

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Кафедра химических технологий

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

«ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»

для студентов ВлГУ, обучающихся по направлению
**18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»**

Владимир – 2016 г.

Данные методические указания включают рекомендации по содержанию и выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы биотехнологии» для студентов направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» ВлГУ.

Методические указания составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», рабочей программы дисциплины «Основы биотехнологии».

Рассмотрены и одобрены на
заседании УМК направления
18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»
Протокол № 1 от 5.09.2016 г.
Рукописный фонд кафедры ХТ ВлГУ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

«ПОЛУЧЕНИЕ КВАСА»

Цель работы: знакомство с технологией получения кваса из ржаных сухарей.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Квас - традиционный славянский кислый напиток, который готовят на основе брожения из муки и солода (пшеничного, ячменного) или из сухого ржаного хлеба, иногда с добавлением пахучих трав, мёда, вошины; также готовится из свёклы, фруктов, ягод. Раньше он нередко служил основой холодных похлёбок.

Классификация кваса: по российскому ГОСТу для промышленного изготовления — это напиток с объёмной долей этилового спирта не более 1,2%, изготовленный в результате незавершённого спиртового и молочнокислого брожения сусла. Согласно классификации организации Beer Judge Certification Program, занимающейся подготовкой и сертификацией судей для проведения пивных дегустационных соревнований, квас является пивом, и относится к категории «Пиво историческое, традиционное, местное». В России, Белоруссии и на Украине квас считается самостоятельным (и национальным) напитком. Бутилированный квас, приготовленный путём брожения, часто газифицируют.

Химические свойства: химическое исследование кваса, кроме испытания его на вкус, цвет, запах, заключается в определении: удельного веса, свободной углекислоты, общего количества кислот и летучих кислот, алкоголя, экстракта, золы, белковых тел и сахара.

Удельный вес определяется пикнометром при +15,5 °С. Свободная углекислота определяется по способу Швакгефера, видоизменённому Лаугером и Шульце, состоящему в том, что определённое количество кваса нагревают в колбе, снабжённой отводной трубкой, и выделившуюся углекислоту собирают едкой щёлочью в калиаппарате.

Для определения общей кислотности - 10 см³ кваса разбавляют водой до получения едва заметного окрашивания и титруют децинормальным раствором едкого натра. Общую кислотность считают на молочную кислоту, для чего полученное количество кубических сантиметров едкого натрия умножают на 0,009.

Количество *летучих кислот* определяется по способу Ландманна, перегонкой 100 см³ кваса в струе водяного пара и титрованием полученного дистиллята децинормальным едким натром. Летучие кислоты считают на уксусную кислоту, для чего полученное количество кубических сантиметров едкого натрия умножают на 0,006. *Алкоголь* определяется удельно-весовым способом Ухнера. *Экстракт* определяется

выпариванием 100 см³ кваса в плоской платиновой чашке до состояния сиропа и последующим высушиванием при +100 °С до постоянного веса. Зола определяется осторожным сжиганием экстракта. Зола испытывают на присутствие тяжёлых металлов. Белки определяют окислением по способу Киеводаля. Сахар (глюкозу) определяют титрованием (по Федингу — Сокслету) кваса, предварительно обесцвеченного животным углём или свинцовым сахаром и освобождённого от алкоголя. Приводим таблицу химического состава разных сортов хлебного кваса, по исследованиям Георгиевского, Коцына и профессора Соколова.

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующие разделы:

Титульный лист.

Цель работы.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Задание

2.2. Приборы, оборудование, материалы.

2.3. Методика проведения эксперимента.

2.4. Экспериментальные данные.

2.5. Обработка экспериментальных данных.

3. ВЫВОД

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Приборы, оборудование, материалы

Электрический чайник, емкости объемом 5 и 10 лтров, весы, сито, перемешивающее устройство, сухари из ржаного хлеба, вода, сахар, прессованные дрожжи, изюм, мята.

2.2. Методика проведения эксперимента

- 1) Засыпаем сухари в емкость массой 0,5 кг.
- 2) Заливаем кипятком объемом 5 литров.
- 3) Охлаждаем и настаиваем в течение 2-х суток.
- 4) Взвешиваем 15 г дрожжей, 200г сахара и помещаем в отцеженный настой.
- 5) Оставляем для брожения на 3-е суток.
- 6) Отцеживаем, переливаем в бутылки с крышками.

7) Для придания напитку особенных оттенков вкуса в квас можно добавить ягоды, мяту, хмель, яблоки, груши, изюм и другие продукты.

Добавлять в квас отвар мяты, смородинного листа, изюм, мед, тмин, хрен или варенье – и в результате получать все новые вариации этого напитка.

8) Храним в холодильнике (3 дня).

Контрольные вопросы

1. Что такое квас и где его используют?
2. Какие ингредиенты добавляют при получении кваса и какую роль они играют?
3. Химический состав кваса?
4. Почему при получении кваса обязательным ингредиентом является сахар?
5. Как определяется общая кислотность кваса?
6. Чем отличается квас от пива?
7. Присутствует ли в квасе алкоголь?

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения [Электронный ресурс]: учебник / О.А. Неверова, Г.А. Гореликова, В.М. Позняковский. Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785379000899.html>

2. Пищевая биотехнология. Кн 3. Биотехнология гидробионтов [Электронный ресурс] / Мезенова О.Я. - М.: КолосС, 2009. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206525.htm>.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

«СПИРТОВОЕ БРОЖЕНИЕ»

Цель работы: ознакомиться с компонентами биотехнологического процесса. Рассмотреть химизм спиртового брожения. Изучить продукты спиртового брожения.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Явление спиртового брожения давно известно человечеству, однако природа его была раскрыта французским ученым Луи Пастером только в 1858 г., который доказал, что

спиртовое брожение сахаристых веществ зависит от жизнедеятельности дрожжевых клеток. Он назвал это явление «жизнь без кислорода» потому, что оно осуществляется в анаэробных условиях. В 1897 г. немецкий ученый Бухнер выделил из дрожжевых клеток ферменты, которые назвал «зимаза», проделал ряд опытов и доказал, что они могут работать вне клеток дрожжей.

Спиртовое брожение - сложный биохимический процесс, который происходит при каталитическом действии ферментов дрожжевых клеток на глюкозу и фруктозу, другие шестиуглеродистые сахара.

Механизм спиртового брожения

Промежуточным продуктом спиртового брожения является уксусный альдегид, при восстановлении которого образуется этиловый спирт. Это показано на рис.1.

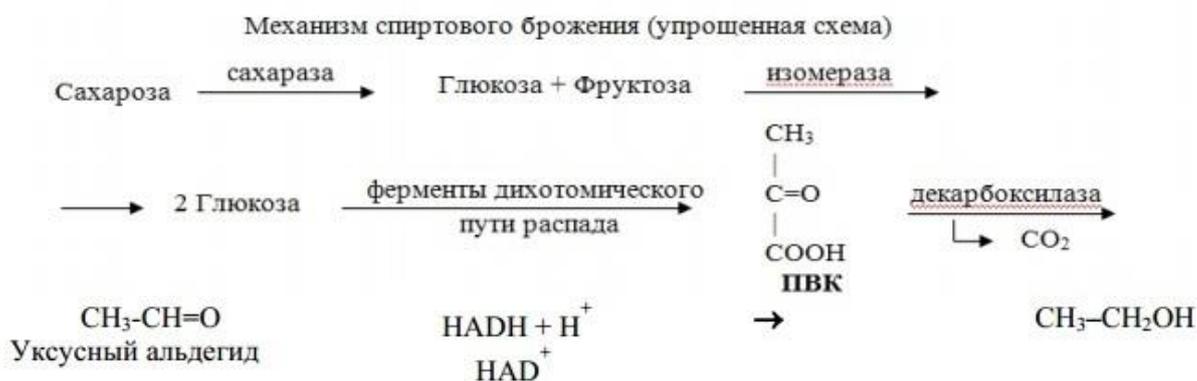


Рис.1 Химизм спиртового брожения (упрощенная схема)

Продуктами спиртового брожения являются спирт и углекислый газ в эквимольных соотношениях. Учет образовавшегося углекислого газа производится по убыли в весе колбы, в которой происходило брожение.

Состав исходного сырья

Вещества	Содержание, %
Фруктоза	35-40
Сахароза	20-25
Яблочная кислота	30-40
Лимонная кислота	6,5-17
Янтарная кислота	3,5-7,5
Азотистые вещества	1-3
Аминокислоты	0,3

Химический состав яблок не является постоянным. Он зависит от целого ряда факторов: сорта, климата, погодных условий, агротехники, степени зрелости, величины плодов, условий хранения и т. д. Однако биохимические признаки плодов, так же как и морфологические, изменяясь по фазам развития, в то же время более или менее постоянны для определенных периодов развития того или иного сорта. Яблочный сок представляет собой водный раствор сахаров, кислот, солей, белков, фенольных соединений и других компонентов, содержание которых зависит кроме всего прочего и от способа его получения.

Конверсия исходных веществ характеризует полноту превращения исходных веществ в конечный целевой продукт. Конверсия, как и выход, выражается в процентах или долях единицы.

Общая конверсия — это отношение количества одного из исходных веществ, прореагировавшего по всем возможным направлениям, к массовому количеству того же вещества, прошедшего через реакционный аппарат.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Приборы, оборудование, материалы

Емкость для брожения (не менее двух литров), гидрозатвор, перегонная колба, холодильник, аллонж, колба-приемник, дефлегматор, переходник, нагревательная плита, воронка, фильтровальная бумага, колбы на 250 мл, стаканы, дрожжи, яблоки.

2.2. Методика проведения эксперимента

2.2.1. Выбор сырья для спиртового брожения

Яблоки имеют оптимальный состав сока для приготовления вин. Это еще один плюс в пользу вина из яблок – его можно готовить непосредственно из сока, без острой необходимости его исправления и улучшения.

2.2.2. Подготовка сырья к механизму спиртового брожения

Собранные плоды нужно промыть, чтобы на кожице остались природные дрожжевые культуры. Обязательно нужно удалить все червоточины, подгнившие места. Чтобы вино из яблок не отдавало горечью нужно обязательно удалить сердцевину и косточки. Затем необходимо измельчить яблочную мякоть.

2.2.3. Приготовление и брожение суслу

Подготовленные яблоки массой 1 кг помещаем в емкость для брожения, заливаем водой так, чтобы она полностью закрывала используемое сырье. Для того, чтобы ускорить процесс брожения, в раствор добавляем 20 г сухих дрожжей. Закрываем гидрозатвором,

конец которого опускаем в банку с водой, чтобы установка выглядела таким образом (рис.2.):

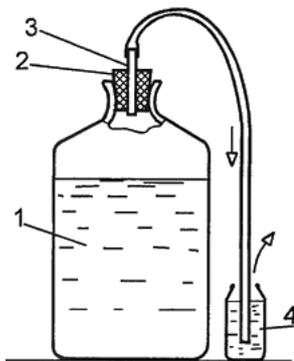


Рис.2. 1 - брага (сусло); 2 - пробка; 3 - трубка; 4 - вода

Емкость с нашим суслем и гидрозатовором отправляем в темное, тёплое место. Идеальной температурой для брожения является +20+22 градуса. Брожение существенно замедлится, если температура помещения опустится ниже +16 градусов или поднимется выше +25 градусов. При этом температура брожения должна быть ровной, то есть нужно оградить нашу емкость от сквозняков и прочих факторов, которые могут вызвать температурные колебания. Яблочное вино бродит около 30-45 дней. Верный признак окончания брожения – в стакане с водой гидрозатвора перестали выделяться пузырьки.

Перебродившее вино нужно еще настоять несколько дней в емкости (но не более 2 недель, так как отмершие дрожжи, выпавшие в осадок, начнут загнивать) и снять с осадка, который выпал в результате брожения.

2.2.4. Отбор фракции спирта и сбор концентрированного раствора с помощью перегонки

Перед процессом перегонки, полученный раствор фильтруем. Рефрактометром измеряем показатель преломления и пикнометром – плотность. Затем осуществляется процесс перегонки с помощью установки, изображенной на рис.3.

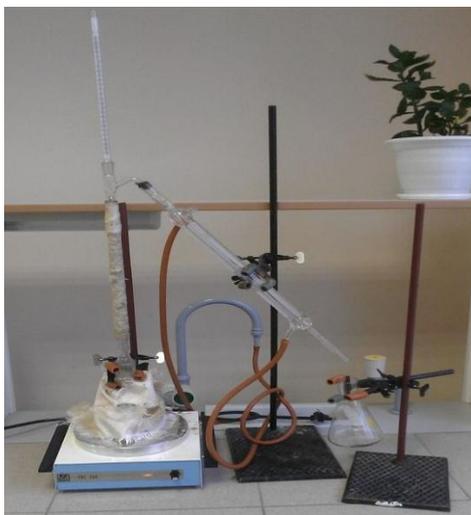


Рис.3. Установка для перегонки и сбора концентрированного раствора (плита, круглодонная колба, дефлегматор, переходник, термометр, холодильник, приемная колба)

2.3. Экспериментальные данные

Рассчитать свойства полученного материала и занести в таблицу.

№	Выход продукта	Плотность, г/см ³	Степень конверсии	Содержание спирта, °

Контрольные вопросы

1. Механизм и продукты спиртового брожения?
2. При каких значениях pH протекает механизм спиртового брожения?
3. Для чего используют дрожжи при спиртовом брожении?
4. В чем отличия спиртового брожения от молочнокислого?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения [Электронный ресурс]: учебник / О.А. Неверова, Г.А. Гореликова, В.М. Позняковский. Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785379000899.html>

2. Пищевая биотехнология. Кн 3. Биотехнология гидробионтов [Электронный ресурс] / Мезенова О.Я. - М.: КолосС, 2009. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206525.htm>.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

«ПОЛУЧЕНИЕ КРАХМАЛА ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ СЫРЬЯ»

Цель работы: получение сухого крахмала из клубней картофеля, определение расходного коэффициента и выхода продукта.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Крахмал, его структура, свойства

Крахмал – растительный полисахарид, получаемый из крахмалосодержащего сырья: картофеля, кукурузы, пшеницы, риса и некоторых других растений. Чистый товарный крахмал представляет собой белоснежный сыпучий порошок, состоящий из

мельчайших зерен.

Крахмал состоит из двух отличающихся структурой фракций - амилозы и амилопектина. Амилоза представляет собой линейную или слабо разветвленную цепь глюкозных остатков, соединенных α -1,4 глюкозидной связью (рис. 1).

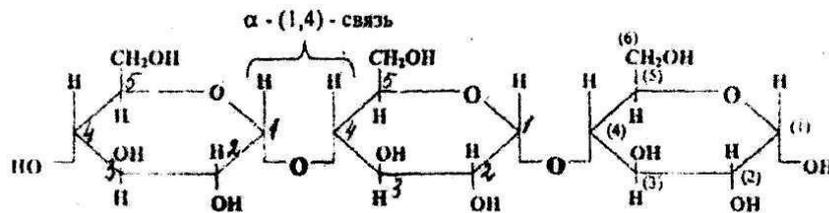


Рис. 1. Химическая структура молекулы амилозы

Конечный остаток глюкозы имеет у первого углеродного атома свободный полуацетальный гидроксил с высокой реакционной способностью и окисляющийся двухвалентной медью.

Цепь молекулы амилозы может содержать от 1000 до 6000 глюкопиранозных остатков, что соответствует молекулярной массе от 300000 до 1000000.

В отличие от амилозы амилопектин имеет сильно разветвленную структуру. В линейных участках его молекулярной цепи глюкозные остатки связаны между собой α -1,4 глюкозидной связью, а в точках ветвлений - α -1,6 глюкозидной связью (рис. 2).

Крахмал является резервным питательным веществом, используемым растением в начале вегетационного периода. Синтез крахмала из гексоз происходит в листьях растений. Ему предшествует накопление в хлорофилловых зернах глюкозы, образующейся из углекислоты и воды в процессе фотохимической реакции



Крахмал, образовавшийся в хлоропластах, под действием ферментов снова превращается в глюкозу, которая в зерновке или клубнях превращается в крахмал.

Зерна крахмала обычно включают два различающихся по строению и свойствам полисахарида - амилопектин (70-80% от массы крахмала) и амилозу (20-30% от массы крахмала). Оба полисахарида построены из одинаковых глюкозных остатков, но амилопектин имеет ветвистую структуру, а амилоза -линейную.

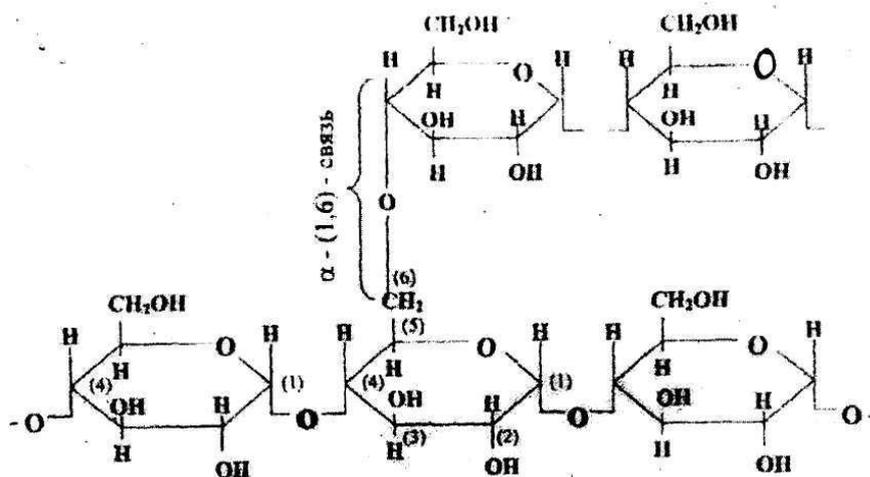


Рис. 2. Химическая структура молекулы амилопектина

В амилопектине точки ветвления находятся приблизительно через 10-12 глюкозных остатков, а внешние ветвления состоят из 15-18 глюкопиранозных единиц (рис. 3).

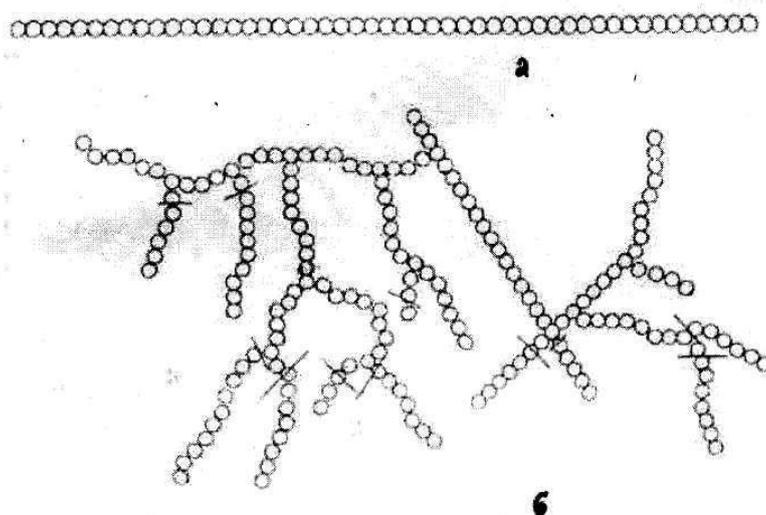


Рис. 3. Схема строения: а - амилозы; б - амилопектина (черточками показаны границы расщепления β -амилазой)

Крахмальные зерна нерастворимы в холодной воде, спирте, эфире, сероуглероде, хлороформе, бензоле, но растворяются в щелочах и растворах солей Zn, Mg и некоторых других.

Наиболее важным свойством крахмала является способность его зерен при повышении температуры набухать в воде с образованием вязкого коллоидного раствора-клейстера. Для картофельного крахмала набухание зерен заметно при 40-45⁰С, а крахмалов из зерновых культур - при 35⁰С. Каждый вид крахмала имеет отличную от других зону клейстеризации. Картофельный крахмал клейстеризуется в интервале

температур 55-65⁰С, кукурузный - 65-75⁰С, пшеничный - 65-72⁰С. При температуре 120⁰С и выше происходит растворение амилопектина и некоторая деструкция молекул крахмала.

Добавление в крахмальный клейстер даже незначительного количества раствора йода приводит к интенсивному синему окрашиванию, исчезающему при нагревании и вновь появляющемуся при охлаждении. По изменению окраски йодного раствора судят о глубине осахаривания крахмала при производстве крахмальной патоки. Удельное вращение $[\alpha_{20}^D]$ клейстеризованного картофельного крахмала равно 204,3⁰S.

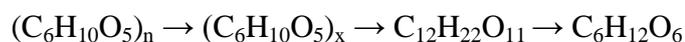
Химические свойства крахмала

Крахмал относится к не редуцирующим углеводам. Химическая формула крахмала – $(C_6H_{10}O_5)_n$ - свидетельствует о том, что его основой является глюкозный остаток $(C_6H_{10}O_5)$.

Основной химической реакцией является гидролиз крахмала. Он протекает при каталитическом действии кислот до конечного продукта – глюкозы



Схема постепенного гидролиза крахмала в присутствии кислот, являющихся катализаторами, или при его ферментативном гидролизе имеет вид



крахмал ряд декстринов мальтоза глюкоза

Быстрое нагревание обычного крахмала вызывает расщепление его молекулы до декстринов, которые имеют, меньшую молекулярную массу, но тот же химический состав. В зависимости от размера молекул их называют амилодекстринами, эритродекстринами или ахродекстринами.

По мере уменьшения молекулярной массы, получаемые декстрины изменяют цвет окрашивания с йодом в следующей последовательности: сине-фиолетовое, красно-фиолетовое, красно-оранжевое, оранжевое и желтое.

Картофель как сырье для производства крахмала

Картофель - важная культура разностороннего использования. Он служит сырьем для производства крахмала, спирта и ряда других пищевых продуктов.

Клубни картофеля содержат 75-76 % воды и 24-25 % сухого вещества. Из расчета на 100 кг картофеля его сухие вещества состоят примерно из 17,5 кг крахмала, 2,1 кг азотистых веществ, 4,3 кг безазотистых веществ, 0,9 кг минеральных веществ и 0,5 % сахаров. В клубнях картофеля 1/4 часть воды находится в связанном состоянии и не может быть растворителем. В остальной воде растворены соли органических и минеральных кислот, азотистые вещества, сахар.

Химический состав картофеля зависит от сорта, способа возделывания, почвенно-климатических условий района. Клубни картофеля различаются по химическому составу не только от разных, но даже от одного куста. Содержание крахмала в них может колебаться от 12 до 25 %. Больше крахмала содержат клубни массой от 50 до 100 г.

В соответствии с существующими требованиями ГОСТ 6014-68 на картофель для промышленной переработки, крахмалистость клубней должна быть не менее 14 %, а размер по наибольшему диаметру не менее 30 мм. В мелких клубнях больше содержится клетчатки, что затрудняет технологию вымывания свободного крахмала из кашки и мезги, ухудшает его качество.

Кроме перечисленных химических веществ в картофеле присутствует в небольшом количестве глюкоалкалоид - соланин, являющийся одним из видов сапонинов, дающих с водой обильную пену при переработке картофеля.

Соланин ядовит и в наибольших количествах содержится в ростках картофеля и позеленевших частях клубня.

Картофель богат витаминами А, В1, В2, В6, РР и особенно С, которого на 1 кг его массы приходится 100 - 250 мг.

Массовая доля влаги в картофельном крахмале составляет 17 0 20 %.

Производство сырого картофельного крахмала

Картофель со склада или хранилища транспортируется в производство. На большинстве картофелекрахмальных заводов для этого используют гидравлический транспортер, по которому картофель перемещается при помощи воды. В процессе транспортирования и мойки происходит предварительная очистка картофеля, сопровождающаяся отделением от него легких и тяжелых примесей (солома, ботва, щепка, песок, камни). Чистый (отмытый) картофель взвешивают на автоматических весах и на картофелетерочных машинах истирают до состояния кашки, представляющей собой смесь крахмала с мезгой и клеточным соком. Затем из картофельной кашки на горизонтальных шнековых осадительных центрифугах отделяют до 70% клеточного сока и получают липкий, тестообразный продукт, содержащий 32-43 % сухих веществ. Из этого продукта, путем промывания водой на ситовых аппаратах, выделяют свободный крахмал в виде крахмальной суспензии и обескрахмаленную мезгу.

Различают мелкую и крупную мезгу. Промытую крупную и мелкую мезгу обезвоживают сначала на центробежно-лопастных ситах, а затем на мезгопрессе и направляют на реализацию как отход производства.

Крахмальную суспензию подают на осадительные центрифуги для сгущения и отделения соковой воды. Сгущенный сход с центрифуги, содержащий 38-40 % сухих

веществ, разбавляют водой и направляют на рафинирование. Рафинирование крахмальной суспензии проводят на дуговых ситах последовательно в две ступени. Содержание мезги в суспензии после рафинирования не должно быть более 0,5 % к массе ее сухих веществ.

После выделения соковой воды, мезги и рафинирования крахмальная суспензия еще может содержать некоторое количество растворимых веществ, мелкой мезги и других примесей. Поэтому ее подвергают дополнительному промыванию свежей чистой водой и отделяют с помощью гидроциклонов; центробежных сепараторов или осадительных центрифуг со шнековой выгрузкой осадка.

Выход крахмала из картофеля зависит от его содержания в картофеле, величины потерь с отходами производства и сточными водами, технической оснащенности завода и технологической схемы переработки картофеля.

Расход воды на производство сырого картофельного крахмала зависит от технологической схемы, применяемого оборудования и колеблется от 5 до 22 м³ на 1 т перерабатываемого картофеля.

Технология получения картофельного крахмала состоит из следующих операций:

- подача картофеля в производство и отмывание от грязи;
- измельчение картофеля на терочных машинах;
- выделение клеточного сока из кашки;
- вымывание крахмала из кашки (отделение крахмала от мезги);
- отделение соковой воды;
- рафинирование, промывание и концентрирование суспензии крахмала.

Применение картофельного крахмала

Его используют при выработке фруктово-ягодных киселей, для загущения супов, соусов, подливок, в производстве некоторых видов колбасных изделий, сосисок и сарделек, для стабилизации некоторых видов кондитерских кремов, изготовления клеящих веществ, выработки искусственного саго. Картофельный крахмал используют в технических целях в текстильной, бумажной, полиграфической промышленности, а также в быту.

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующие разделы:

Титульный лист.

Цель работы.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Задание

- 2.2. Приборы, оборудование, материалы.
- 2.3. Методика проведения эксперимента.
- 2.4. Экспериментальные данные.
- 2.5. Обработка экспериментальных данных.

3. ВЫВОД

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Приборы, оборудование, материалы

Клубни картофеля, вода, терка металлическая, емкость, марля или сито, фольга, шкаф сушильный.

2.2. Методика проведения эксперимента

1) Клубни картофеля массой около 1 кг необходимо очистить от кожуры и хорошо промыть.

2) Измельчить клубни на терке с мелкими отверстиями, периодически поливая терку водой. Натертая мякоть будет постепенно накапливаться в воде.

3) Когда весь картофель будет протерт, его тут же надо отфильтровать (процедить) через частое сито или сложенную вдвое марлю в емкость и дать отстояться, пока крахмал не осядет на дно.

4) После этого воду осторожно сливают и наливают чистую. Снова дать крахмалу осесть. Таким образом, промывают крахмал несколько раз, пока он не станет почти белым.

5) Сырой крахмал отжать от воды и разложить тонким слоем на листе фольги.

6) Сушить в сушильном шкафу при температуре не выше 40 градусов, иначе крахмал превратится в клейстер. Можно высушить и просто на горячей батарее.

7) Сухость крахмала определяется на ощупь, на вид вроде бы сухой, но на ощупь оказывается сырым. До 40 процентов воды может впитывать крахмал, оставаясь на вид сухим.

Если крахмал высох, его нужно растереть или раскатать скалкой, тогда он получится рассыпчатым. Полученный крахмал может иметь желтоватый оттенок.

2.3. Расчеты

По полученным экспериментальным данным рассчитать расходный коэффициент по сырью и выход сухого крахмала.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой крахмал?
2. Каково назначение крахмала в растениях? Каковы размер и форма крахмальных зерен различных видов крахмала?
3. Назовите основные физические и химические свойства крахмала?
4. Что вы знаете о набухании, клейстеризации и ретроградации крахмала?
5. Каково строение и свойства фракций крахмала? Напишите структурные формулы характерных звеньев амилозы и амилопектина.
6. Производство сырого картофельного крахмала?
7. Применение картофельного крахмала?

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения [Электронный ресурс]: учебник / О.А. Неверова, Г.А. Гореликова, В.М. Позняковский. Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785379000899.html>.
2. Пищевая биотехнология. Кн 3. Биотехнология гидробионтов [Электронный ресурс] / Мезенова О.Я. - М.: КолосС, 2009. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206525.htm>.