

DOI 10.25741/2413-287X-2022-04-2-172

УДК 664.644.2

ПРОЦЕСС ВЫРАЩИВАНИЯ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ НА ГИДРОЛИЗАТЕ КОФЕЙНОГО ШЛАМА

М. КАЧУРО, М. ЛАТЫШЕВ, Московский государственный университет пищевых производств

E-mail: marikachuro@yandex.ru

Кофе — распространенный продукт пищевого назначения, его зерна перерабатывают во всем мире в огромных количествах. При таком масштабном производстве растворимого кофе накапливается много шлама, который трудно перерабатывается и, следовательно, загрязняет окружающую среду.

*Технологии переработки кофейного шлама, такие как экстракция красящих веществ и получение пектина, оказались невостребованными. В то же время многочисленные исследования подтверждают эффективность биотехнологической переработки побочного продукта кофейного производства с получением антибиотиков, аминокислот, витаминов, а также микробной и кормовой биомассы. В связи с этим был исследован метод кислотного гидролиза кофейного шлама с применением серной кислоты с последующим культивированием дрожжей рода *Candida*. В эксперименте показано влияние продолжительности культивирования на рост числа клеток и синтез биомассы.*

Ключевые слова: кислотный гидролиз, побочные продукты пищевых производств, кормовые дрожжи, гидролизаты.

Богатые белком кормовые дрожжи пользуются большим спросом в комбикормовой промышленности. В рецептах комбикормов для различных видов сельскохозяйственных животных их уровень составляет от 3 до 20%.

В качестве продуцентов кормового белка используют дрожжи рода *Candida*. Для их культивирования в промышленных условиях применяют питательные среды, содержащие простые сахара в качестве источника углеводов. Сырьем служат побочные продукты производства картофельного крахмала (клеточный сок, мезга), молочная сыворотка и меласса. Однако их применение является дорогостоящим. Более рационально использовать для этой цели вторичные продукты растительного происхождения, которые утилизируются в больших количествах и наносят ущерб экологии. Например, микробиологическая конверсия кофейного шлама может рассматриваться как один из перспективных способов полезного применения этого побочного продукта пищевой промышленности, что позволит не только решить экологические проблемы, но и повысить экономическую эффективность производства кормового белка.

*Coffee is an extremely popular beverage worldwide; large-scale production of instant coffee results in large amounts of residual pulp which is hard to process and hence becomes an environmental pollutant. The technologies of the processing resulting in dyestuffs and / or pectin appear non-demanded; however, the research has evidenced that coffee pulp can be effectively used in the biotechnological production of antibiotics, amino acids, vitamins, feed-grade microbial and fungal biomass. A method of acidic hydrolysis of coffee pulp with sulfuric acid and subsequent cultivation of *Candida* yeasts on the hydrolyzate were studied including the effects of duration of the cultivation on the growth of yeast cell number and yield of the biomass.*

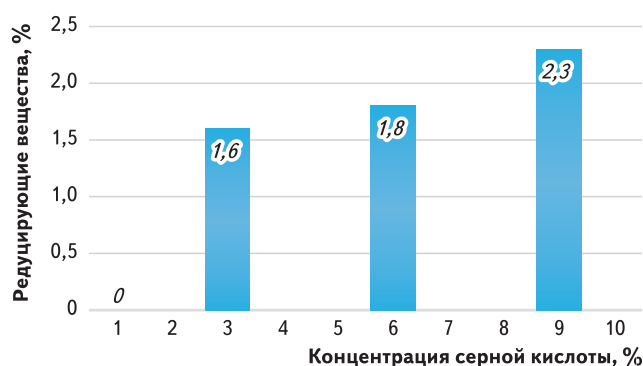
Keywords: acidic hydrolysis, by-products of food industry, feed-grade yeasts, hydrolyzates.

Кофейный шлам представляет собой порошок темно-коричневого цвета с характерным запахом. В нем содержится преимущественно клетчатка (54,0–56,0%), уровень сырого протеина составляет 12,0–14,0%, общих жиров — 12,5–14,5%. Предварительная обработка кофейного шлама гидролизом с последующим выращиванием на гидролизате биомассы кормовых дрожжей позволяет повысить содержание белковых веществ в конечном продукте и сократить продолжительность процесса культивирования.

В проведенном эксперименте культуры дрожжей выращивались на питательной среде Сабуро, содержащей 4% глюкозы, 1% пептона, 0,5% дрожжевого экстракта и 2% агара. Стерилизация питательной среды проводилась при температуре 121°C в течение 20 мин. В качестве субстрата использовался гидролизат кофейного шлама. Его получали в бытовых условиях при заваривании измельченных кофейных зерен (бренда Lavazza Qualita Oro). Предварительный кислотный гидролиз шлама проводился в лабораторном автоклаве

при гидромодуле 1:8,5 и температуре 112–121°C в течение 1 ч. В качестве дисперсной среды использовались растворы серной кислоты с концентрациями 3%, 6 и 9%. После гидролиза было определено количество редуцирующих веществ и выбрана оптимальная концентрация серной кислоты. На рисунке 1 видно, что оптимальной концентрацией серной кислоты является 9% с наибольшим получением восстанавливающих сахаров.

Рис. 1. Зависимость между концентрацией кислоты и количеством редуцирующих веществ



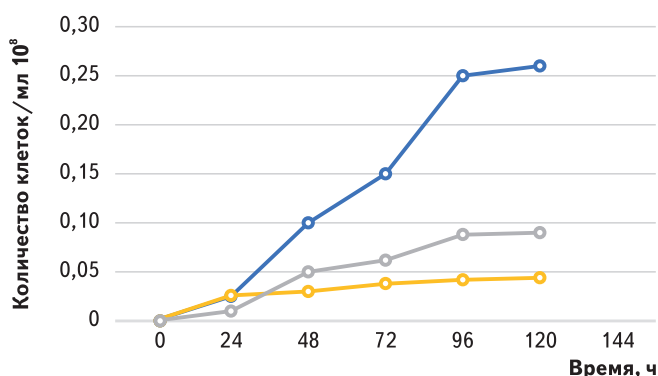
Дрожжи рода *Candida* культивировались в колбах Эрленмейера объемом 250 мл при непрерывном перемешивании в шейкере-инкубаторе ES-20/60 при температуре 36°C и скорости 120 об/мин. Статическую обработку результатов, полученных не менее чем в трех повторениях, проводили в программе Excel Microsoft Word.

Культивирование дрожжей рода *Candida* на гидролизате кофейного шлама при механическом перемешивании без аэрации показало, что кинетические характеристики роста, а также выход биомассы кормового белка зависят от вида применяемого штамма и концентрации восстанавливающих веществ в питательной среде (таблица).

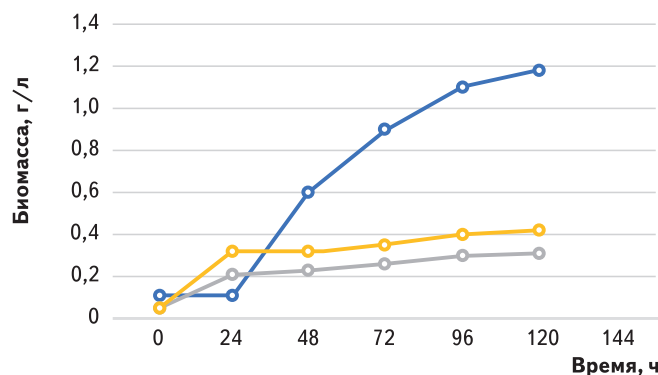
При культивировании штамма *C. tropicalis sp.*, в сравнении со штаммами *C. skotti sp.* и *C. utilis Y-35*, наблюдается высокий рост числа клеток, повышенная удельная скорость роста, больший выход биомассы (рис. 2а и 2б). При выращивании дрожжей штамм *C. utilis Y-35*, в отличие от штаммов *C. tropicalis sp.* и *C. skotti sp.*, показывает низкую удельную скорость роста и характеризуется небольшими увеличением числа клеток и выходом биомассы. Более высокую активность показал штамм *C. tropicalis sp.* (рис. 2в).

Рис. 2. Влияние продолжительности культивирования дрожжей рода *Candida* на гидролизате кофейного шлама (концентрация редуцирующих веществ — 2,3%, температура культивирования — 36°C)

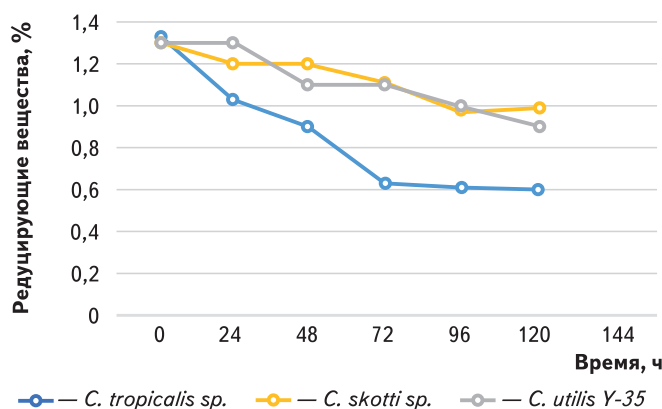
а) на рост числа клеток



б) на синтез биомассы



в) на содержание редуцирующих веществ в культуральной жидкости



Кинетические характеристики роста и выход биомассы дрожжей рода *Candida* при культивировании на гидролизате кофейного шлама

Показатель	Вид штамма		
	<i>C. tropicalis sp.</i>	<i>C. skotti sp.</i>	<i>C. utilis Y-35</i>
Удельная скорость роста, ч ⁻¹	0,052 ± 0,003	0,039 ± 0,002	0,034 ± 0,003
Время генерации Q, ч	13,59 ± 0,52	18,23 ± 0,93	21,00 ± 1,07
Выход биомассы в зависимости от количества редуцирующих веществ, %	17,20 ± 1,42	14,90 ± 0,41	10,38 ± 0,032

Данное исследование подтверждает возможность использования гидролизата кофейного шлама в качестве субстрата для выращивания дрожжей рода *Candida* и получения таким образом ценного кормового белка. Предпочтительным является штамм *C. tropicalis* sp. А предварительная обработка кофейного шлама гидролизом повышает удельное содержание белка в конечном продукте до 45%.

Литература

1. Банницына, Т. Е. Применение дрожжей и продуктов их переработки в пищевой промышленности / Т. Е. Банницына // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2015. — № 4 (47). — С. 176–183.
2. Башашкина, Е. В. Комплексная переработка кофейного шлама с получением белково-углеводной кормовой добавки и «сырого» экстракта кофейного масла : автореф. дис. канд. техн. наук : 03.01.06 / Е. В. Башашкина. — М., 2015. — 187 с.
3. Дедков, В. Н. Разработка биотехнологии кормового белка из растительного сырья : специальность 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)» : дис. канд. техн. наук / В. Н. Дедков. — Воронеж, 2014. — 146 с.
4. Ермакова, Н. В. Возможности переработки вторичного сырья / Н. В. Ермакова // Известия Юго-Западного государственного университета Серия Техника и технологии. — 2012. — 237 с.
5. Кирица, Е. Направленный синтез каратиноидов у дрожжей и перспектива их использования : дис. д-р биол. наук / Е. Кирица. — Кичнев, 2005. — 127 с.
6. Тулякова, Т. В. Дрожжевые экстракты — безопасные источники витаминов, минеральных веществ и аминокислот / Т. В. Тулякова // Пищевая промышленность. — 2004. — № 6. — С. 60–62.
7. Щеглов, В. В. Корма: приготовление, хранение, использование: справочник / В. В. Щеглов, Л. Г. Боярский. — М. : Агропромиздат, 2004. — 255 с.
8. Способ приготовления белково-витаминной кормовой добавки : патент № 2625187 Рос. Федерация : МПК А23К 10/30 (2016.01). / А. В. Молчанов [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ. — № 2016101893 ; заявл. 20.01.2016 ; опубл. 12.07.2017. — 7 с.
9. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Общие требования и рекомендации по микробиологическим исследованиям : ГОСТ ISO 7218-2011 ; введ. 01.01.2013. — Москва : Стандартинформ, 2013. — 30 с.
10. Хохрин, С. Н. Корма и кормление животных / С. Н. Хохрин. — СПб. : Лань, 2002. — 512 с.
11. Холькин, Ю. И. Технология гидролизных производств / Ю. И. Холькин. — М. : Лесн. пром-сть, 1989. — 496 с.
12. Волков, Н. П. Качество кормов и нормы потребления / Н. П. Волков, А. П. Гаганов // Кормопроизводство. — 1997. — Т. 5. — № 6. — С. 29–30.
13. Вакербауер, К. Разведение чистой культуры дрожжей / К. Вакербауер, Х. Хеонг, М. Бекман // Мир пива. — 2004. — № 2. — С. 16–28. ■