры-сахаромеры, сушильный шкаф, эксикатор, весы, pH-метр.

Технология приготовления пива предусматривает кипячение отфильтрованного суслу с хмелем.

Дозировку хмеля определяют для разных наименований пива с учетом норм горьких веществ G_x в горячем сусле и содержания α -кислот в хмеле.

Нормы внесения воздушно-сухого прессованного хмеля на 1 дал горячего сусла (Н, г/дал) вычисляют по следующей формуле:

$$H = \frac{\Gamma \cdot 10^4}{(d + 1)} \cdot (100 - W), \quad (7.1)$$

где d – массовая доля α -кислот в сухих веществах хмеля, %;

W – массовая доля влаги в хмеле, %.

В зависимости от сорта пива, качества хмеля и перерабатываемого солода хмель вносят в сусло в два, три приема. Кипячение сусла с хмелем проводят в течение 1-2 ч.

При варке сусла с хмелем, кроме выпаривания избыточной влаги, поступившей с промывными водами, большое значение имеют экстракция ароматических и горьких веществ, коагуляция высокомолекулярных белков, образование адсорбционных белково-дубильных соединений, реакция меланоидинообразования. Изменение состава сусла вследствие этих процессов оценивается по результатам анализа сусла. Непосредственно же при варке сусла с хмелем определяется концентрация сусла в конце набора и в конце варки сусла, а также прозрачность и хлопьеобразование за счет скоагулированных белков. В конце варки сусла концентрация его должна быть либо строго стандартной, установленной для каждого сорта пива, либо меньше на величину, обусловленную испарением воды при последующем охлаждении сусла.

Охмеленное и освобожденное от хмелевой дробины сусло направляют на осветление и охлаждение.

Целью проведения процессов осветления и охлаждения сусла являются отделение крупных и мелких взвесей, достаточное насыщение сусла кислородом и охлаждение до температуры внесения дрожжей.

Охлаждение сусла проводят в две стадии: на первой стадии сусло медленно охлаждают в течение 2-6 ч до температуры 60 °С; на второй стадии – быстро до 4-6 °С при низовом или до 14-16 °С при верховом брожении.

Для осветления сусла применяют методы отстаивания, сепарирования, фильтрования, воздействие гидродинамических сил (гидроциклоны, центрифуги) и др.

Контроль на стадии охлаждения и осветления сусла включает определение потерь экстрактивных веществ между варочным котлом и бродильным аппаратом, степени осветления сусла, а также микробиологический контроль (определение общей обсеменности, наличие кислотообразующих бактерий и коли-титр).

Прозрачность сусла и хлопьеобразование охмеленного сусла определяют визуально. В пробе, отобранной из сусловарочного котла в стакан, оценивают сусло, размер и скорость оседания скоагулированных белков. Прозрачное с блеском сусло и крупные, быстро оседающие хлопья свидетельствуют о правильном ведении процесса. Недостаточно прозрачное или мутное сусло

свидетельствует о наличии в нем неосахаренного крахмального клейстера или о попадании в него взвесей в процессе фильтрации затора.

Наличие взвешенных частиц в осветленном сусле можно определить следующим образом: взвешивают на аналитических весах предварительно высушенный до постоянной массы складчатый бумажный фильтр, проводят фильтрование через него 1 мл сусла, высушивают до постоянной массы периодически взвешивая; наличие взвешенных частиц выражают в виде процентного отношения массы высушенного осадка на фильтре к массе взятого на анализ сусла.

Определение полноты осахаривания проводится по йодной пробе так же, как и при анализе солодового сусла.

В случаях сомнительного осахаривания сусла проводят исследование на присутствие продуктов неполного осахаривания, для чего используют пробирку с делениями 5, 10, 30. До деления 5 наливают исследуемое сусло и добавляют 90-96 % этиловый спирт до деления 30, пробирку закупоривают резиновой пробкой и энергично встряхивают.

После отстаивания, когда образовавшиеся в жидкости хлопья плотно осядут на дно или на стенки пробирки, осветленную жидкость осторожно сливают с осадка, и осадок растворяют в воде, которую добавляют до деления 10. Стараются избегать образования пены. Капают из пипетки в середину поверхности жидкости 0,1н. раствор йода. Если капли сохраняют свой цвет, а при взбалтывании не придают жидкости каких-либо других цветов и оттенков, кроме желтого, это свидетельствует об отсутствии в сусле неосахаренного крахмала и высших продуктов его распада. Наиболее показательны первые 2-3 капли; для контроля пробирку с исследованным суслом сравнивают с пробиркой такого же диаметра с таким же количеством воды и раствора йода. Для уточнения, когда хотят убедиться, что в заторе имеются неосахаренные зерна крахмала, рекомендуется микроскопическая проба на осахаривание.

Титруемая кислотность сусла определяется титрованием раствора гидроксида натрия с применением в качестве индикатора красного фенолфталеина так же, как при анализе лабораторного сусла (лабораторная работа № 6).

Активная кислотность (рН) сусла определяется электрометрическим методом с помощью рН-метра. Охмеленное готовое сусло имеет рН в пределах 5,3-5,5.

Цветность сусла определяется теми же методами, что и цветность лабораторного сусла (лабораторная работа №6). Цветность сусла не должна быть выше стандартной цветности пива.

Вязкость готового сусла определяют с помощью вискозиметра Оствальда так же, что и вязкость лабораторного сусла (лабораторная работа №6).

Определение концентрации сухих веществ. Содержание экстрактивных веществ в сусле определяют с помощью ареометров-сахарометров при 20 °С.

Задание: В отфильтрованное сусло, приготовленное на прошлом занятии, внести хмель из расчета 0,75 г горьких веществ на 1 дал горячего сусла.

Прокипятить сусло с хмелем, освободить сусло от хмелевой дробины (фильтрование через марлевую ткань). Провести осветление и охлаждение сусла методами отстаивания и центрифугирования. Сделать сравнительный анализ наличия взвешенных частиц в осветленном сусле. Провести контроль неохмеленного, охмеленного, осветленного сусла по показателям цветности, кислотности, концентрации сухих веществ и вязкости. В охлажденное сусло внести предварительно разброженные дрожжи и оставить на брожение при установочной температуре брожения 5-9 °С.

Вопросы к защите лабораторной работы № 7

1. Для чего кипятят сусло с хмелем?
2. Каковы продолжительность и интенсивность кипячения сусла с хмелем?
3. Как определяют конец кипячения сусла с хмелем?
4. Какие способы охлаждения и осветления сусла вы знаете?
5. Какое оборудование применяется для охлаждения и осветления сусла?
6. Как определяют прозрачность сусла и хлопьеобразование?
7. Определение наличия взвешенных частиц.
8. Как определяют полноту осахаривания сусла?
9. Как определяют цветность сусла?
10. Как определяют вязкость сусла?

8 Лабораторная работа № 8 Исследование процесса сбраживания пивного сусла

Материалы, реактивы и оборудование

1. Лабораторное сусло.
2. 0,1 н. раствор NaOH, красный фенолфталеин.
3. Пикнометры, ареометры-сахаромеры, стаканы, рН-метр.

Сбраживание охлажденного и осветленного пивного сусла вызывается ферментами, образующимися в дрожжевых клетках. При брожении происходит изменение химического состава сусла и превращение его в ароматный вкусный напиток – пиво.

В зависимости от вида применяемой чистой культуры дрожжей и температуры проходит верховое и низовое брожение. Верховое брожение сусла проводят при 12-15 °С, а низовое при 5-7 °С.

Дрожжи верхового брожения всплывают на поверхность сбраживаемого сусла в виде слоя пены и остаются до окончания брожения. Затем они оседают, образуя рыхлый слой на дне бродильного аппарата.

Дрожжи низового брожения, развиваясь в сбраживаемом сусле, быстро оседают по окончании брожения, образуя плотный слой на дне аппарата. Наиболее распространено низовое брожение. Различают две стадии брожения: главное брожение и дображивание.

Роль дрожжей на стадии главного брожения состоит в сбраживании сахаров сусла, использовании азотистых, минеральных и других веществ, для накопления биомассы. Образующиеся спирт и углекислота превращают сладкое сусло в молодое пиво, которое представляет собой мутную жидкость со своеобразным вкусом и ароматом. От дрожжей зависят скорость и глубина выбраживания сусла, количество накапливаемого спирта и углекислоты, а также количественный и качественный состав побочных продуктов брожения, от которых зависят аромат и вкус пива.

После брожения молодое пиво подвергается длительному дображиванию во время которого происходят следующие процессы: сбраживание остаточного экстракта, вследствие чего внутри бродильного аппарата возрастает давление и пиво насыщается углекислым газом; медленное превращение продуктов обмена дрожжей, в результате чего формируется вкус и аромат пива; постепенное оседание дрожжей и других взвесей, выделение из дрожжей азотистых веществ, установление белково-коллоидного равновесия.

Контроль за ходом сбраживания сусла заключается в наблюдении за изменением температуры, проверке интенсивности сбраживания экстрактивных веществ сусла и определении готовности молодого пива к перекачке на дображивание. Для этого ежедневно определяют концентрацию (видимую экстрактивность) сбраживаемого сусла, что позволяет определить конец главного брожения.

Ход дображивания и выдержки пива контролируется по убыли экстракта, увеличению содержания углекислоты и алкоголя, степени осветления и, наконец, по аромату, вкусу и пеностойкости проб, взятых из танка дображивания. Для получения более стойкого пива достигают конечной степени сбраживания.

Определение степени сбраживания

Во время сбраживания значительная часть экстрактивных веществ сусла превращается в продукты брожения. Степень этого превращения и называют степенью сбраживания – отношение количества сброженного экстракта к первоначальному экстракту сусла, выраженное в процентах:

$$V = \left(\frac{E - e}{E} \right) \cdot 100, \quad (8.1)$$

где E – экстрактивность начального сусла, %;

e – экстрактивность молодого или готового пива, %.

Различают видимую и действительную степень сбраживания. Степень сбраживания определяют в конце главного брожения, называя ее степенью сбраживания молодого пива или (степенью сбраживания по бродильному отделению), а при определениях в конечной стадии производства (перед розливом пива) называют степенью сбраживания выпускного пива (степенью сбраживания по отделению дображивания).

Видимое (кажущееся) содержание экстракта (ГОСТ 12787-81), определяют в пробе вместе с этанолом и диоксидом углерода сахаромером, а истинное (действительное) определяют в пробе после удаления спирта и углекислоты пикнометрическим способом (по относительной плотности). В связи с этим величина видимого экстракта всегда меньше значения истинного. Соответственно видимая степень сбраживания больше действительной.

Пиво лучшего качества получается при высокой конечной видимой степени сбраживания, характеризующейся полным сбраживанием всех сахаров, подлежащих превращению. Оставление части сахаров в несброженном состоянии в пиве ведет к развитию дрожжей и инфекционных бактерий. К тому же эти сахара обуславливают сладость пива, что нежелательно для целого ряда сортов пива.

Для правильного распределения степени сбраживания между молодым и готовым пивом необходимо также контролировать содержание мальтозы. Разница между степенью сбраживания молодого и готового пива перед розливом считается нормальной, если она составляет 10-15 % при экстрактивности исходного сусла 11-13 %. При ускоренном выпуске с меньшей выдержкой допускается длительное сбраживание молодого пива с более высокой степенью сбраживания. Таким образом, степень сбраживания зависит от массовой доли сухих веществ в сусле, продолжительности выдержки сорта пива. Для светлых сортов степень сбраживания молодого пива достигает 58-65 %, а для темных сортов – 50-55 %.

Конечную степень сбраживания, т. е. максимально возможную степень сбраживания определяют методами, основанными на сбраживании пивного сусла повышенной дозой дрожжей и последующего определения видимого экстракта. Видимая конечная степень сбраживания у светлых сортов пива составляет около 77-82 %.

Конечную степень сбраживания определяют по формуле:

$$X = \frac{(M - m) \cdot 100}{M}, \quad (8.2)$$

где M – массовая доля сухих веществ в начальном сусле, %;

m – видимая массовая доля сухих веществ сброженного сусла, %.

Определение осветления сбраживаемого сусла

Для определения осветления сбраживаемого сусла отбирают пробы в цилиндрические стаканчики на 50 мл. Отобранная проба сбраживаемого сусла рассматривается на свет. При хорошем осветлении сусло в стаканчике кажется блестящим с плавающими в нем комочками дрожжей, имеющими

ясные очертания. Затем взвешенные частицы оседают на дно стаканчика. Верхний слой становится прозрачным и резко отличается от нижнего мутного слоя. Через 12 ч на дне стаканчика образуется плотный осадок дрожжей с отстоявшимся над ним чистым пивом. Если дрожжи флокулируют быстро, то это признак того, что брожение закончено.

Определение кислотности сбраживаемого сусла

Титруемая кислотность определяется титрованием раствором гидроксида натрия с применением в качестве индикатора красного фенолфталеина так же, как при анализе лабораторного сусла.

Активная кислотность (рН) определяется электрометрическим способом с помощью рН–метра.

Задание: Исследовать физико-химические показатели сбраживаемого сусла, приготовленного настойным и отварочным способами: видимый и действительный экстракт, степень сбраживания, осветление, кислотность. Оценить изменение показателей пивного сусла в результате сбраживания.

Вопросы к защите лабораторной работы № 8

1. Какими параметрами характеризуются главное брожение и дображивание пива?
2. Чем отличаются дрожжи верхового брожения от дрожжей низового брожения?
3. Что такое степень сбраживания?
4. Как определяют степень сбраживания?
5. Определение осветления сбраживаемого сусла.
6. Как определяют активную и титруемую кислотность сусла?

9 Лабораторная работа № 9 Оценка качества готового пива

Материалы, реактивы и оборудование

1. Пиво темное и светлое, линейка, бумажные фильтры.
2. 0,1 н. раствор NaOH, насыщенный раствор сернокислого аммония.
3. Стаканы, лабораторные штативы, фотоэлектроколориметр, колбы вместимостью 500 мл, термометр, пикнометры, рефрактометр, электрическая плитка, рН-метр.

Качество готового пива оценивают по органолептическим (вкус, цвет, аромат, пенообразование, прозрачность) и по физико-химическим (содержание экстракта, диоксида углерода, алкоголя, титруемая кислотность, стойкость и др.) показателям.

Органолептическая оценка качества пива

Чистота напитка, запах пива, игристость или тонкость горечи – все это факторы, которые нельзя оценить аналитически, но именно они в первую

очередь интересуют потребителя. Пиво ему должно понравиться настолько, чтобы он захотел его взять еще раз.

Органолептическая оценка качества пива проводится в процессе дегустации. Пиво оценивается по 25-бальной системе по следующим показателям: прозрачность – 3; цвет -3; вкус – 5; хмелевая горечь – 5; аромат – 4; пенообразование – 5 баллов.

Для органолептических испытаний применяют цилиндрические бокалы из бесцветного стекла вместимостью 150-200 мл, диаметром 50-60 мм. Температура пива должна быть 12-14 °С. В первую очередь пробуют светлое пиво по возрастающей концентрации начального сусла, а затем в том же порядке темное пиво.

При дегустации определяют **прозрачность** – пиво рассматривают в проходящем свете, поставив стакан между глазом и источником света. Одновременно обращают внимание на выделение пузырьков диоксида углерода и отмечают обильное или медленное выделение пузырьков.

Пенообразование определяют в отдельной пробе в цилиндрическом стакане высотой 105-110 см с внутренним диаметром 70-75 мм. Стакан устанавливают на площадку лабораторного штатива, а над стаканом закрепляют кольцо на стойке штатива так, чтобы верхний край его находился на расстоянии 25 мм от верхнего края стакана. При наливке пива в стакан горлышко бутылки должно опираться на кольцо штатива так, чтобы пиво наполняло стакан спокойно и лилось в центр. Налив прекращают, когда верхняя поверхность пены сравняется с краем стакана. Линейкой определяют расстояние от резкой линии раздела «пена-пиво» до верхнего края стакана, устанавливая высоту пены в миллиметрах. В момент окончания налива включают секундомер. Спадание пены и образование на поверхности тонкой пленки считают концом опыта. Этот момент отмечают по секундомеру, стойкость пены выражается в минутах, округляя полученный результат до первого знака после запятой.

Цветность пива определяют с помощью фотоэлектроколориметра. Перед определением цветности пиво тщательно фильтруют через двойной бумажный фильтр, а затем определяют оптическую плотность фильтрата на фотоэлектроколориметре. Величину измеренной оптической плотности подставляют в формулу:

$$Ц = \frac{D}{0,075 \cdot t}, \quad (9.1)$$

где 0,075 – коэффициент пересчета оптической плотности в см³ 0,1 н. раствора йода;

t - толщина кюветы, см.

Вкус и аромат пива определяют, пробуя пиво небольшими глотками. В первую очередь устанавливают, характерен ли вкус и аромат для данного типа пива, а затем имеется ли в исследуемом пиве посторонний привкус. Полученные данные записывают в протокол дегустации и оценивают определенным числом баллов, которые потом суммируют по всем

показателям. Каждый образец пива оценивается по среднеарифметическому числу баллов.

Физико-химические показатели готового пива

Подготовка образца пива. Для определения содержания массовых долей спирта, видимого и действительного экстракта, цветности, белковой стойкости пиво предварительно должно быть отфильтровано и освобождено от диоксида углерода. Для этого 200-300 мл пива отфильтровывают через бумажный фильтр и наливают в колбу вместимостью 500 мл, доводя температуру до 20 °С, взбалтывают, закрыв горло сосуда ладонью и лишь время от времени приоткрывая его, до тех пор пока прекратится ощущения давления изнутри.

Массовую долю видимого экстракта в пиве определяют пикнометром при наличии в нем спирта и диоксида углерода, действительный – после удаления спирта и диоксида углерода пикнометрическим методом. Пиво, предназначенное для анализа, освобождают от диоксида углерода встряхиванием в колбе при комнатной температуре, многократным переливанием из колбы в колбы и фильтрованием через бумажный фильтр. Затем в образце пива при 20 °С пикнометрическим методом определяют относительную плотность и по таблице А.1 (приложение А.) находят соответствующую величину видимого экстракта.

Массовую долю спирта и действительного экстракта Данный показатель находят дистилляционным или рефрактометрическим методом (ГОСТ 12787-81).

Дистилляционный метод основан на отгонке спирта из навески пива и определении относительной плотности дистиллята, и остатка пива после отгонки, доведенных дистиллированной водой до начальной массы.

Рефрактометрический метод основан на определении показателя преломления при помощи погружного рефрактометра и относительной плотности пива с помощью пикнометра с последующим вычислением по формулам (приложение Б.)

Определение показателя преломления: В стаканчик на $\frac{1}{2}$ – $\frac{2}{3}$ его вместимости наливают пиво, освобожденное от двуокиси углерода, а затем помещают в штатив термостата-бани. Призму рефрактометра погружают в пиво, выдерживают 10-15 мин при 20-22 °С, после чего устанавливают резкую видимость линии раздела шкалы рефрактометра при помощи осветителя и зеркала.

Массовая доля сухих веществ в начальном сусле (ГОСТ 12787-81).

При известном содержании в пиве массовой доли действительного экстракта и спирта можно определить массовую долю сухих веществ начального сусла (в %):

$$C = \frac{(2,0665 \cdot a + e) \cdot 100}{(100 + 1,0665 \cdot a)} \text{ или } c = 2 \cdot a + k \quad (9.2)$$

где e – массовая доля действительного экстракта в пиве, %;

a – массовая доля спирта в пиве, %;

k – поправка, определяемая по таблице;
2,065 – количество экстракта, расходуемого на получение 1 г спирта, г;
1,0665- количество веществ, удаляющихся при брожении, с получением 1 г спирта, г.

Определение степени сбраживания

Действительная степень сбраживания (в %):

$$V = \frac{(c - E) \cdot 100}{c}, \quad (9.3)$$

где c – массовая доля сухих веществ начального сусле, %;

E – массовая доля действительного экстракта пива, %.

Видимая степень сбраживания пива (в %):

$$V_1 = \frac{(c - n) \cdot 100}{c}, \quad (9.4)$$

где n – видимый экстракт пива, %.

Видимая степень сбраживания для светлых сортов пива находится в пределах 61-69 %, а действительная – в пределах 49-56 %. Степень сбраживания для темных сортов пива несколько ниже.

Титруемая кислотность пива (ГОСТ 12788-87) 50 мл предварительно отфильтрованного пива наливают в коническую колбу емкостью 150-200 мл и для дополнительного освобождения от углекислоты нагревают в течение 30 мин при 40 °С и периодическом взбалтывании. Затем пиво охлаждают до комнатной температуры и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия. Израсходованное на титрование количество щелочи умножают на 0,2 и получают кислотность пива в мл нормальной щелочи на 100 мл пива.

Активная кислотность (рН) в готовом пиве определяется после освобождения пробы от диоксида углерода электрометрическим методом с помощью рН-метра.

Определение цветности пива (ГОСТ 12789-87) проводят методом колориметрического титрования или сравнением с эталонами цветности, так же как при анализе лабораторного сусле.

Стойкость пива (ГОСТ 51154-98) устанавливают методом, который основан на визуальном наблюдении за появлением помутнения или осадка в бутылке.

Определение белковой стойкости пива

Белковая стойкость пива характеризуется показателем холодной мути и пределом осаждения. Показатель холодной мути – это время, в течение которого пиво, помещенное в воду при 0 °С, сохраняет полную прозрачность. Чем выше этот показатель, тем лучше качество пива. Для определения предела осаждения необходимо искусственно вызвать появление мути в пиве прибавлением к нему раствора сульфата аммония.

Для определения предела осаждения в ряд склянок наливают по 10 мл пива. Затем последовательно, в количестве, возрастающем от одной склянки к

другой на 0,1 мл, добавляют насыщенный раствор сернокислого аммония: 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 мл. Содержимое склянок перемешивают и оставляют склянки при температуре 20 °С на 15 мин. После этого отмечают склянку, в которой произошло помутнение. Число сернокислого аммония, содержащегося в этой склянке, умножают на 10 и получают показатель предела осаждения. Чем больше предел осаждения, тем выше белковая стойкость пива.

Задание: Исследовать выданные образцы пива по органолептическим (прозрачность, цвет, вкус, аромат) и физико-химическим показателям (массовая доля сухих веществ, массовая доля спирта, массовая доля видимого и действительного экстракта, видимая и действительная степень сбраживания, кислотность, цветность, белковая стойкость). Сделать выводы о качестве пива.

Вопросы к защите лабораторной работы № 9

1. Как оценивается пиво по 25-балльной шкале?
2. По каким физико-химическим показателям определяют качество пива?
3. Как определяют массовую долю спирта и действительного экстракта?
4. Как определяют массовую долю сухих веществ в начальном сусле?
5. Определение степени сбраживания пива.
6. Как определяют белковую стойкость пива?
7. Как определяют цветность пива?
8. Как проводится определение стойкости пива?

10 Лабораторная работа № 10 Исследование процесса приготовления сахарного и купажного сиропов для производства безалкогольных напитков

Материалы, реактивы и оборудование

1. Сахар, бумажные фильтры, плодово-ягодный сок.
2. 50 % водный раствор лимонной кислоты.
3. Термометр, электрическая плитка, кастрюля, пикнометр, рефрактометр.

Для получения купажей напитков, товарных сиропов и кваса используют белый сахарный и белый инвертный сиропы. Белый сахарный сироп представляет собой концентрированный водный раствор сахара (сахарозы). Инвертный сахарный сироп помимо сахарозы содержит также инвертный сахар (глюкозу и фруктозу).

Белый сахарный сироп готовят двумя способами: горячим и холодным. На предприятиях распространен горячий способ, который включает растворение сахара в воде (смешивание сахара с водой температурой 40-50 °С и дальнейшее подогревание смеси при перемешивании), кипячение в течение

30 мин, фильтрование и охлаждение сиропа до 10-20 °С. Содержание сухих веществ в белом сахарном сиропе должно составлять 60-65 %.

При варке сахарного сиропа холодным способом сахар растворяют при температуре 60-70 °С, затем фильтруют и охлаждают.

Инвертный сахарный сироп готовят следующим образом: в кипящую воду задают сахар, после кипячения в течение 30 мин сахарный сироп с содержанием сухих веществ 65-70 % фильтруют и охлаждают до 70 °С, затем в сахарный сироп вносят 50 % водный раствор лимонной кислоты (из расчета 750 г на 100 кг сахара), смесь тщательно перемешивают и выдерживают при 70 °С в течение 2 ч периодически перемешивая, затем фильтруют и охлаждают до 10-20 °С.

Купажным сиропом называют полупродукт безалкогольного производства, представляющий собой смесь всех составных частей напитка за исключением газированной воды.

Процесс приготовления смеси из отдельных составных частей напитка называется купажированием, а полученная смесь – купажным сиропом.

Купажирование – это основная и наиболее ответственная стадия производства, от которой зависят все показатели качества готовой продукции. Купажные сиропы в зависимости от качества используемого сырья готовят одним из трех способов – холодным, полугорячим, горячим.

Холодный способ приготовления купажа:

Все полуфабрикаты задают в купажный аппарат при перемешивании, соблюдая следующую очередность: белый сахарный сироп (температурой 8-15 °С), плодово-ягодный сок или экстракт, виноградные вина, растворы кислот, красителей и в последнюю очередь цитрусовые настои, растворы натуральных и синтетических эссенций. Все компоненты тщательно перемешивают, фильтруют до полной прозрачности и охлаждают до 8-10 °С.

Полугорячий способ приготовления купажа:

В сироповарочный котел вносят 50 % требуемых по рецептуре плодово-ягодных соков или вина, подогревают их до 50-52 °С и засыпают по частям при постоянном перемешивании все количество сахара. После полного растворения сахара сироп доводят до кипения, при перемешивании добавляют все количество кислоты, предназначенной для купажа, кипятят 30 мин, удаляя образующуюся пену. Сироп фильтруют в горячем состоянии и охлаждают до 20 °С. Добавляют в него остальные 50 % плодово-ягодного сока или вина, а также остальные части купажного сиропа, сохраняя ту же последовательность, что и при холодном способе.

Горячий способ приготовления купажа:

Все количество плодово-ягодного сока или вина, предусмотренное рецептурой, вносят в сироповарочный котел, нагревают до 50-60 °С и при перемешивании засыпают все количество сахара. После полного растворения сахара сироп доводят до кипения и кипятят 30 мин, удаляя пену. Сироп фильтруют в горячем состоянии и после охлаждения до 20 °С в него добавляют предусмотренные рецептурой остальные части купажного сиропа. Содержание

сухих веществ в купажном сиропе в зависимости от вида напитка колеблется в пределах 30-45 %.

Купажные сиропы должны удовлетворять следующим требованиям:

- по внешнему виду – совершенно прозрачные, без опалесценции и мути, осадка, посторонних взвешенных частиц;
- по органолептическим показателям – характерный, хорошо выраженный вкус, аромат, цвет, свойственные данному виду напитка.

Органолептические показатели

Вкус, цвет и аромат купажных сиропов оценивают после их разведения водой в соотношении 1:5 (ГОСТ 6687.5-86)

Физико-химические показатели

Содержание сухих веществ в сахарном сиропе и купажных сиропах определяют с помощью ареометра, пикнометра или рефрактометра (ГОСТ 6687.2-90).

Метод определения **кислотности** (ГОСТ 6687.4-86) сахарного и купажного сиропов основан на титровании раствором щелочи всех кислот, находящихся в анализируемом продукте.

Задание: Приготовить сахарный сироп горячим и холодным способом, инвертный сахарный сироп. Оценить качество полученных сиропов по органолептическим (внешний вид, прозрачность, вкус, аромат) и физико-химическим (содержание сухих веществ, кислотность) показателям. Приготовить купажные сиропы напитка «Ягодка» холодным способом (на основе полученных сахарных сиропов), а также полугорячим и горячим способами.

Провести сравнительную оценку купажных сиропов:

- 1) приготовленных на основе различных сахарных сиропов;
- 2) приготовленных различными способами. Перед приготовлением купажных сиропов составить наборы всех рецептурных компонентов и расходовать в соответствии со способом приготовления.

Расход сырья на производство 100 дал напитка «Ягодка»: сахар – 700 кг; плодово-ягодный сок – 100 л; кислота лимонная – 0,15 кг.

Вопросы к защите лабораторной работы № 10

1. Какие способы приготовления сахарного сиропа вы знаете?
2. Что такое купажиrowание? Что такое купажный сироп?
3. Какими способами можно приготовить купажный сироп?
4. Какие требования предъявляются к купажному сиропу?
5. Как проводится определение органолептических показателей сахарного и купажного сиропов?
6. Определение физико-химических показателей в сахарном и купажном сиропах.

11 Лабораторная работа № 11 Качественные показатели кваса и безалкогольных напитков

Материалы, реактивы и оборудование

1. Квас, фильтры, вата, напитки, дистиллированная вода.
2. Раствор фенолфталеина, раствор NaOH.
3. Пикнометры, рефрактометр, колбы вместимостью 250-300 мл, фарфоровые чашки, термометр, электрическая плитка, ареометры.

Хлебный квас – один из распространенных напитков, обладающий приятным ароматом ржаного свежеспеченного хлеба и кисло-сладким вкусом. Он содержит разнообразные продукты спиртового и молочнокислого брожения, которые придают ему освежающее действие и специфический кисловатый вкус.

Основные стадии его производства включают: получение ржаного солода, приготовление квасного сусла, сбраживание квасного сусла и купажирование кваса.

Безалкогольные напитки - это напитки, приготовленные из питьевой, минеральной питьевой воды, соков, их концентратов, продуктов пчеловодства, настоев и экстрактов растительного сырья, ароматизаторов, сахара, заменителей сахара, подсластителей с добавлением вкусо-ароматических добавок, красителей и других компонентов.

Качество готового кваса и безалкогольных напитков оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям.

Органолептические показатели напитка

Прозрачность и наличие посторонних включений определяют в закрытых бутылках, просматривая их при переворачивании в проходящем свете.

Вкус и аромат определяют при 10-14 °С в дегустационном бокале.

Полноту налива определяют в градуированном цилиндре по верхнему краю мениска.

Оценка органолептических показателей безалкогольных напитков и кваса производится по 100 - балльной системе: 10 баллов – прозрачность; 40 баллов – вкус и аромат; 35 - насыщенность диоксидом углерода; 5 – цвет; 10 – внешнее оформление бутылки.

Напитки считаются отличными, если они получили в сумме 96-100 баллов; хорошими – 90-95 баллов; удовлетворительными – 85-89; плохими – менее 85 баллов.

Физико-химические показатели напитка

Кислотность (ГОСТ 6687.4-86) определяют следующим образом: среднюю пробу наливают в колбу, закрывают пробкой и энергично взбалтывают в течение 20-25 мин для удаления основной массы диоксида углерода из

напитка, периодически 3-4 раза приоткрывая на 30 с. Затем напиток фильтруют через ватный фильтр.

Для определения кислотности из полученного фильтрата отбирают 10 мл напитка, разбавляют 100 мл кипящей дистиллированной воды, охлаждают до 20 °С и титруют в присутствии 4-5 капель раствора фенолфталеина раствором гидроксида натрия до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30 с. Пробу негазированного напитка смешивают с холодной дистиллированной водой.

Кислотность определяют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 10}{A}, \quad (11.1)$$

где V – количество раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование;

K – поправочный коэффициент раствора гидроксида натрия;

A – объем напитка, взятый на определение, см³.

Содержание алкоголя

Квас содержит небольшое количество спирта. Среднюю пробу кваса освобождают от диоксида углерода взбалтыванием, нейтрализуют щелочью концентрацией 1 моль / дм³ до нейтральной реакции и при 20 °С ареометром определяют плотность напитка. Из этой пробы отбирают 250 мл в мерную колбу, затем переливают в фарфоровую чашку, сгущают до удаления примерно 40 % общего объема и остаток без потерь снова переносят в колбу на 250 мл. Объем доводят до 250 мл дистиллированной водой при 20 °С, перемешивают и измеряют ареометром плотность. Затем по формуле определяют плотность спирта, содержащегося в квасе:

$$P = (P_1 - P_2) + 1, \quad (11.2)$$

где P_1 и P_2 – плотность кваса соответственно со спиртом и без него, г/см³

Стойкость напитков определяют визуально по времени (в сутках), в течение которого напитки остаются прозрачными для прозрачных напитков или до появления осадка в замутненных при хранении их в затемненном помещении при температуре 20-22 °С.

Содержание сухих веществ напитка (ГОСТ 6687.2-90)

Ареометрический метод основан на определении массовой доли сухих веществ с помощью ареометра-сахаромера после проведения в пробе полной инверсии с обязательным предварительным удалением диоксида углерода из газированных напитков.

Пикнометрический метод основан на определении относительной плотности напитка с помощью пикнометра после проведения в пробе продукции (кроме концентрата квасного сусла и колера) полной инверсии и вычисления массовой доли сухих веществ.

Рефрактометрический метод основан на определении массовой доли сухих веществ по шкале рефрактометра при 20 °С после проведения в пробе продукции полной инверсии.

Задание: Исследовать выданные образцы напитков по органолептическим (вкус, аромат, прозрачность и наличие посторонних примесей) и физико-химическим (кислотность, содержание алкоголя, стойкость напитков) показателям. Сделать выводы о качестве напитков.

Вопросы к защите лабораторной работы № 11

1. Какие виды безалкогольных напитков выпускаются промышленностью?
2. Как определяют прозрачность и наличие посторонних примесей в напитках?
3. Как определяют содержание сухих веществ в напитках?
4. Как определяют содержание алкоголя в квасе?
5. Как определяют стойкость напитков?

Список использованных источников

1. Бойко Л.М. Физико-химические методы контроля бродильных производств: справочник/ Л.М. Бойко. – Киев: Техника, 1986. – 200 с.
2. Ермолаева Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков/ Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М.: ИРПО; Изд. Центр «Академия», 2000. – 416 с.
3. Инструкция по техно-химическому контролю пивоваренного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 276 с.
4. Муравицкая Л.В. Технохимический контроль пивоваренного и безалкогольного производств и основы управления качеством/ Л.В. Муравицкая. – М.: Агропромиздат, 1987. – 256 с.
5. Рудольф В.В. Производство безалкогольных напитков/ В.В. Рудольф. – М.: Колос. – 2000. – 367 с.
6. Сборник основных правил технологических инструкций и нормативных материалов по производству безалкогольной продукции. – М.: Пищепромиздат, 2000. – 280 с.

7. Технология солода, пива и безалкогольных напитков / К.А. Калунянц, В.Л. Яровенко, В.А. Домарецкий, Р.А. Колчева. – М.: Колос, 1992. – 464 с
8. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств/ В.Г. Тихомиров. – М.: Колос, 1998. – 448 с.
9. Технология пищевых производств / А.П. Нечаев [и др.]; под ред. А.П. Нечаева. – М.: КолосС, 2005.- с.550-680.
- 10.Химико-технологический контроль пиво-безалкогольного производства. / Р.А Колчева, Л.А. Херсонова, К.А. Калунянц, А.И. Садова. – М.: Пищевая промышленность, 1988. – 272 с.

Приложение А

(справочное)

Таблица А.1 – Вычисление массовой доли спирта

Относительная плотность, $\frac{20^{\circ}\text{C}}{20^{\circ}\text{C}}$	Массовая доля спирта, %	Относительная плотность, $\frac{20^{\circ}\text{C}}{20^{\circ}\text{C}}$	Массовая доля спирта, %	Относительная плотность, $\frac{20^{\circ}\text{C}}{20^{\circ}\text{C}}$	Массовая доля спирта, %	Относительная плотность, $\frac{20^{\circ}\text{C}}{20^{\circ}\text{C}}$	Массовая доля спирта, %
1	2	3	4	5	6	7	8
0,9999	0,055	0,9962	2,060	0,9925	4,215	0,9888	6,520
8	0,110	1	2,120	4	4,275	7	6,580
7	0,165	0	2,170	3	4,335	6	6,645
6	0,220	0,9959	2,225	2	4,400	5	6,710
5	0,270	8	2,280	1	4,460	4	6,780

4	0,325	7	2,235	0	4,520	3	6,840
3	0,380	6	2,390	0,9919	4,580	2	6,910
2	0,435	5	2,450	8	4,640	1	6,980
1	0,485	4	2,505	7	4,700	0	7,050
0	0,540	3	2,560	6	4,760	0,9879	7,115
0,9989	0,590	2	2,620	5	4,825	8	7,180
8	0,645	1	2,675	4	4,885	7	7,250
7	0,700	0	2,730	3	4,945	6	7,310
6	0,750	0,9949	2,790	2	5,005	5	7,380
5	0,805	8	2,850	1	5,070	4	7,445
4	0,855	7	2,910	0	5,130	3	7,510
3	0,910	6	2,970	0,9909	5,190	2	7,580
2	0,960	5	3,030	8	5,255	1	7,650
1	1,015	4	3,090	7	5,315	0	7,710
0	1,070	3	3,150	6	5,375	-	-
0,9979	1,125	2	3,205	5	5,445	-	-
8	1,180	1	3,265	4	5,510	-	-
7	1,235	0	3,320	3	5,570	-	-
6	1,285	0,9939	3,375	2	5,635	-	-
5	1,345	8	3,345	1	5,700	-	-
4	1,400	7	3,490	0	5,760	-	-
3	1,455	6	3,550	0,9899	5,820	-	-
2	1,510	5	3,610	8	5,890	-	-
1	1,565	4	3,670	7	5,950	-	-
0	1,620	3	3,730	6	6,015	-	-
0,9969	1,675	2	3,785	5	6,080	-	-
8	1,730	1	3,845	4	6,150	-	-

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
7	1,785	0	3,905	3	6,205	-	-
6	1,840	0,9929	3,965	2	6,270	-	-
5	1,890	8	4,030	1	6,330	-	-
4	1,950	7	4,090	0	6,395	-	-
3	2,005	6	4,150	0,9889	6,455	-	-

Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1 – Вычисление массовой доли действительного экстракта

Относительная плотность, $\frac{20^{\circ}\text{C}}{20^{\circ}\text{C}}$	Массовая доля действительного экстракта, %	Относительная плотность, $\frac{20^{\circ}\text{C}}{20^{\circ}\text{C}}$	Массовая доля действительного экстракта, %
1	2	3	4
1,000	0,000	0,9954	2,505
0,9999	0,055	3	2,560
8	0,110	2	2,620
7	0,165	1	2,675
6	0,220	0	2,730
5	0,270	0,9949	2,790

4	0,325	8	2,850
3	0,380	7	2,910
2	0,435	6	2,970
1	0,485	5	3,030
0	0,540	4	3,090
0,9989	0,590	3	3,150
8	0,645	2	3,205
7	0,700	1	3,265
6	0,750	0	3,320
5	0,805	0,9939	3,375
4	0,855	8	3,435
3	0,910	7	3,490
2	0,960	6	3,550
1	1,015	5	3,610
0	1,070	4	3,670
0,9979	1,125	3	3,730
8	1,180	2	3,785
7	1,235	1	3,845
6	1,285	0	3,905
5	1,345	0,9929	3,9965
4	1,400	8	4,030
3	1,455	7	4,090
2	1,510	6	4,150
1	1,565	5	4,215
0	1,620	4	4,275
0,9969	1,675	3	4,335

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
8	1,730	2	4,400
7	1,785	1	4,460
6	1,840	0	4,520
5	1,890	0,9919	4,580
4	1,950	8	4,640
3	2,005	7	4,700
2	2,060	6	4,760
1	2,120	5	4,825
0	2,170	4	4,885
0,9959	2,225	3	4,945
8	2,280	2	5,005
7	2,335	1	5,070

6	2,390	0	5,130
5	2,450	0,9909	5,190