

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОЕВОЙ МЕЛАССЫ В КАЧЕСТВЕ ПИТАТЕЛЬНОГО СУБСТРАТА ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*



В. А. Комова, студентка 4-го курса
E-mail: komova_vasilisa@mail.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Е. С. Землякова, канд. техн. наук
E-mail: evgeniya.zemljakova@klgtu.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

В статье рассмотрена возможность использования соевой мелассы в качестве альтернативного сырья при культивировании дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Проведена сравнительная оценка физико-химических показателей различных образцов субстрата, исследованы особенности роста дрожжевой культуры, а также проанализировано влияние предварительной ферментативной обработки среды.

Установлено, что исследуемый вид мелассы способен обеспечивать эффективное накопление биомассы. Показано, что дополнительная ферментативная модификация не оказывает существенного влияния на конечный результат процесса.

Ключевые слова: соевая меласса, дрожжи, культивирование, биомасса, питательная среда, биотехнология.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях развития пищевой промышленности значительное внимание уделяется совершенствованию биотехнологических процессов, связанных с получением микробной биомассы. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* являются одним из наиболее широко используемых объектов благодаря их способности активно перерабатывать углеводсодержащие субстраты и формировать высокую концентрацию клеточной массы.

Традиционно для этих целей применяется свекловичная меласса, однако её использование связано с рядом ограничений, включая экономические и сырьевые факторы. В связи с этим актуальной задачей является поиск альтернативных источников углерода, способных обеспечить стабильность технологического процесса и снижение себестоимости продукции.

В научной литературе описаны различные подходы к замещению традиционного сырья. В частности, рассматривается использование продуктов переработки растительного субстрата, подвергнутого ферментативному гидролизу, что позволяет увеличить доступность питательных компонентов. Также показана эффективность применения экстрактов зерновых культур, обладающих высокой пищевой ценностью. Особый интерес представляет соевая меласса, образующаяся при переработке соевых бобов. Данный продукт содержит комплекс органических веществ, включая сахара, белки и липидные компоненты, что делает его потенциально пригодным для использования в биотехнологических процессах [1]. Согласно опубликованным данным, включение соевой мелассы в состав питательных сред способствует увеличению выхода биомассы микроорганизмов [2].

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве исследуемого объекта использовали два образца соевой мелассы.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью работы является изучение возможности использования соевой мелассы в качестве компонента состава питательной среды для культивирования дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: изучить научную и техническую литературу по теме исследования; определить физико-химические свойства сырья нескольких образцов; исследовать рост дрожжей на основе данного субстрата; оценить влияние ферментативной обработки на процесс культивирования.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Органолептическая оценка образцов соевой мелассы проводилась согласно ГОСТ 30561–2017 «Меласса свекловичная. Технические условия» с определением внешнего вида, цвета, запаха и растворимости в воде.

Определение массовой доли сухих веществ выполняли рефрактометрическим методом по ГОСТ 30561–2017.

Водородный показатель (рН) измеряли с помощью настольного анализатора кислотности – рН-метра (погрешность $\pm 0,1$) при температуре 20 °С.

Концентрацию редуцирующих сахаров определяли колориметрическим методом с использованием ДНС-реактива (динитросалициловой кислоты) по ГОСТ Р 54905–2012 «Препараты ферментные. Методы определения ферментативной активности бета-глюканазы» (расчётный метод).

Культивирование дрожжей проводили в стеклянных банках на качалочной мешалке при температуре 30–32 °С в течение 8 ч. В качестве источника использовались дрожжи хлебопекарные сухие активные «Саф-левюр» (изготовитель ООО «САФ-НЕВА», ТУ 10.89.13-036-48975583-2018). «Состав питательной среды: исследуемые образцы мелассы, диаммоний фосфат, сульфат аммония, сульфат магния, карбамид (мочевина), калий хлористый, дрожжевой автолизат.

Контроль численности дрожжевых клеток осуществляли подсчётом в камере Горяева под микроскопом при увеличении $\times 400$. Каждый эксперимент проводили в трёх повторностях; на графиках представлены средние арифметические значения с указанием стандартного отклонения ($\sigma \leq 5\%$). Статистическая обработка выполнена с использованием программного пакета MS Excel.

Ферментативная обработка образца №2 проводилась препаратом «Целлолюкс А» в концентрации 2% от массы субстрата при 50 °С в течение 6 ч при перемешивании. Контролем служила необработанная меласса того же образца.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для характеристики исходного сырья проводили комплексный анализ, включающий определение содержания сухих веществ, концентрации редуцирующих сахаров и уровня кислотности среды. Измерения выполнялись с использованием стандартных методик, регламентированных нормативной документацией [3]. Опыт проводился при температуре 30 – 32 °С в течение 8 часов. Определялась начальная точка культивирования, следующие измерения проводились каждый час. В состав питательной среды входили исследуемые образцы мелассы, а также минеральные компоненты и источники азотного питания.

Контроль результатов культивирования определялся по подсчету дрожжевых клеток на камере Горяева под микроскопом.

Проведенный анализ показал, что исследуемые образцы соевой мелассы обладают различными характеристиками, оказывающими влияние на процесс культивирования. В таблице 1 представлены результаты исследований.

Таблица 1 – Результаты физико-химических исследований двух образцов соевой мелассы

Наименование показателя	Характеристика показателя	
	Образец №1	Образец №2
1	2	3
Массовая доля сухих веществ, %	46%	67,2%
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	2,2	4,59
Водородный показатель, pH	5,45	5,40

Образец №2 отличался повышенным содержанием сухих веществ и более высокой концентрацией редуцирующих сахаров, что свидетельствует о его большей питательной ценности.

Изучение динамики роста дрожжей выявило различия в характере накопления биомассы. На рисунке 1 представлены результаты выращивания дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на двух питательных средах разных образцов сырья. Из графика видно, что образец №2 обеспечил более продолжительное и устойчивое накопление биомассы.

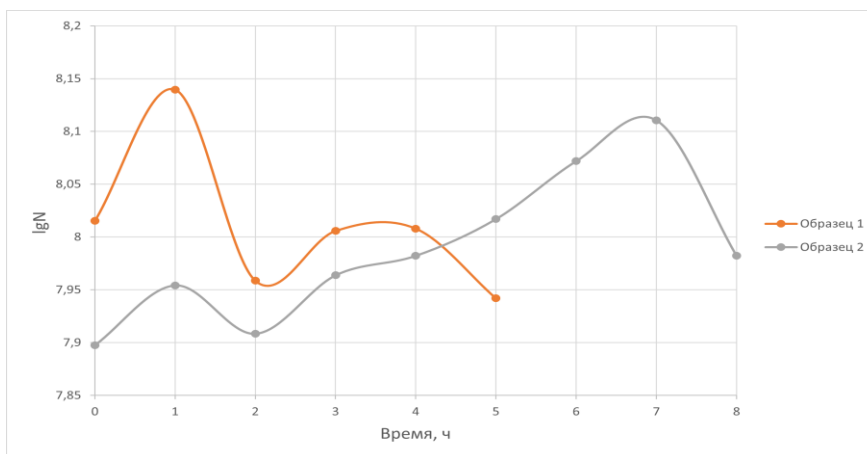


Рисунок 1 – Кривые роста дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* при культивировании на двух питательных средах из разных образцов соевой мелассы (N – число клеток)

В работе Бонаревой с соавторами показано, что соевая меласса содержит не только моно-, ди- и олигосахариды, но также фракцию некрахмалистых полисахаридов, включая гемицеллюлозы и пектиновые вещества [4]. Авторами было установлено, что ферментный препарат Целлолюкс А в концентрации 2% от массы субстрата при продолжительности обработки 6 часов, обеспечивает максимальное расщепление полисахаридов с высвобождением простых сахаров

Результаты ферментативной обработки соевой мелассы образца №2 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты физико-химических исследований ферментированной и неферментированной мелассы

Наименование показателя	Характеристика показателя	
	Ферментированная	Неферментированная
Массовая доля сухих веществ, %	73,2%	67,2%
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	4,76	4,59
Водородный показатель, pH	5,38	5,40

Было проведён опыт по выращиванию дрожжей на ферментированной соевой мелассе. Состав питательной среды и условия культивирования для этого опыта были аналогичны. Результаты культивирования дрожжей на рисунке 2.

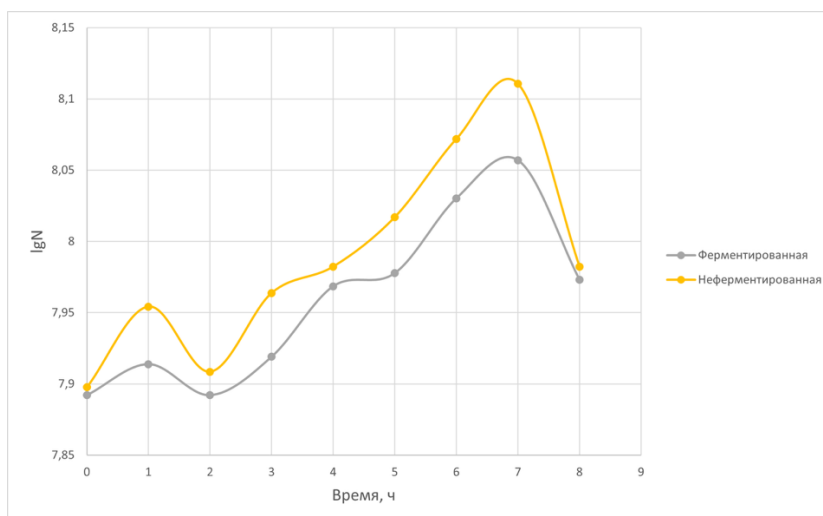


Рисунок 2 – Кривые роста дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* при культивировании на двух питательных средах с ферментированной и неферментированной соевой мелассой. N – число клеток

Таким образом, дополнительная обработка сырья препаратом Целлолюкс А в данных условиях не обеспечивает существенного технологического преимущества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного исследования подтверждена возможность использования соевой мелассы в качестве альтернативного источника углерода при культивировании дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Установлено, что состав исходного сырья оказывает определяющее влияние на интенсивность роста микроорганизмов и накопление биомассы. Наиболее эффективным является применение субстрата с повышенным содержанием растворимых сухих веществ и редуцирующих сахаров.

В исследованных условиях предварительная ферментативная обработка не приводит к существенному улучшению технологических показателей процесса, что позволяет отказаться от данного этапа и снизить производственные затраты. Полученные результаты могут быть использованы при разработке ресурсосберегающих технологий в дрожжевой промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынец, М. В. Использование соевой мелассы в рецептуре хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности / М. В. Мартынец, Н. Ю. Мезенова // Вестник молодежной науки. – 2018. – № 3(15). – С. 9.
2. Бонарева, В. К. Подбор состава питательной среды для культивирования *Saccharomyces cerevisiae* на основе соевой мелассы нового типа / В. К. Бонарева, Н. В. Хабибулина, А. А. Красноштанова // LXX Международные научные чтения (памяти А.Е. Коварского) : сборник статей. – Москва : ЕФИР, 2020. – С. 13–19.
3. ГОСТ 30561–2017. Меласса свекловичная. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2017.
4. Бонарева, В. К. Изучение влияния ферментативной обработки на углеводную составляющую соевой мелассы нового типа / В. К. Бонарева, Н. В. Хабибулина, А. А. Красноштанова // Успехи в химии и химической технологии. – 2019. – Т. XXXIII, № 5. – С. 56–58.

INVESTIGATION OF THE USE OF SOY MOLASSES AS A NUTRIENT SUBSTRATE FOR THE CULTIVATION OF SACCHAROMYCES CEREVISIAE

V.A. Komova, 4th year student
E-mail: komova_vasilisa@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

E. S. Zemlyakova, PhD. Tech. Sciences'
E-mail: evgeniya.zemljakova@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

The article considers the possibility of using soy molasses as an alternative raw material in the cultivation of yeast *Saccharomyces cerevisiae*. A comparative assessment of the physico-chemical parameters of various substrate samples was carried out, the growth characteristics of the yeast culture were investigated, and the effect of pre-enzymatic treatment of the medium was analyzed.

It has been established that the studied type of molasses is capable of providing effective accumulation of biomass. It has been shown that additional enzymatic modification does not significantly affect the final result of the process.

Keywords: soy molasses, yeast, cultivation, biomass, nutrient medium, biotechnology.