**Левашова, Лариса Михайловна. Научное обоснование и разработка энергосберегающей совмещенной технологии получения пищевого спирта и кормовой сухой барды из зерна кукурузы : диссертация ... кандидата технических наук : 05.18.01 / Левашова Лариса Михайловна; [Место защиты: Кубан. гос. технол. ун-т].- Краснодар, 2012.- 153 с.: ил. РГБ ОД, 61 13-5/573**

На правах рукописи

C:\Users\Pavel\AppData\Local\Temp\Rar$DIa0.124\media\image1.jpeg

ЛЕВАШОВА Лариса Михайловна

04201352603

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СОВМЕЩЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВОГО СПИРТА И КОРМОВОЙ СУХОЙ БАРДЫ ИЗ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

1. - Технология обработки, хранения и переработки

злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

кандидат технических наук, доцент Т.Г. Короткова

Краснодар - 2012

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 5

ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР 7

* 1. Кукуруза - сырье для производства пищевого этилового спирта и кормовой сухой барды 7
  2. Влияние параметров и режимов осахаривания и брожения

на качество и выход пищевого ректификованного спирта ... 13

* 1. Основные технологические схемы, приемы и технологический режим получения пищевого этилового спирта на брагоректификационной установке 17
  2. Основные технологические схемы и приемы переработки послеспиртовой барды 20
  3. Энергосбережение при производстве пищевого спирта и кормовой сухой барды 39

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ 43

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 44

1. Объекты исследований 44

л '■> л лг *А А*

*Z..Z.* iviciиды исследованию *44*

ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ 53

1. Экспериментальное исследование физико-химических показателей зерна кукурузы как сырья для производства высококачественного пищевого этилового спирта и кормовой сухой барды 53
2. Экспериментальное исследование содержания летучих примесей в высококонцентрированной кукурузной бражке, разработка технологического режима и структуры технологической схемы брагоректификации, обеспечивающих получение ректификованного спирта марки «Люкс» 56
3. Экспериментальное исследование физико-химических

з

показателей кукурузной барды, полученной по совмещенной технологии 60

1. Экспериментальное исследование процесса выпаривания кукурузной барды с оценкой ее консистенции и содержания в ней сухих веществ, в том числе протеинов, жиров, углеводов, а также определение кормовой и энергетической ценности упаренной барды 62
2. Экспериментальное исследование процесса сушки упаренной барды и разработка методики его расчета на основе численного решения уравнения нестационарной диффузии сеточным методом и оценка кормовой и энергетической ценности полученной кормовой сухой барды 65
3. Методика проведения эксперимента и его результаты ..65
4. Математическое описание процесса сушки упаренной кукурузной барды 69
5. Разработка алгоритма и программы расчета процесса сушки 74
6. Идентификация математической модели по экспериментальным данным 76
7. Экспериментальное определение физико-химических показателей сухой барды
8. Разработка энергосберегающей совмещенной технологии получения высококачественного пищевого спирта и кормовой сухой барды из зерна кукурузы 85
9. Апробация предлагаемых технологических решений 105
10. Технико-экономическое обоснование разработанной совмещенной технологии и разработка технологической инструкции по производству спирта этилового ректификованного марки «Люкс» и кормовой сухой барды ... 105

ВЫВОДЫ 116

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ 118

ЛИТЕРАТУРА

119

ПРИЛОЖЕНИЕ А - Протокол испытаний зерна кукурузы Краснодарского научно-исследовательского института хранения и

переработки сельскохозяйственной продукции 134

ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Хроматограмма покомпонентного состава летучих

примесей бражки, выработанной из кукурузы урожая

2008 г. на ООО «КХ Восход» (г. Майкоп) 135

ПРИЛОЖЕНИЕ В - Хроматограммы образцов ректификованного спирта, выработанного из высококонцентрированной бражки, полученной из зерна кукурузы группы крахмалистая на

ООО «КХ Восход» (г. Майкоп) 136

ПРИЛОЖЕНИЕ Г - Покомпонентный состав летучих примесей,

содержащихся в отгонах кукурузной барды 138

ПРИЛОЖЕНИЕ Д - Программа расчета диффузионного периода сушки кукурузной барды на языке программирования

Borland Pascal 141

ПРИЛОЖЕНИЕ Е - Акт о кормовой ценности барды спиртовой ГНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства» Россельхозакадемии

(г. Краснодар) 146

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж - Акт о целесообразности использования результатов исследования высушенной барды ЗАО «Киево- Жураки Агропромышленный комплекс» (г. Майкоп). 147 ПРИЛОЖЕНИЕ 3 - Рекомендации по технологическому режиму работы брагоректификационной установки косвенного действия при переработке высококонцентрированной

кукурузной бражки 148

ПРИЛОЖЕНИЕ И - Технологическая инструкция по производству спирта этилового ректификованного марки «Люкс» и кормовой сухой барды из зерна кукурузы на ООО «КХ Восход» (г. Майкоп) 149

ВВЕДЕНИЕ

В технологии получения пищевого спирта высокого качества в настоя­щее время стала весьма актуальной проблема переработки послеспиртовой барды. При решении этой проблемы возникают следующие взаимосвязанные задачи. Во-первых, получение спирта высокого качества марки «Люкс». Во- вторых, обеспечение экологической безопасности производства, в-третьих, получение сухой барды высокой кормовой ценности с длительным сроком хранения и, наконец, снижение энергетических затрат совместного производ­ства.

Технология брагоректификации характеризуется высокими энергетиче­скими затратами. Значительный расход греющего пара при получении сухой барды весьма существенно повышает эти затраты.

Известный комплекс мероприятий, направленный на снижение энергоза­трат, заключается в интенсификации процессов брожения, уменьшении коли­чества получаемой барды за счет увеличения крепости бражки, рециркуляции фильтрованной барды на стадию приготовления зернового замеса. Все это приводит к изменению состава летучих примесей спирта в бражке, перераба­тываемой на брагоректификационной установке (БРУ) и, как следствие, к ухудшению качественных показателей пищевого ректификованного спирта. Вопрос получения высококачественного пищевого спирта и сухой барды вы­сокой кормовой и энергетической ценности с минимальными энергетически­ми затратами за счет совмещения этих процессов - важная экологическая и экономическая задача.

Учитывая загрязнения окружающей среды за счет сброса больших коли­честв жидкой барды на поля фильтрации и в открытые водоемы, правительст­во РФ внесло поправку к Федеральному закону № 171-ФЗ «О государствен­ном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) ал­когольной продукции» (ст.8, п.5), согласно которой производство этилового спирта допускается только при условии полной переработки и (или) утилиза­ции на очистных сооружениях барды. Однако данная проблема остается не­решенной.

По ряду причин при интенсификации технологических операций, пред­шествующих брагоректификации, и при переходе на выпуск спирта высших сортов стало невозможным прямое использование барды в качестве корма для животных из-за высокого содержания в ней летучих примесей спирта. Произ­водство кормовой сухой барды решает проблему получения полноценного и безопасного корма. Однако технология раздельного производства пищевого ректификованного спирта и кормовой сухой барды неизбежно повышает энергетические затраты за счет двух высокоэнергоемких процессов: выпари­вания с получением промежуточного продукта - упаренной барды и сушки упаренной барды.

Реальным решением комплекса этих проблем могло бы быть совмещен­ное производство высококачественного спирта и кормовой сухой барды из зерна кукурузы, позволяющее значительно сократить затраты энергии на про­изводство этих продуктов.

Поэтому разработка энергосберегающей совмещенной технологии полу­чения высококачественного пищевого спирта и кормовой сухой барды из зер­на кукурузы является актуальной.

выводы

1. Научно обоснована и разработана энергосберегающая совмещенная техно­логия получения высококачественного пищевого спирта и кормовой сухой барды из зерна кукурузы. Показана экономическая целесообразность реку­перации теплоты вторичных паров выпаривания для обогрева колонн БРУ и разваривания, использование части фильтрата барды на стадии приготовле­ния зернового замеса и увеличения крепости бражки.
2. Разработана сложная химико-технологическая система (ХТС) совмещен­ных и взаимосвязанных установок разваривания, брагоректификации, вы­паривания и сушки барды. Разработана математическая модель ХТС, обеспечившая параметрическую и структурную оптимизацию совмещен­ной технологии. Решена задача энергосбережения за счет комплекса ме­роприятий: использование теплоты вторичных паров выпаривания на бра­горектификации и разваривании, рециркуляция фильтрата барды на ста­дию разваривания зернового замеса, увеличение содержания сухих ве­ществ в осахаренном сусле и, как следствие, повышение крепости бражки и процента сухих веществ в барде.
3. Разработана модель кинетики сушки упаренной барды для периодов: про­грева, удаления свободной и связанной влаги. Разработана программа расчета нестационарной диффузии сеточным методом по неявной схеме. Доказано, что удаление связанной влаги из упаренной барды протекает по диффузионному механизму.
4. В производственном эксперименте при переработке зерна кукурузы вырабо­тана бражка крепостью 10,6 *%* об. на ООО «КХ Восход» (г. Майкоп) и произ­веден пищевой ректификованный спирт марки «Люкс» крепостью 96,9 % об. с низким содержанием примесей, определяющих его качество: альдегидов 1,32 мг/дм3, сивушного масла 1,82 мг/дм3, метанола 0,0078 % об.
5. Исследование физико-химических показателей упаренной и сухой куку­рузной барды показывает, что в процессе переработки кормовая ценность в основном сохраняется на прежнем уровне.
6. Экспериментально установлено, что при упаривании барды до содержа­ния сухих веществ 30,8 % мае. в ней содержится в расчете на сухое веще­ство протеина 30,1 %, жира 11,4 %, водорастворимых углеводов 22,2 % и она может быть использована при производстве комбикормов.
7. Экспериментально полученная по совмещенной технологии кормовая сухая барда содержит сухих веществ 95 % мае. и характеризуется высоким содер­жанием в расчете на сухое вещество ценных компонентов: сырой протеин
8. %, водорастворимые углеводы 19,5 %, жир 10,9 %, клетчатка 6,12 *%,* зола 9,1 %, энергетическая ценность 1168 кДж/100 г продукта, кормовая ценность 91,16 кормовых единиц в 100 кг продукта и соответствует ГОСТ Р 53098-2008. Суммарное ожидаемое жироотложение составило 16,68 кг от 100 кг продукта. Целесообразность использования полученной кормовой сухой барды подтверждена актами ГНУ «Северо-Кавказский научно- исследовательский институт животноводства» Россельхозакадемии (г. Краснодар) и ЗАО «Киево-Жураки Агропромышленный комплекс» (г. Майкоп).
9. Рекомендации по технологическому режиму работы брагоректификаци­онной установки косвенного действия при переработке высококонцен­трированной кукурузной бражки, характерной для совмещенной техноло­гии, внедрены на ООО «КХ Восход» (г. Майкоп).
10. Выполнено технико-экономическое обоснование и разработана технологи­ческая инструкция по производству этилового ректификованного спирта марки «Люкс» и кормовой сухой барды. Ожидаемый экономический эффект от использования совмещенной технологии составляет за счет энергосбере­жения и реализации кормовой сухой барды - 29,641 млн руб./год, что на 3,749 млн руб./год выше, чем в технологии раздельного производства, при этом капитальные вложения на основное оборудование снижаются с 44 до 31 млн руб, а срок окупаемости дополнительных капитальных вложений со­кращается с 1,7 до 1,05 года в расчете на установку производительностью 3000 дал/сут. пищевого ректификованного спирта.

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

БРУ - брагоректификационная установка

ЭАФ - эфиро-альдегидная фракция

UNIFAC - UNIversal Functional Activity Coefficient

UNIQUAC - UNIversal QUAsiChemical

NRTL - Non Random Two Liquid model

СВ - сухие вещества

ХПК - химическое потребление кислорода ЭВМ - электронно вычислительная машина

HYSYS - среда расчета сложных химико-технологических систем ХТС - химико-технологическая система

СКД - сухие кормовые дрожжи, выращенные на фильтрате барды СКДЦ - сухие кормовые дрожжи, выращенные на цельной барде БВП - белково-витаминный продукт ДКК - дрожжевой кормоконцентрат

DDGS (Distillers Dried Grains with Solubles) - сухая кормовая барда

КРС - крупный рогатый скот

БЭВ - безазотистые вещества

ЭЦ - энергетическая ценность

к.е. - кормовые единицы

МВУ - многокорпусная выпарная установка

ЛИТЕРАТУРА

1. Андриенко Т.В., Поляков В.А., Крикунова Л.Н. Сухие кормопродукты повышенного качества из ржаной послеспиртовой барды // Хранение и переработка сельхозсырья, 2007. - № 10. - С. 48-51.
2. Андросов А.Л., Елизаров И.А., Третьяков А.А. Промышленные техноло­гии переработки послеспиртовой барды // Вестник ТГТУ, 2010. - Том 16. -№ 4. - С. 954-963.
3. Антипов С.Т., Журавлев А.В. Послеспиртовая зерновая барда. Техноло­гия переработки // Производство спирта и ликероводочных изделий, 2005. - № 4. - С. 9-11.
4. Антипов С.Т., Шахов С.В., Прибытков А.В., Журавлев А.В. Устройство для сушки послеспиртовой зерновой барды // Производство спирта и ли­кероводочных изделий, 2005. - № 3. - С. 19-20.
5. Антипов С.Т., Журавлев А.В. Проблемы комплексной переработки по­слеспиртовой зерновой барды // Производство спирта и ликероводочных изделий, 2006. - № 2. - С. 36-37.
6. Арсеньев Д.В. Технология этилового спирта на основе сопряжения про­цессов брожения и дистилляции / Д.В. Арсеньев, А.А. Ежков // О состоя­нии и направлениях развития производства спирта этилового из пищево­го сырья и ликероводочной продукции. - М.: Пищепромиздат, 2005. - С. 77-92.
7. Барда как источник дохода // Пищевая промышленность, 2008. - № 6. - С. 52-53.
8. Валеева Р.Т., Мухачев С.Г., Емельянов В.М., Владимирова И.С., Филип­пова Н.К. Использование спиртовых дрожжей в производстве кормовых препаратов на основе барды // Производство спирта и ликероводочных изделий, 2006. — № 4. - С. 20-21.
9. Видякин М.Н., Лазарева Ю.Н. Технология утилизации спиртовой барды с использованием баромембранных процессов // Хранение и переработка сельхозсырья, 2007. - № 6. - С. 53-58.
10. Воробьев А.Х. Диффузионные задачи в химической кинетике. Учебное пособие - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. - 98с.