

3. Е.П. Широков, В.И.Полегаев “Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации”- Москва “Колос”, 2000 г, 255 с.

4. Назирова Р.М., Усмонов Н.Б., Тухташев Ф.Э., Тожиев Б// Значение процесса предварительного охлаждения сырья в повышении сохраняемости плодоовощной продукции// Научно-методический журнал “Вестник науки и образования”. Издательство «Проблемы науки». Москва, №20 (74), часть 1, 2019, с 35-38.

УДК 663.52

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛОВОГО СПИРТА ИЗ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ

Алакаев Алан Арсенович, студент, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, alan@mail.ru

Вологиров Темирлан Зуберович, магистрант, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, tem@yandex.ru

Научный руководитель - Кашикуев Мурат Владимирович, д.с.-х.н., профессор, кафедры агрономии ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова dinakbgsha77@mail.ru

***Аннотация:** Работа посвящена изучению технологического процесса производства этилового спирта. Установлены оптимальные параметры в технологическом цикле производства этилового спирта.*

***Ключевые слова:** этиловый спирт, технология, производство, качество*

Для производства спирта используют основное сырье (зерновые смеси, пшеница, кукуруза) и вспомогательное сырье (вода, ферменты, антисептики).

В спиртовом производстве вода используется питьевая и техническая. Она непосредственно поступает на технические нужды, входит в состав полуфабрикатов и спирта, расходуется на охлаждение полупродуктов и продуктов, подается на питание паровых котлов. Химический состав воды оказывает влияние на технологические процессы, может отразиться на качестве спирта, дрожжей.

При производстве спирта используют разжижающие (амилосубтилин, зимаджунт) и осахаривающие ферменты (глюкоза, сан-супер) [3].

Также применяют антисептики, для дезинфекции суслу, растворов ферментных препаратов, оборудования технологических линий и трубопроводов, помещений (формалин, серная кислота, сода каустическая и кальцинированная, карбамид).

Транспортирование зерна из хранилищ на завод производится автотранспортом. Все виды сырья, поступающие в производство, очищают от примесей, т.к. они могут вызвать быстрый износ заводской аппаратуры и

ухудшение качества продукта. Для непрерывного разваривания требуется измельчение зерна, т.е. разделения его на части.

Процесс размельчения кусков, при котором требуется только уменьшить их размеры, но не придавать им определенной формы, как правило, как например, в спиртовом производстве для измельчения зерна, называется дроблением. Дробление зерна производится на молотковых дробилках, предназначенных для измельчения зерна злаковых, пленчатых, кукурузы, зерновых смесей и других видов сырья. Подача зерна в дробилку производится из приемного бункера инерционных питателей. Привод питателя осуществляется от электродвигателя. Питатель предназначен для равномерной подачи сырья в дробильную камеру. Дробление зерна предусматривается проходом сита отверстиями 2 мм при выходе зерна 75-90%. Раздробленное зерно поступает в бачок – смеситель, где оно смешивается с водой ($t= 40-50^{\circ}\text{C}$) и разжижающим ферментом зимаджунт или амилосубтилин. При разваривании крахмалосодержащего сырья нативный крахмал, содержащийся в клетках зерна, недоступен для действия амилаз, т.к. окружен клеточной оболочкой и в нерастворенное состояние осахаривается очень медленно [4].

Температура клейстеризации пшеничного крахмала $54-62^{\circ}$. Засыпав зерно, закрывают верхний люк и открывают циркуляционный вентиль для выпуска воздуха. Когда весь воздух из разварника, циркуляционный вентиль закрывают и увеличивают давление в разварнике до установленной величины:

- разваривании нормального зерна – до максимума;
- при разваривании зерна I и II степени дефектности при давлении 4-5 атм. Разваривание зерна III и IV степени дефектности производят при более мягком режиме. Сырье разваривают в течение 7-8 ч. В предразварнике происходит перемешивание при помощи двух гидродинамических насосов, что обеспечивает равномерность разваривания. Перед предразварником, находящиеся контактная головка U – образной формы предотвращает проскоки пара и способствует лучшему перемешиванию массы, и поддержанию постоянной температуры 80°C . Замес с предразварника поступает на II контактную головку, где задается температура $110-120^{\circ}\text{C}$. Со II контактной головки замес поступает в выдерживатели, где продолжается процесс разваривания сырья в течение 40-60 минут при температуре $110-120^{\circ}\text{C}$. Далее замес поступает в паросепаратор. Назначение его – снизить температуру до 95°C и отбора пара. Из паросепаратора под действием вакуума замес засасывает в вакуум-осахариватель. Вакуум создается при помощи барометрического конденсатора и двух центробежных насосов. В вакуум – осахариватель задается осахаривающий фермент (глюкозим или сан-супер) и происходит осахаривание суслу. Необходимым условием равномерного осахаривания является поддержания уровня суслу в вакуум-осахаривателе.

Осахаривание разваренной массы состоит в превращении крахмала в мальтозу, легко сбраживаемую дрожжами. Осахариваемая масса должна быть подвижной, чтобы ее можно было смешать с дрожжами. На скорость осахаривания крахмала влияют температура и pH среды [1,2]. Осахаривание

проводят при температуре 55-60⁰С и при рН = 4,0-4,6. При нормальном сырье и правильном проведении технологических процессов осахаренная масса должна иметь показатели:

1) Концентрация массы (содержание сухих веществ) должна быть 13-15%. При уменьшении концентрации массы в зрелой бражке будет содержаться меньшее количество спирта, а при повышении концентрации дрожжи могут не сбродить весь содержащийся в массе сахар.

2) Естественная кислотность массы 0,25-0,3⁰, что способствует рН = 4,8. Пониженная кислотность (менее 0,2⁰) способствует развитию инфекции, а увеличение (более 0,4⁰) ослабляет фермент, что увеличивает количество неосахаренных декстринов в зрелой бражке.

3) Степень осахаривания определяется работой пробой на йод. Масса должна окрашиваться в коричневый цвет. Осахаривающей способностью называют меньшее количество фильтра осахаренной массы, необходимое для осахаривания 10 мл 0,2% раствора крахмала в течение 6 минут. Осахаренное сусло при помощи поршневых насосов поступает:

1) на дрожжанки (t = 55-60⁰С).

2) и через теплообменник в бродильный чан.

Для процесса брожения используют термотолерантные спиртовые дрожжи. Для приготовления производственных дрожжей готовится сусло с концентрацией 13-14%. Осахаренное сусло отбирают из осахаривателя в дрожжанки при:

t = 50-55⁰С (сан-супер) +300 мл

t = 58-60⁰С (глюкозим) +700 мл.

Еще также добавляется осахаривающий фермент и выдерживается при этой же температуре [5].

Осахаривающее действие ферментов:

Сан-супер – t = 50-55⁰С, рН=5-6, время выдержки – 2 ч.

Глюкозим – t = 60⁰С, рН = 4,3-4,6, время выдержки – 3 ч.

Источники инфекции:

1) зерно- особо опасны спорообразующие бактерии (чаще маслянокислые), вызывают закисание осахаренного сусла. Основная масса бактерий (плесени, гнилостные) в кислой среде и в анаэробных условиях брожения не размножается, а погибает.

2) Вода – а) кислотообразующие бактерии из группы молочнокислых бактерий;

б) спорообразующие палочки из группы сенной и картофельной;

в) оборотная вода – появление вторичной инфекции.

3) Аппаратура – самый значительный источник инфекции на заводе.

4) Дрожжи – чаще всего с дрожжами в дрожжанках размножаются:

а) молочнокислые бактерии;

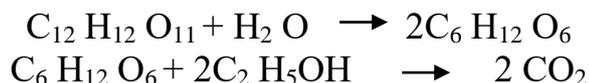
б) уксуснокислые;

в) маслянокислые;

г) посторонние грибы.

Режимы культивирования дрожжей направлены на подавление посторонних микроорганизмов. При несоблюдении требований технологического режима, небрежной мойке и дезинфекции аппаратуры и трубопроводов попадают посторонние микроорганизмы. Кислотность при этом повышается, что является первым признаком инфекции [3-5]. Дрожжанки по мере освобождения от дрожжей тщательно промывают горячей водой и пропаривают до и после перекачки дрожжей в течение 30 минут.

Часть суслу поступает через теплообменник, конструкция «труба в трубе» ($t = 24-30^{\circ}\text{C}$) в бродильный чан. В чан поступает 8-10% дрожжей, остальное осахаренное сусло. Весь объем составляет 70-80 м³. процесс брожения продолжается 72 ч. Характеристикой процесса брожения является видимый отбор бражки в чане. В осахаренной массе содержатся мальтоза, непосредственно сбраживаемая дрожжами и декстрины, нуждающиеся в предварительном осахаривании. Скорость брожения осахаренной массы зависит от количества дрожжей и количества декстринофосфатазы. При главном брожении происходит энергичное сбраживание сахаров в спирт. В этот период протекают реакции:



Мальтоза под действием фермента превращается в глюкозу, а последняя под действием комплекса в спирт и углекислый газ. Этот период характеризуется энергичным выделением углекислого газа.

В период дображивания декстрины превращаются в мальтозу, которые затем под действием дрожжей сбраживаются в спирт и углекислый газ.

В спиртовом производстве перегонкой называют выделение из зрелой бражки этилового спирта вместе с содержащимися в ней летучими примесями. В результате перегонки получают спирт-сырец.

Зрелая бражка – это бинарный раствор, состоящий из спирта – 5-10%, воды 82-90%, сухих веществ 4-10%. Спирт-сырец содержит около 0,5% примесей.

Ректификацией называют очистку спирта-сырца от примесей. В результате очистки получают ректифицированный спирт высшей очистки или «экстра».

Крепость и качественные показатели спирта-сырца указывается в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели спирта-сырца

Показатель	Спирт-сырец
Объемная доля этилового спирта, %	88
Массовая концентрация альдегидов в пересчете на уксусный, в безводном спирте, мг/л	300
Массовая концентрация эфиров в пересчете на уксусно-этиловый, в безводном спирте, мг/л	500
Объемная доля метилового спирта, в пересчете на безводный спирт, %	0,13

Массовая концентрация сивушного масла в пересчете на смесь изоамилового и изобутилового спиртов (3:1) в безводном спирте, мг/л	5000
--	------

Спирт-сырец с бражной колонны поступает на эспирационную колонну, где на разных этапах под действием температуры и давления, происходит отделение эфиральдегидных фракций от спирта. Окончательная очистка происходит в ректификационной колонне. Более чистый спирт получается на 4-6 тарелках, считая сверху. С этих тарелок и отбирают спирт-ректификат в жидком виде. Хвостовые и промежуточные примеси концентрируются в нижней части ректификационной колонны. Из нижних тарелок отбирают в виде пара сивушное масло. Ректифицированный спирт должен удовлетворять следующим требованиям (табл. 2).

Таблица 2

Показатели качества ректифицированного спирта

Показатели	Ректифицированный спирт	
	Вышей очистки	Экстра
Крепость, об.%	96,2	96,5
Проба на чистоту с серной кислотой	выдерживает	
Проба на окисляемость при 20 ⁰ С 20 мин.	15	20
Содержание альдегидов на 1 л безводного спирта, мг.	4	2
Содержание сивушных масел в 1 л безводного спирта, мг.	4	3
Содержание эфиров в 1 л безводного спирта, мг.	30	25
Проба на метиловый спирт с фуксинсернистой кислотой.	выдерживает	
Содержание свободных кислот в 1л безводного спирта, мг.	15	12
Содержание фурфурола.	Не допускается	

Внешний вид - прозрачная бесцветная жидкость без посторонних частиц и мути; вкус и запах – характерные для ректифицированного спирта. Определение прозрачности, цвета, вкуса и запаха спирта-ректификата производят органолептическим путем, т.е. зрением, обаянием и вкусом. Такое определение называется дегустацией.

Количество выработанного спирта учитывают в декалитрах (дал), приведенных к $t = 20^0\text{C}$, в пересчете на безводный спирт. Готовый спирт направляют в производственный цех для приготовления водки.

Библиографический список

1. Белокурова, Е. С. Биотехнология продуктов брожения [Текст]: учебное пособие / Е.С. Белокурова. – СПб.: Лань, 2015. - 64 с.
2. Будай, А.А. Биотехнологические аспекты получения крепких алкогольных напитков из цветочного и гречишного медов [Текст] / А.А. Будай,

Д.Г. Лаврова, М.Г. Зайцев, О.Н. Понаморева. Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. №1. 2024. - С.37-49.

3. Хоконова, М.Б. Качественные показатели зерновых заторов, осахаренных ферментами глубинной культуры и солода [Текст] / М.Б. Хоконова, О.К. Цагоева. Актуальная биотехнология. №3(30). 2019. - С. 244-248.

4. Хоконова, М.Б. Качественные показатели продуктов брожения в спиртовом производстве [Текст] / М.Б. Хоконова, О.К. Цагоева. Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. №1(23). 2019. - С. 56-59.

5. Хоконова, М.Б. Применение ферментных препаратов в производстве пивоваренного солода [Текст] / М.Б. Хоконова. Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. №1(11). 2016. - С. 50-54.

УДК 663.531

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ВИДА СЫРЬЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Ханцев Идар Асланбекович, студент, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, ihanz@mail.ru

Калмыков Мартин Олегович, магистрант ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, k_mail.ru

Ханцев Амирбек Хазритович, студент ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, hanz@mail.ru

Научный руководитель - Хоконова Мадина Борисовна, д.с.-х.н., профессор, кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова dinakbgsha77@mail.ru

***Аннотация:** Работа посвящена определению влияния вида зернового сырья на качество и выход этилового спирта. Установлено, что для производства спирта можно использовать любое крахмалистое сырье. Определено, что высокий выход спирта получен при переработке кукурузы и пшеницы.*

***Ключевые слова:** зерновое сырье, переработка, химический состав, выход спирта, показатели качества*

В настоящее время одной из актуальных проблем является оценка эффективности производства продукции органического сельского хозяйства и обоснованием механизма трансформации сельскохозяйственных товаропроизводителей на органические методы хозяйствования.

Проведение глубоких качественных преобразований в агропромышленном комплексе России возможно лишь на базе использования последних научно-технических достижений и широкого внедрения во всех отраслях производства современных технологий.