

3. Учеными ГНУ ВНИМС за 2010-2014гг. решены технические вопросы по созданию технологических линий производства комплексных удобрений под заказ сельхозтоваропроизводителей и планируемую урожайность. При этом актуальным остается вопрос их промышленного производства.

Литература

1. Сорокин, К.Н., Белых, С.А. Алгоритм программы расчета доз комплексных удобрений при управлении производством гуматов: сб. докл. международной научно-практич. конференции «Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения» / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А.Костычева, 19-20 ноября 2013г. - Рязань: РГАТУ, 2013. - С.272-277.

2. Сорокин, К.Н. Технические проблемы производства гуминовых удобрений // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. - №1, С.43-45. 3. Никитин В.С., Сорокин К.Н. Программа «Расчет технико-экономических показателей производства сельскохозяйственных культур на основе технологических карт» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014613353 от 25 марта 2014г.

3. Никитин, В.С., Сорокин, К.Н. Расчет технико-экономических показателей производства сельскохозяйственных культур на основе технологических карт: программа для ЭВМ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014613353 от 25 марта 2014г.

УДК 65.45.03

ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВОГО БЕЛКА ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДРОЖЖЕВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

**А.Ф. Ильюшенко¹, д.т.н., профессор, член-корр НАНБ, Н.Н. Якимович², к.т.н, И.В. Якимович², Р.А.Кусин³, к.т.н, И.Н. Черняк¹,
Д.И. Жегздринь¹, К.М. Кудравец³**

¹ ГНУ «Институт порошковой металлургии», ² ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси», ³ УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Приведены результаты лабораторных исследований по переработке подсырной, творожной и казеиновой молочных сывороток дрожжевыми культурами. Подтверждена эффективность выбранного направления работ.

Введение

В системе агропромышленного комплекса наибольшее воздействие на окружающую среду оказывают предприятия молочной промышленности. В настоящее время в нашей республике при переработке молока и производстве сыров, творога и казеина образуется более 1500 тыс. тонн молочной сыворотки в год. Более 25 % из этого количества сбрасывается в канализацию, что наносит значительный урон окружающей среде. При этом в молочной сыворотке содержится 50 % сухих веществ молока, включающих до 250 различных соединений (в т.ч. азотистые, микро- и макросоединения, молочный жир, минеральные соли, лактоза, витамины, ферменты, органические кислоты) [1]. Современные технологии переработки молочной сыворотки, позволяют только частично решить проблему ее утилизации, поскольку или не являются безотходными (процессы производства лактозы и биогаза), или малотоннажны (производство напитков и пищевого белка), или весьма затратны, а их продукт не содержит достаточного содержания протеина для использования в качестве кормовой добавки (производство сухой молочной сыворотки) [2]. При этом укрепление кормовой базы животноводства и повышение продовольственной безопасности страны за счет импортозамещения источников кормового белка является важной государственной проблемой.

Основная часть

Наиболее перспективным путем решения обеих задач – утилизации молочной сыворотки и укрепления собственной кормовой базы – на наш взгляд является разработка технологии получения кормового белка с применением методов биотехнологии, представляющей собой применение научных и инженерных принципов для переработки веществ органической и неорганической природы биологическими агентами с целью получения различных агентов и услуг; от химической технологии биологическую отличает низкая исходная концентрация целевого продукта [3, 4].

На основании предварительных исследований, наиболее перспективным способом решения данной проблемы был принят метод превращения содержащейся в сыворотке лактозы в белок путём культивирования в ней одноклеточных организмов, в частности, дрожжей, которые, используя молочный сахар в качестве основного источника энергии, способны превращать не усваиваемый животными организмами минеральный азот в полноценный белок своего тела.

Для выполнения поставленной задачи были проведены селекционные работы, скрининг восьми промышленных штаммов микроорганизмов по способности образования белковой биомассы на питательной среде, содержащей в качестве источника углеводов и ростковых факторов компо-

ненты творожной, подсырной и казеиновой молочной сыворотки. Установлено, что при использовании в качестве питательной среды молочной сыворотки наиболее высокую активность имеет штамм-продуцент микробного белка *DebaryomycesFansenii*var*hansenii*Y-4 (*D.f.v.*). Исследования, проведенные на лабораторном биореакторе EDF-5.2 производства фирмы A/S «BiotehniskaisCentrs» (Латвия) подтвердили высокую продуктивность штамма *D.f.v.* На рисунке 1 представлено оборудование в процессе ферментации.



Рисунок 1 - Лабораторный биореактор

Установлено, что оптимальное накопление биомассы продуцента микробного *D.f.v.* при культивировании на питательной среде с использованием казеиновой молочной сыворотки составляет 29,5 г/л (абсолютно сухой массы), с использованием подсырной и казеиновой сыворотки – 33,0 г/л. При этом, в питательную среду при использовании всех видов сыворотки для максимального накопления биомассы необходимо вносить минеральные соли (сульфат аммония – 3,5 г/л, однозамещенный фосфорнокислый калий – 1,0 г/л). Внешний вид полученного продукта представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - Кормовой белок, полученный в результате переработки молочной сыворотки.

Предварительные расчеты показывают, что рентабельность процесса в случае его реализации в промышленном масштабе составляет не менее 15 %.

Следует отметить, что осуществление процесса переработки невозможно без обеспечения стерильным воздухом и его эффективной диспергации аэрирующими устройствами. Кроме того, необходимо защитить окружающую среду от обсеменения микроорганизмами, участвующими в процессе ферментации.

При осуществлении данного процесса для стерилизации воздуха, входящего в биореактор, и очистки отходящего воздуха, были использованы отечественные фильтроэлементы с тонкостью очистки 0,2 мкм. Кроме того, в перспективе с целью импортозамещения при проведении опытных работ, ферментер планируется оснастить порошковыми аэрирующими элементами, обладающими более высокой степенью эффективности (более 40%) насыщения кислородом воздуха культуральных сред.

Заключение

Таким образом, в результате лабораторных исследований установлено, что переработка молочной сыворотки дрожжевыми культурами с целью получения кормового белка является перспективным путем решения проблемы ее утилизации.

Установлен штамм-продуцент микробного белка, обеспечивающий максимальное накопление биомассы. Также установлено, что для максимального накопления биомассы необходимо вводить минеральные соли: сульфат аммония и однозамещенный фосфорнокислый калий в количестве 3,5 и 1,0 г/л соответственно.

Литература

- 1 Храмцов, А.Г. Молочная сыворотка [Текст] – М.: Агропромиздат, 1990.-240 с.
- 2 Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки [Текст] / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДеЛипринт, 2004. – 587 с.
- 3 Мишунин, И.Ф. Этюды о биотехнологии [Текст] / И.Ф. Мишунин, М.И. Шевченко / – Киев: Наукова думка, 1989. – 152 с.
- 4 Бекер, М.Е. Биотехнология микробного синтеза [Текст] / М.Е. Бекер, М.Ж. Кристопсонс, У.Э. Виестур [и др.]; под ред. М.Е. Бекера // - Рига: Зинатне, 1980. – 350 с.

Abstract

The results of laboratory studies on the processing of cheese whey, curd and milk casein serums by yeast cultures have been provided. The effectiveness of the selected areas of work has been confirmed.