Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВПО «КНИТУ»)

ХИМИЧЕСКАЯ И БИОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ ВТОРИЧНЫХРЕСУРСОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Канарский А.В., Хусаинов И.А., Ха Т.З., Мингазова Л.А., Канарская З.А.,
Якубов Е.Р.

Казань
2019 г.

Вторичные ресурсы переработки растительного сырья как источники углерода в питательных средах для культивирования микроорганизмов

- - Сульфитные щелока
- - однолетние растения
- - - шелуха рисовая
- - - кукурузная солома

Биотехнологическая переработка сульфитных щелоков

Микробиологический снитез молочной кислоты

Целью данной работы явилось определение влияния способа культивирования гриба гриба *R. oryzae* F-1030 на питательных средах, приготовленных из сульфитных щелоков, на синтез молочной кислоты.

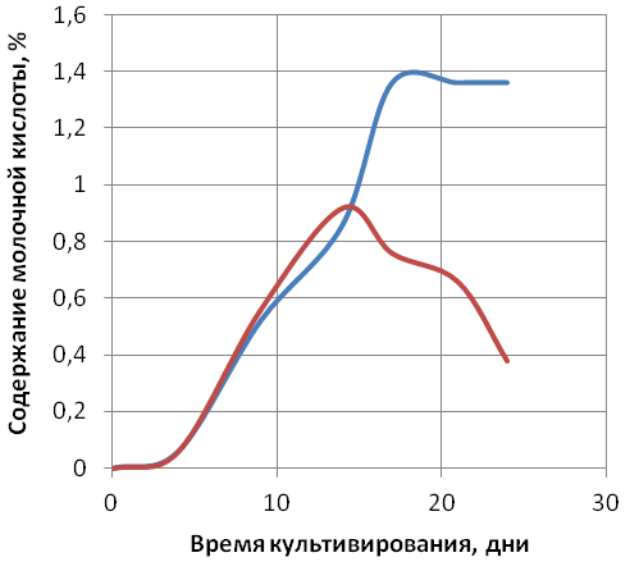
Для решения поставленной цели решались следующие задачи:

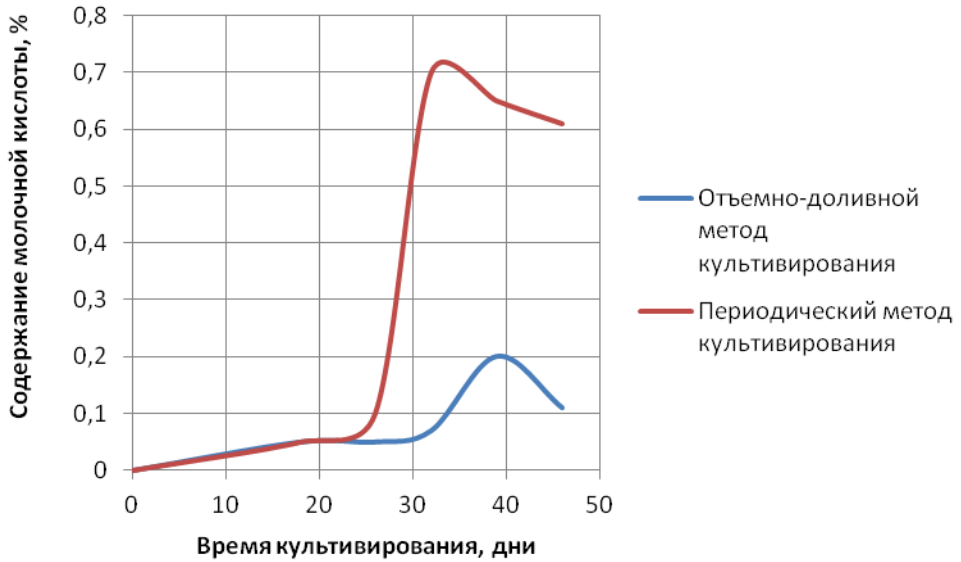
1. Определить влияние отъемно-доливного метода культивирования на синтез молочной кислоты грибом *R. oryzae* F-1030 на питательных средах, приготовленных из сульфитных щелоков.

2. Определить влияние периодического метода культивирования на синтез молочной кислоты грибом *R. oryzae* F-1030 на питательных средах, приготовленных из сульфитных щелоков.

3. Обосновать влияние состава питательной среды и условий культивирования гриба *R. oryzae* F-1030 на синтез молочной кислоты

Динамика синтеза молочной кислоты грибом *R. oryzae* F-1030 на питательной среде приготовленной из сульфитных щелоков



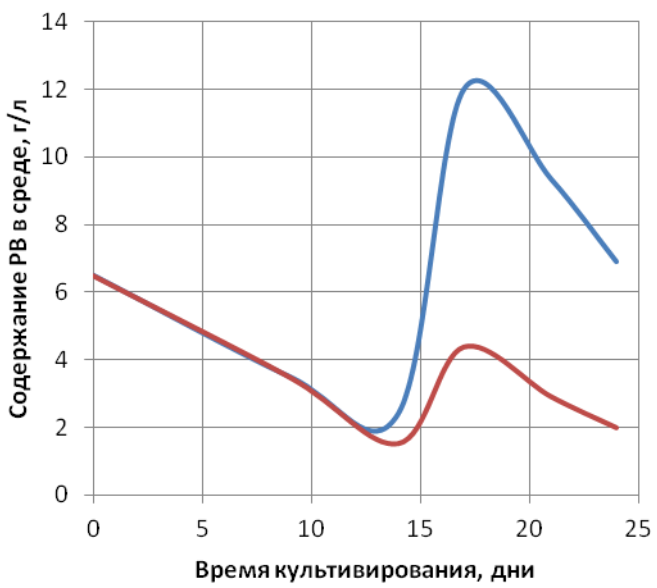


Питательная среда а

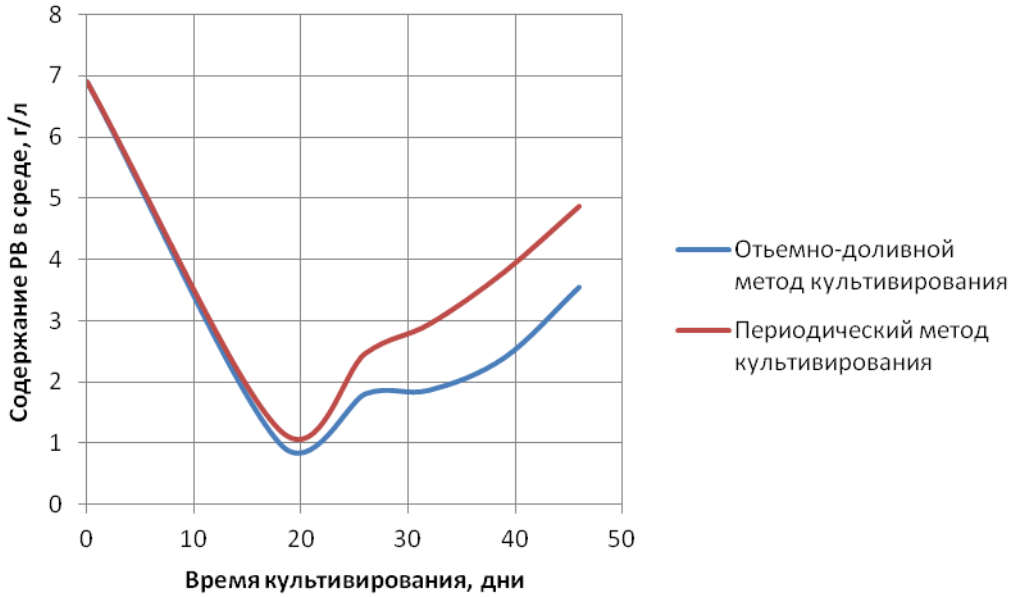
Питательная среда б

Сульфитные щелока, содержащие 10,8 % сухих веществ, 50-70 г/л редуцирующих веществ при pH 4,5-6 подготовленные с аэрацией (а) по технологии, рекомендованной в промышленности при приготовлении питательной среды для культивирования дрожжей ; б- сульфитные щелока без аэрации.

Динамика изменения РВ при культивировании гриба *R. oryzae* F-1030 на питательной среде приготовленной из сульфитных щелоков



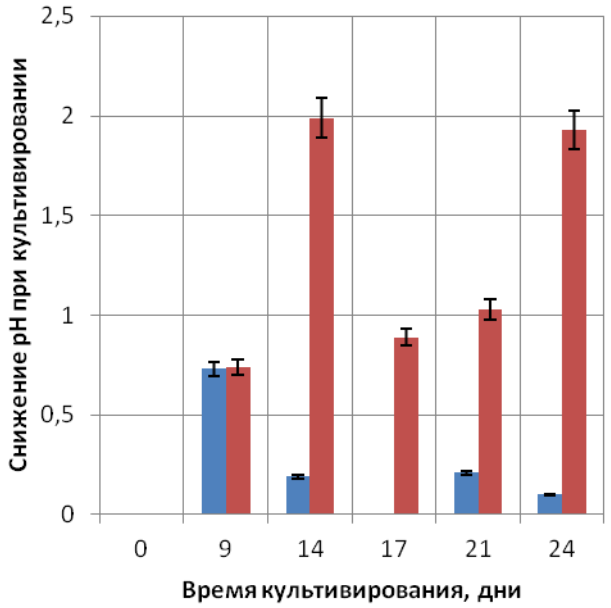
Питательная среда а



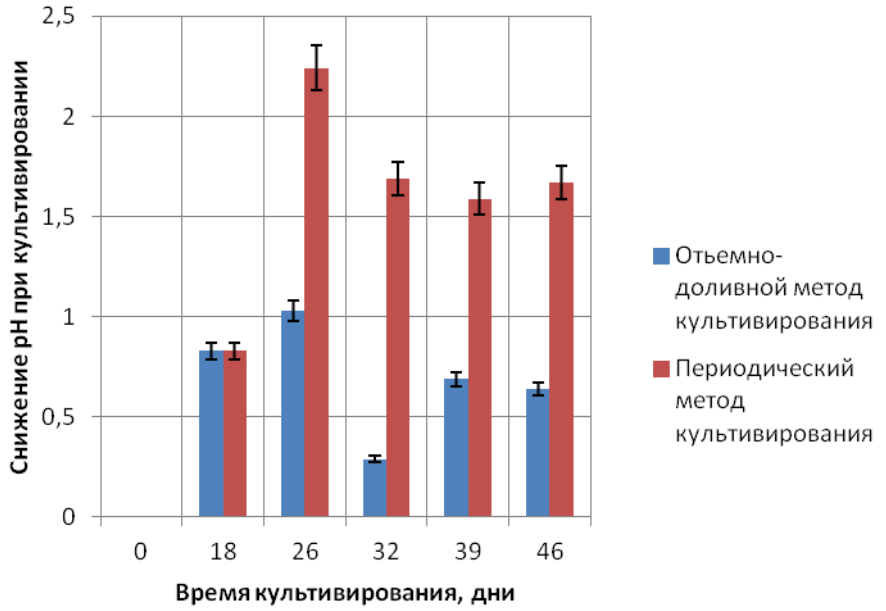
Питательная среда б

Сульфитные щелока, содержащие 10,8 % сухих веществ, 50-70 г/л редуцирующих веществ при pH 4,5-6 подготовленные с аэрацией (а) по технологии, рекомендованной в промышленности при приготовлении питательной среды для культивирования дрожжей ; б- сульфитные щелока без аэрации.

Динамика изменения РВ при культивировании гриба *R. oryzae* F-1030 на питательной среде приготовленной из сульфитных щелоков



Питательная среда а



Питательная среда б

Сульфитные щелока, содержащие 10,8 % сухих веществ, 50-70 г/л редуцирующих веществ при pH 4,5-6 подготовленные с аэрацией (а) по технологии, рекомендованной в промышленности при приготовлении питательной среды для культивирования дрожжей ; б- сульфитные щелока без аэрации.

Выводы

- Питательную среду, приготовленную из сульфитных щелоков с удалением летучих веществ, целесообразно использовать при отъемно-доливном методе культивирования грибом *R. oryzae* F-1030, при котором наблюдается более высокий синтез молочной кислоты при меньших колебаниях pH и большем содержании РВ в питательной среде.
- При синтезе молочной кислоты культивированием гриба *R. oryzae* F-1030 периодическим методом возможно применение питательных сред как с удалением летучих веществ, так и без удаления летучих веществ.

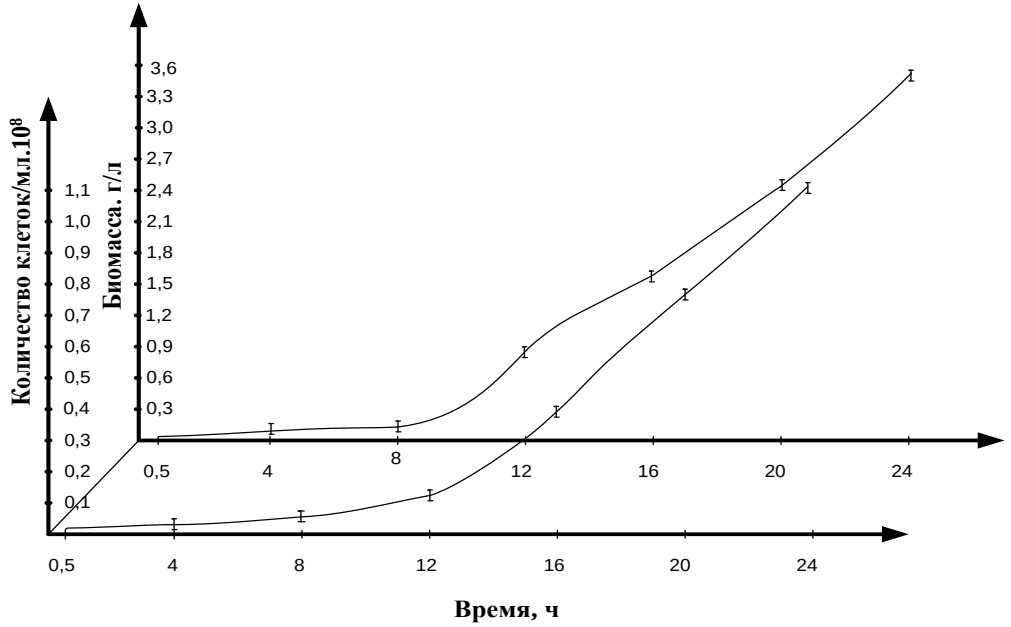
Применение психротолерантных дрожжей для биоконверсии сульфитных щелоков

Кинетические характеристики роста и выход биомассы дрожжей *D.hansenii* $Н_{4651}$, *G.pullulans* $КВ_{1-34}$ *и Candida* КБПУ – 4889 при культивировании на питательной среде из сульфитного щелока

Характеристики роста и выход биомассы	*D.hansenii* $Н_{4651}$	*G. pullulans* $КВ_{1-34}$	*C. tropicalis* КБПУ – 4889
Удельная скорость роста μ, $ч^{-1}$	0,182 ± 0,006	0,117 ± 0,005	0,112 ± 0,005
Время генерации Q, ч	3,80 ± 0,09	5,92 ± 0,17	6,19 ± 0,27
Выход биомассы от РВ, %	50,43 ± 1,29	47,70 ± 2,14	37,60 ± 1,71

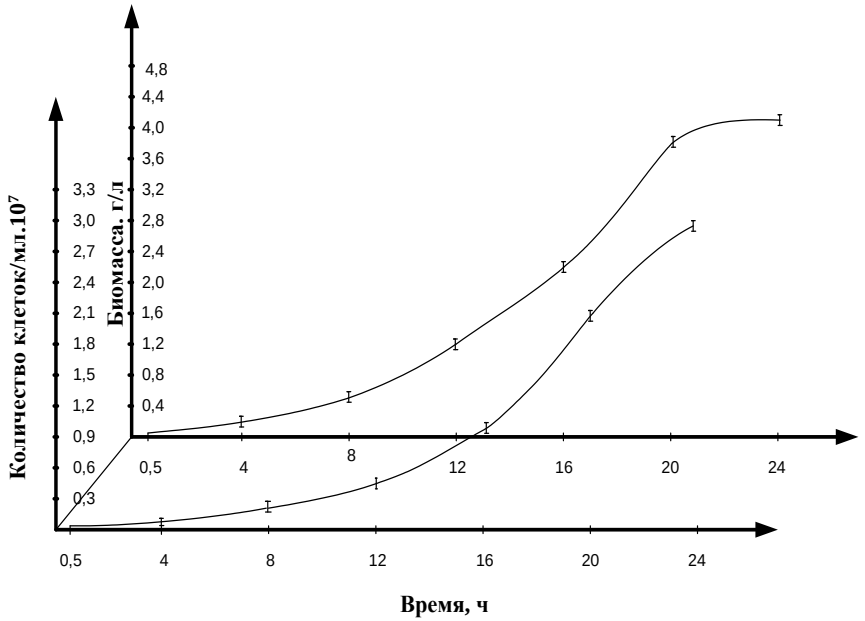
Температура культивирования дрожжей *D.hansenii* $Н_{4651}$, *G.pullulans* $КВ_{1-34}$ *20* °С, дрожжей *C. tropicalis* КБПУ – 4889 - 36°С. Расход воздуха 2 л/мин/л культуральной жидкости, pH 5.5 Начальная концентрация РВ 3,05 %

Влияние продолжительности культивирования дрожжей на питательной среде из сульфитных щелоков на рост числа клеток и синтез биомассы штамма *D. hansenii* H_{4651}



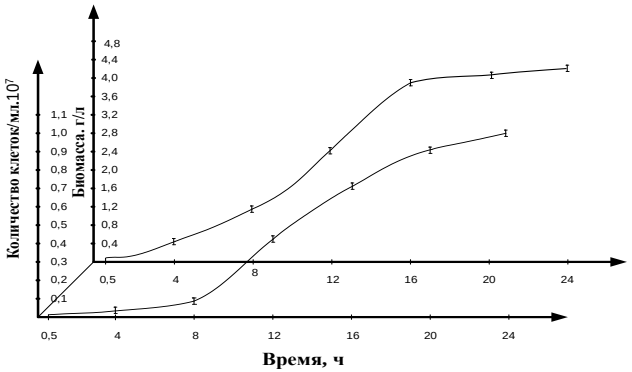
Расход воздуха 2 л/мин/л культуральной жидкости, pH 5.5, начальная концентрация РВ 3,05 %, температура 20 °С

Влияние продолжительности культивирования дрожжей на питательной среде из сульфитных щелоков на рост числа клеток и синтез биомассы штаммом *G.pullulans* $КВ_{1-34}$



Расход воздуха 2 л/мин/л культуральной жидкости,
pH 5.5, начальная концентрация РВ 3,05 %, температура 20 ^{o}C

Влияние продолжительности культивирования дрожжей на питательной среде из сульфитных щелоков на рост числа клеток и синтез биомассы штаммом *Candida* КБПУ – 4889



Расход воздуха 2 л/мин/л культуральной жидкости,
pH 5.5, начальная концентрация РВ 3,05 %, температура 36 ^{o}C

Влияние температуры культивирования дрожжей *D.hansenii* и *G.pullulans* на питательной среде из сульфитных щелоков на ксиланазную активность

Ксиланазная активность, IU/ml			
D. hansenii H_{4651}	*D. hansenii* H_{433}	*D. hansenii* H_{18-3}	*G. pullulans* KB_{1-34}
0,096 ± 0,005	0,079 ± 0,003	0,064 ± 0,003	0,082 ± 0,004
0,106 ± 0,004	0,099 ± 0,004	0,086 ± 0,005	0,112 ± 0,006
0,086 ± 0,004	0,072 ± 0,003	0,075 ± 0,004	0,099 ± 0,005

*температура культивирования, °С, в числители - 15, в средней части – 20, в знаменателе - 25

Влияние температуры культивирования дрожжей *D.hansenii* и *G. pullulans* на питательной среде из сульфитных щелоков на целлюлазную активность

Целлюлазная активность, FPU/ml			
D. hansenii H_{4651}	*D. hansenii* H_{433}	*D. hansenii* H_{18-3}	*G. pullulans* КВ $_{1-34}$
0,643 ± 0,023	0,383 ± 0,018	0,458 ± 0,025	0,523 ± 0,027
0,708 ± 0,035	0,511 ± 0,022	0,569 ± 0,029	0,634 ± 0,031
0,662 ± 0,031	0,485 ± 0,031	0,430 ± 0,018	0,569 ± 0,029

*температура культивирования, °С, в числители - 15, в средней части – 20, в знаменателе - 25

Влияние температуры культивирования дрожжей *D.hansenii* и *G. pullulans* на питательной среде из сульфитных щелоков на целлобиазную активность

Целлобиазная активность, FPU/ml			
D. hansenii H_{4651}	*D. hansenii* H_{433}	*D. hansenii* H_{18-3}	*G. pullulans* КВ $_{1-34}$
0,721 ± 0,018	0,630 ± 0,030	0,523 ± 0,035	0,831 ± 0,039
0,911 ± 0,043	0,541 ± 0,024	0,450 ± 0,021	0,901 ± 0,045
0,817 ± 0,031	0,703 ± 0,019	0,496 ± 0,033	0,657 ± 0,028

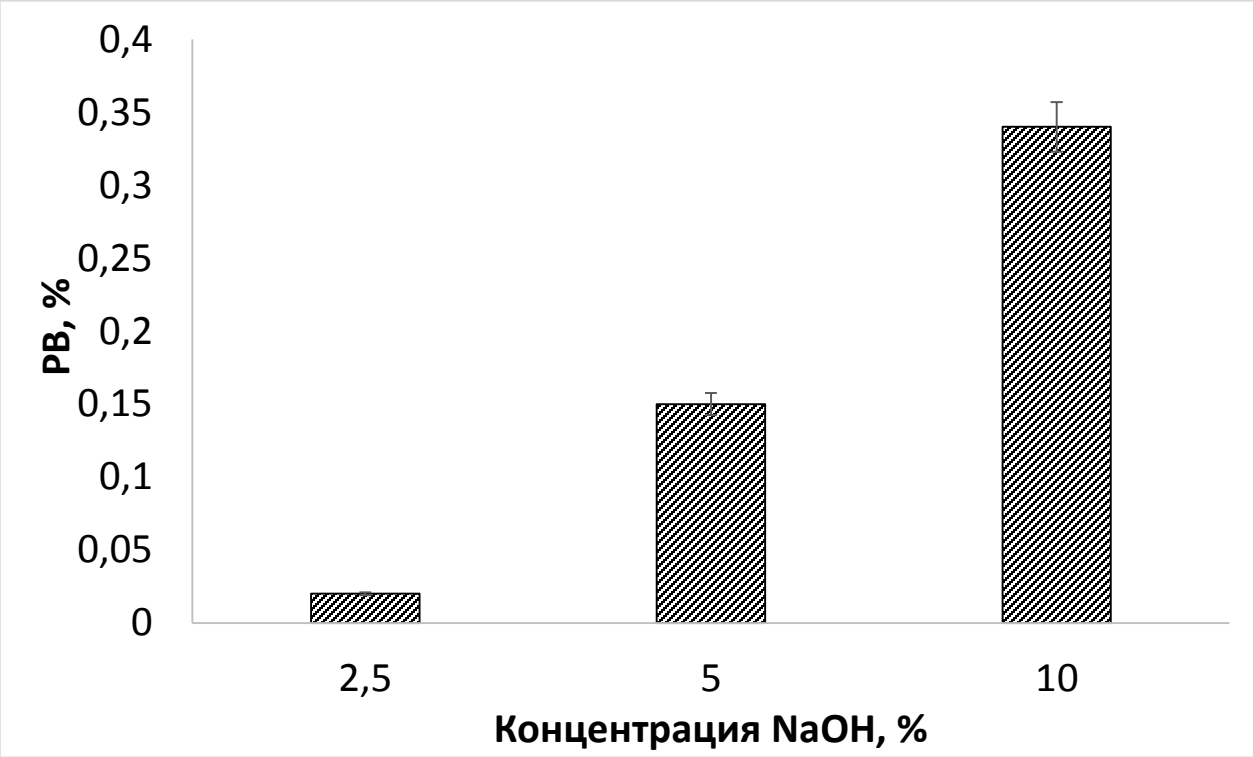
*температура культивирования, °С, в числители - 15, в средней части – 20, в знаменателе - 25

Выводы

- Психротолерантные дрожжи способны ассимилировать олигомеры углеводов и, в частности, олигомеры клетчатки;
- Применение психротолерантных дрожжей в промышленности позволит снизить энергозатраты на производство кормового белка.

Биотехнологическая переработка рисовой шелухи

Содержание редуцирующих веществ в щелоке, полученном при обработке рисовой шелухи



Температура обработки 120 °С,
гидромодуль 1 : 8,
продолжительность обработки 30 мин.

Концентрация катионов в щёлоке, полученном при обработке рисовой шелухи, %

Na	1,1
Si	5,6
P	0,2
S	0,1
K	0,5
Ca	0,006
Mn	0,003
Fe	0,004

Рисовая шелуха обрабатывалась щелочью 2,5 %,
при температуре 120 °С,
гидромодуль 1 : 8, в течении 30 мин.

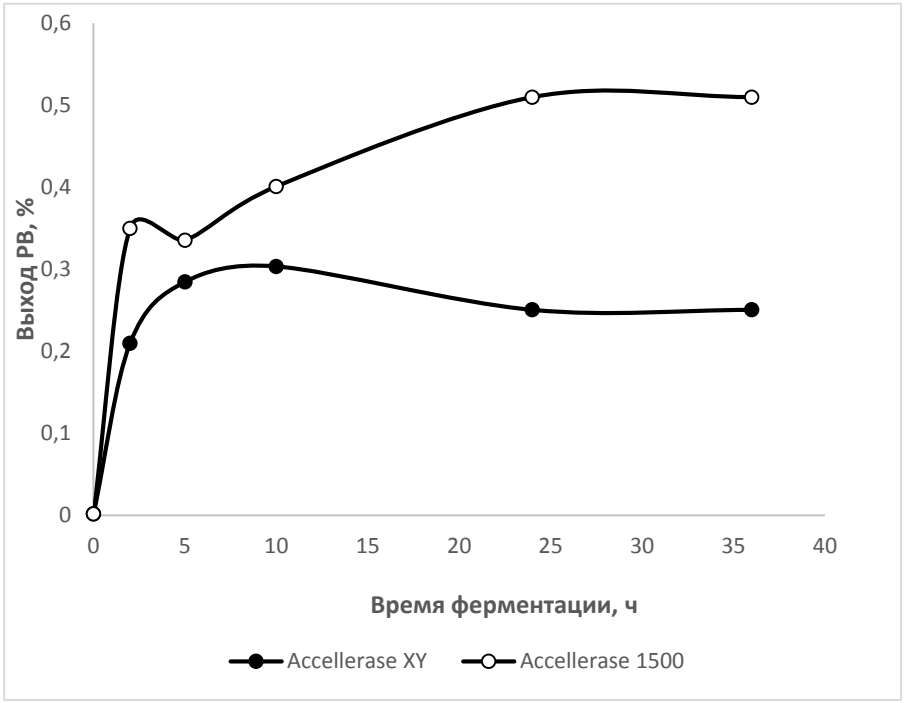
Влияние концентрации щелочи при обработке рисовой шелухи на содержание редуцирующих веществ в ферментализате, полученном при обработке клетчатки ферментом Accellerase XY

время, ч	10 %	5 %	2,5 %
0	0,084	0,280	0,341
2	0,095	0,401	0,402
4	0,174	0,492	0,568
17	0,204	0,537	0,628
18	0,189	0,522	0,628

Температура ферментативной обработки 50 ± 1°С, pH 5,5 ± 0,3, расход фермента ???

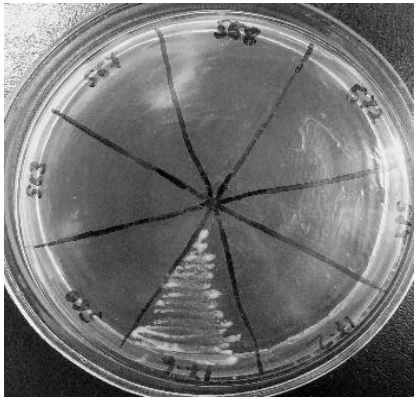
Клетчатка получена при обработке рисовой шелухи щелочью при температуре 120 °С, гидромодуль 1 : 8, в течении 30 мин.

Выход редуцирующих веществ при ферментативной обработке клетчатки рисовой шелухи

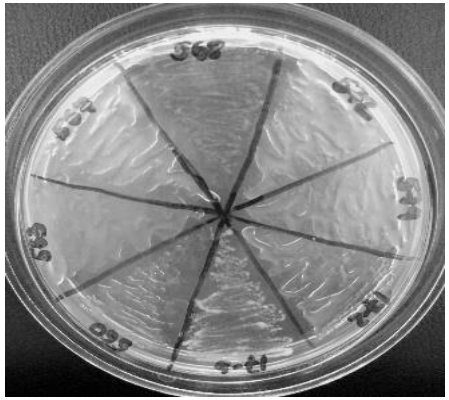


Температура ферментативной обработки 50 ± 1°С, pH 5,5 ± 0,3, расход фермента ????
Клетчатка получена при обработке рисовой шелухи 2,5% щелочью при температуре 120 °С,
гидромодуль 1 : 8, в течении 30 мин

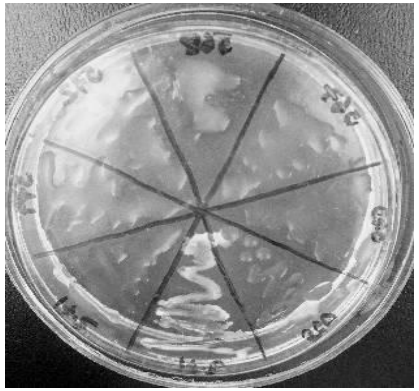
Культивирование штаммов 560, 563, 567, 568, 572, 574 бактерий *P. mucilaginosus* на питательной твердой питательной среде с ферментализатом клетчатки рисовой шелухи



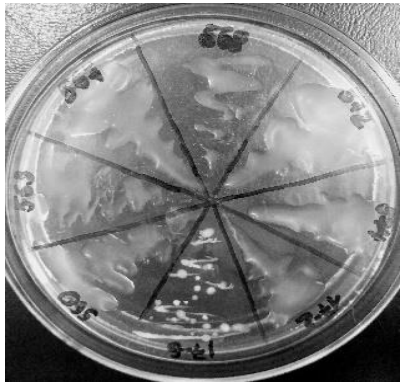
без корректировки pH 5,98 ± 0,02



pH 7,30 ± 0,03 откорректированной гашенной известью



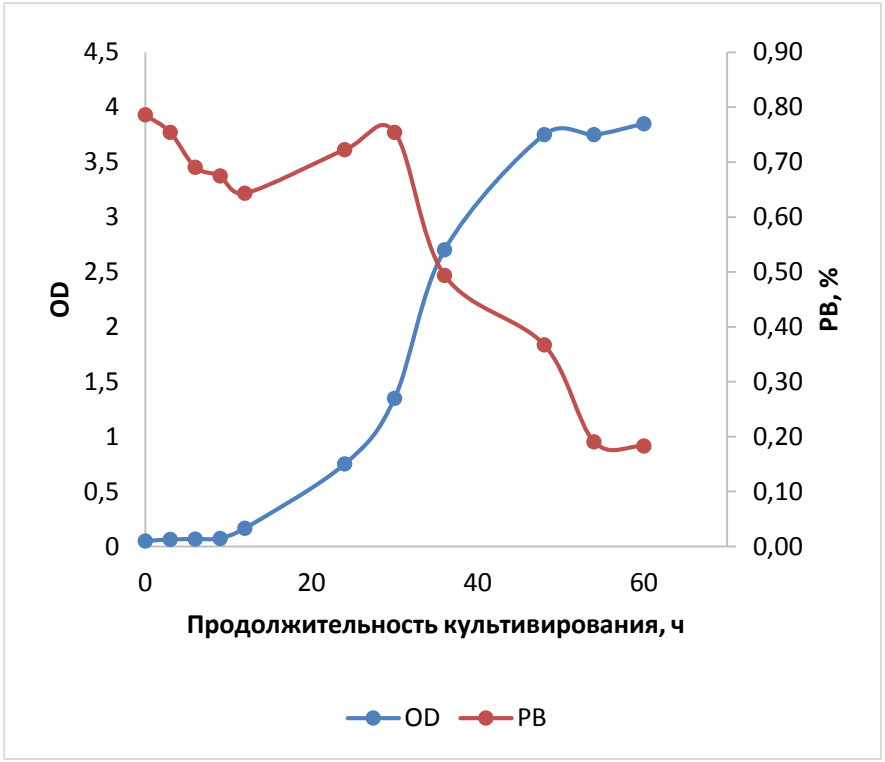
pH 7,35 ± 0,03 откорректированной щелоком, содержащим кремния

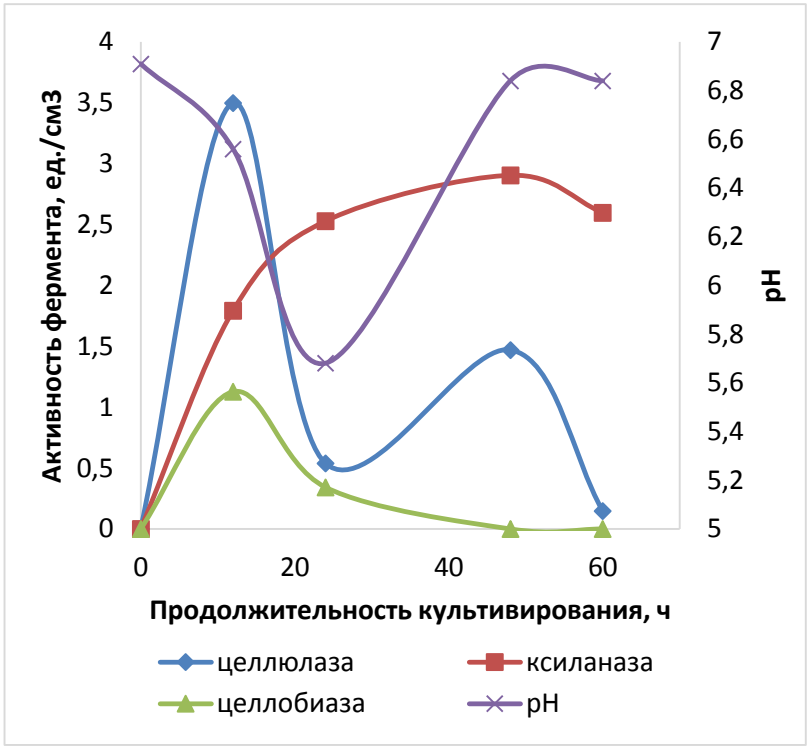


pH 7,03 ± 0,03 откорректированной K_2HPO_4 10 %.

Условия культивирования: при температуре 30 ± 1 °С, продолжительность 72 час.

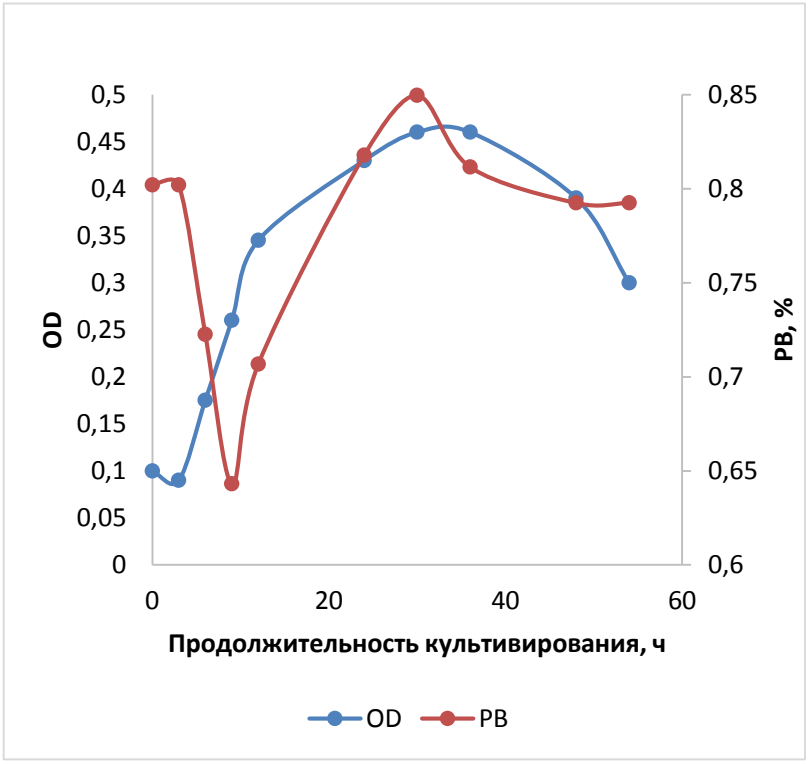
Кинетика роста и активность ферментов при культивировании штамма 574 бактерий *P.mucilaginosus* на питательной среде из ферментализата клетчатки рисовой шелухи

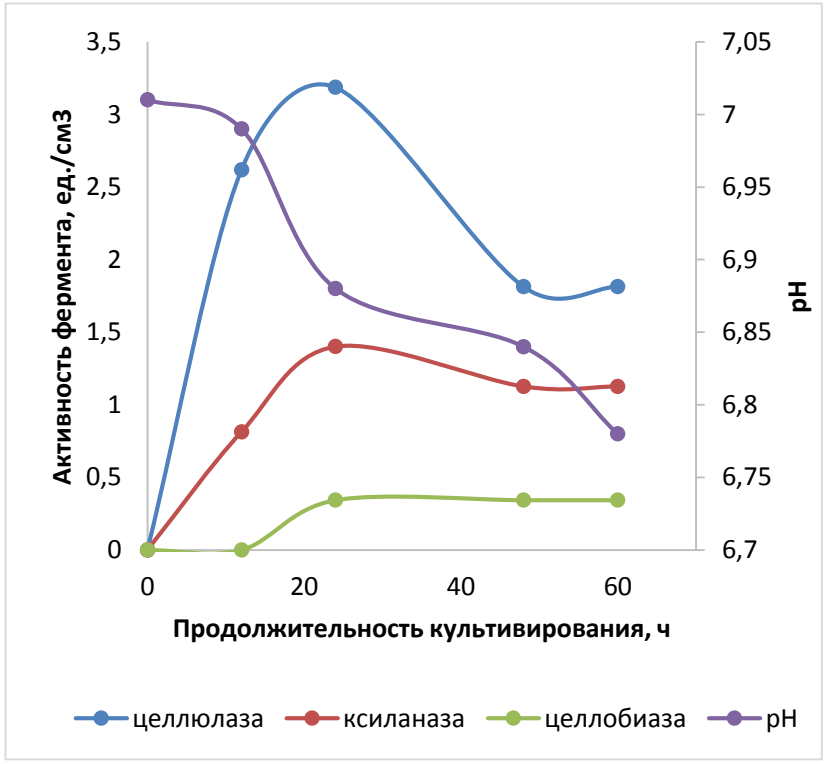




температура культивирования 30 ± 1 °C
pH среды корректирована гашенной известью

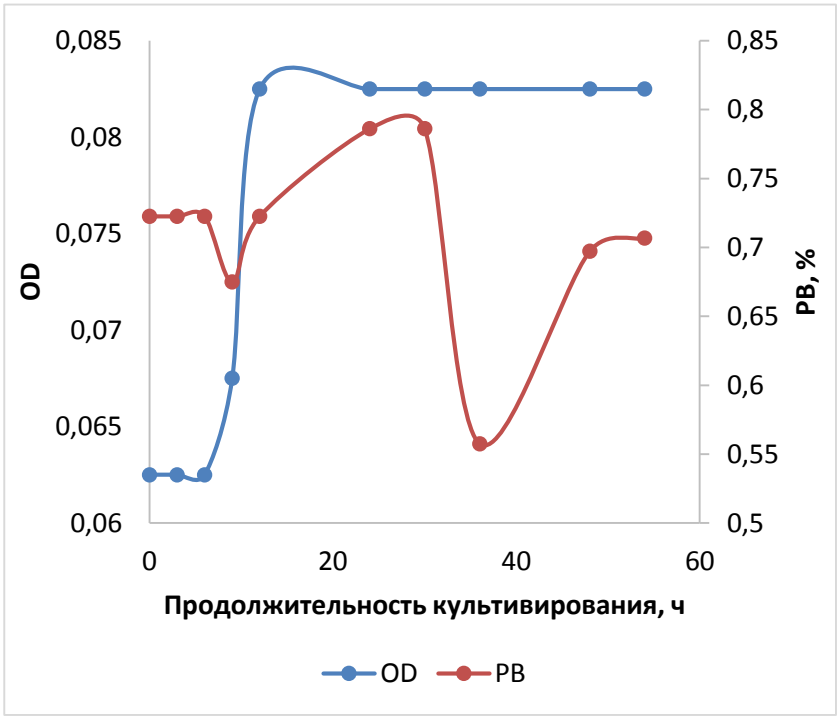
Кинетика роста и активность ферментов при культивировании штамма 574 бактерий *P.mucilaginosus* на питательной среде из ферменталитзата клетчатки рисовой шелухи

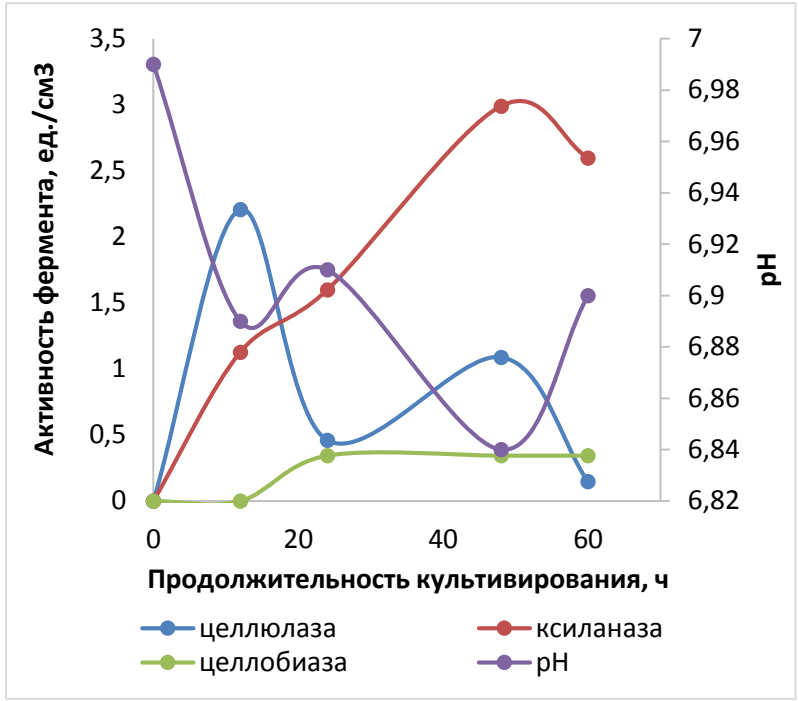




Температура культивирования 30 ± 1 °C
pH среды корректирована щелоком с содержанием кремния 2,5 %

Кинетика роста и активность ферментов при культивировании штамма 574 бактерий *P.mucilaginosus* на питательной среде из ферментализата клетчатки рисовой шелухи





Температура культивирования 30 ± 1 °C
pH среды корректирована гидроортофосфатом калия

Кинетические параметры роста штамма 574 бактерий *P.mucilaginosus* при культивировании на питательной среде из ферментализата клетчатки рисовой шелухи

Вещества для корректировки pH	Удельная скорость роста, $ч^{-1}$	Время генерации, ч	Количество биомассы, $г/см^3$
Гашенная известь	0,1340	5,17	0,20
Щёлок с содержанием 2,5 % кремния	0,1493	4,64	0,19
Гидроортофосфат калия	0,0463	14,98	0,08

Выводы

Ферментализат , полученный обработкой клетчатки рисовой шелухи ферментом ферментами Accellerase XY и Accellerase 1500, пригоден для культивирования бактерий *P. mucilaginosus*

Применение щелока после обработки рисовой шелухи гидроокисью натрия для корректировки pH питательной среды при культивировании бактерий *P. mucilaginosus* позволяет :

- сократить продолжительность лаг-фазы в 4 раза по сравнению с корректировкой гидроокисью кальция и в 2 раза по сравнению с гидрофосфатом калия;

- увеличить удельную скорость роста;

- сократить время генерации

Биотехнологическая переработка кукурузной соломы

УСЛОВИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ФЕРМЕНТОЛИЗА

ВОДНО-СПИРТОВАЯ ОБРАБОТКА
КОНЦЕНТРАЦИЯ ГИДРОЛИЗАТА – 3,6 % СУХОГО ВЕЩЕСТВА
КОНЦЕНТРАЦИЯ СПИРТА: 5 И 15%
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ГИДРОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ: 5 И 10 МИН.
Рн: 4 и 6
РАСХОД ФЕРМЕНТА: 0,1 И 0,25 МЛ/Г СУХОГО ВЕЩЕСТВА
НЕЙТРАЛЬНО-СУЛЬФИТНАЯ ОБРАБОТКА
КОНЦЕНТРАЦИЯ ГИДРОЛИЗАТА – 3,6 % СУХОГО ВЕЩЕСТВА (СВ)
КОНЦЕНТРАЦИЯ СУЛЬФИТА НАТРИЯ: 3 И 10% ОТ СВ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ : 60 И 180 МИН.
Рн: 7 И 9
ТЕМПЕРАТУРА: 95 И 115 С
БИСУЛЬФИТНАЯ ОБРАБОТКА
КОНЦЕНТРАЦИЯ ГИДРОЛИЗАТА – 3,6 % СУХОГО ВЕЩЕСТВА (СВ)
КОНЦЕНТРАЦИЯ БИСУЛЬФИТА НАТРИЯ: 3 И 10% ОТ СВ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ : 60 И 180 МИН.
ТЕМПЕРАТУРА: 95 И 115^C
ПЕРЕКИСНО-ЩЕЛОЧНАЯ ОБРАБОТКА
КОНЦЕНТРАЦИЯ ГИДРОЛИЗАТА – 3,6 % СУХОГО ВЕЩЕСТВА (СВ)
КОНЦЕНТРАЦИЯ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ: 10 И 30% ОТ СВ
КОНЦЕНТРАЦИЯ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА: 10 И 30% ОТ СВ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ : 30 МИН.
ТЕМПЕРАТУРА: 95^C
ЩЕЛОЧНАЯ ОБРАБОТКА
КОНЦЕНТРАЦИЯ ГИДРОЛИЗАТА – 3,6 % СУХОГО ВЕЩЕСТВА (СВ)
КОНЦЕНТРАЦИЯ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ: 5 И 20% ОТ СВ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ : 10, 30 И 60 МИН.
ТЕМПЕРАТУРА: 50 И 95 ^C

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ И ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ И ВЫХОД РВ ИЗ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ МАССЫ (ЛБ) КУКУРУЗЫ

Показатели	Исследуемые методы предобработки ЛБ					
	Водно-спиртовая обработка	Нейтрально-сульфитная обработка	Бисульфитная обработка	Перекисно-щелочная обработка	Щелочная обработка	Щелочная обработка измельченной массы
Максимальная концентрация РВ*, г/л	12,5±0,36	16,4±0,05	14,6±0,02	24,1±0,02	24,9±0,02	24,56±0,05*
Выход РВ от сухого вещества ЛБ, %	34,7	45,5	40,5	66,9	69,1	68,2
Выход РВ от углеводной части ЛБ (конверсия), %	40,2	52,8	47,0	77,5	80,1	79,05

Ферментативный препарат – Accellerase 1500, расход 0,25 мл/ 1г СВ сырья

УСЛОВИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ***БАКТЕРИЙ*** ОСУЩЕСТВЛЯЛОСЬ В ОДНУ И ДВЕ СТАДИИ.

ПРИ ОДНОСТАДИЙНОМ ПРОЦЕССЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ПРОИСХОДИТ БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПО ХОДУ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ КАК НАБОРОМ БИОМАССЫ, ТАК И ФЕРМЕНТАТИВНОЙ КОНВЕРСИЕЙ КОМПОНЕНТОВ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ.

ПРИ ДВУСТАДИЙНОМ ПРОЦЕССЕ *ПЕРВАЯ СТАДИЯ* КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НАПРАВЛЕНА НА ПРИРОСТ БИОМАССЫ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ КЛЕТОК. ПАРАМЕТРЫ 1-Й СТАДИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ: КОНЦЕНТРАЦИЯ РВ ГИДРОЛИЗАТА 3%, КОНЦЕНТРАЦИЯ БЕЛКОВОГО АЗОТА 0,14%, РН ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ 7,0, ТЕМПЕРАТУРА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ 30˚С, ДЛИТЕЛЬНОСТЬ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ 2-Е СУТОК. *ВТОРАЯ СТАДИЯ* КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НАПРАВЛЕНА НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ ТРАНСФОРМАЦИЮ УГЛЕВОДОВ СРЕДЫ С ПОЛУЧЕНИЕМ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ.

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ***ДРОЖЖЕЙ***: КОЛБА 100 мл , НЕПРЕРЫВНОЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЕ, КОНЦЕНТРАЦИЯ РВ 3%, 6–7 СУТ. ПРИ 20 И 30˚С

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БАКТЕРИЙ *LEUCONOSTOC MESENTEROIDES* НА ФЕРМЕНТОЛИЗАТЕ

Показатели	Одностадийное культивирование			Двухстадийное культивирование		
	Питательные среды					
	1	2	3	4	5	6
Потребление РВ, %	89,6	81,5	87,5	58,5	24,7	11,5
Выход биомассы, %	9,3	7,1	8,5	2,8	3,4	3,8
Удельная скорость роста, μ $ч^{-1}$	0,070± 0,011	0,0527 ±0,015	0,0562 ±0,023	0,0587 ±0,013	0,0623 ±0,028	0,0681 ±0,017
Выход нерастворимых полисахаридов, г/л	0,558± 0,021	0,840± 0,054	0,414± 0,030	2,121± 0,028	4,162± 0,057	5,616± 0,041
Выход растворимых полисахаридов, г/л	0,182± 0,015	0,395± 0,023	0,157± 0,009	1,911± 0,011	1,623± 0,016	2,015± 0,015

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДРОЖЖЕЙ РОДА *LIPOMYCES*

Показатели	Температура культивирования, ˚С					
	20			30		
	Y- 6268	Y-6267	Y-6264	Y-6265	Y-6234	Y-6268
Удельная скорость роста, $ч^{-1}$	0,135 ±0,012	0,042 ± 0,008	0,039 ± 0,009	0,054 ± 0,004	0,04 ± 0,003	0,054 ± 0,005
Время генерации, ч	7,41±1,002	23,67 ± 2,545	25,7 ± 4,648	18,61 ± 0,115	24,67 ± 0,457	18,29 ± 0,153
Выход биомассы, %	45,45±2,464	56,16 ± 3,218	32,49 ± 3,015	33,33 ± 0,265	6,78 ± 0,148	3,20 ± 0,050
Концентр внеклеточных полисахахаридов,%	0,32	0,71	0,55	0,32	0,48	0,38

ВЫВОДЫ

ПРОВЕДЕННЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ УСТАНОВЛЕНА ВОЗМОЖНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПУТЕМ ХИМИЧЕСКИХ, ФИЗИЧЕСКИХ, ФЕРМЕНТАТИВНЫХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ И КОРМОВЫХ ДОБАВОК. ПОЛУЧЕНЫ СЛЕДУЮЩИЕ ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

1. ПОКАЗАНО, ЧТО ПРИЕМЛЕМЫМИ СПОСОБАМИ ОБРАБОТКИ КУКУРУЗНОЙ СОЛОМЫ ЩЕЛОЧНЫЕ И ПЕРЕКИСНО-ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТОДЫ;
2. УСТАНОВЛЕНО, ЧТО ФЕРМЕНТОЛИЗ ПРЕПАРАТАМИ С ЦЕЛЛЮЛАЗНОЙ И КСИЛАНАЗНОЙ АКТИВНОСТЯМИ (ACCELLERASE 1500) ПОЗВОЛЯЕТ КОНВЕРТИРОВАТЬ ДО 80% УГЛЕВОДНОГО СУБСТРАТА В РЕДУЦИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА;
3. УСТАНОВЛЕНО, ЧТО КУЛЬТИВИРОВАНИЕ БАКТЕРИЙ *LEUCONOSTOC MESENTEROIDES* НА ФЕРМЕНТОЛИЗАТЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВЫХОД БИОМАССЫ БАКТЕРИЙ 9,3% ОТ НАЧАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ РВ ПРИ ОДНОСТАДИЙНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ И 3,8% ПРИ ДВУХСТАДИЙНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ. ВЫХОД ВНЕКЛЕТОЧНОГО РАСТВОРИМОГО ПОЛИСАХАРИДА ПРИ ДВУХСТАДИЙНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ СОСТАВЛЯЕТ 2 Г/Л;
4. ДОКАЗАНО, ЧТО КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ДРОЖЖЕЙ РОДА *LIPOMYCES* НА ФЕРМЕНТОЛИЗАТЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВЫХОД БИОМАССЫ ДРОЖЖЕЙ 56% ОТ РВ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ, ВЫХОД ВНЕКЛЕТОЧНОГО ПОЛИСАХАРИДА 7,1 Г/Л В КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ;

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Хусаинов И.А. Получение мальтозосодержащего кормового продукта пребиотического действия ферментированием зерна ржи/ И. А. Хусаинов, А. В. Канарский, З. А. Канарская, М. А. Поливанов// Вестник Казанского Технологического Университета.-2011.- №3.- С.174-180
2. Хусаинов И.А. Разработка способа сушки кормового продукта пребиотического действия/ И. А. Хусаинов, А. В. Канарский, З. А. Канарская, М. А. Поливанов// Вестник Казанского Технологического Университета.-2011.- №9.- С.252-257
3. Хусаинов И.А. Переработка сахароносных культур на кормовые продукты / И.А. Хусаинов, З.А. Канарская // «Вестник Казанского технологического университета».- 2011.- № 23. - С. 117 – 124.
4. Хусаинов И. А. Функциональные олигосахара в кормлении сельскохозяйственных животных/ И. А. Хусаинов, А.В.Канарский, З.А.Канарская// Вестник Казанского Технологического Университета.-2012.-№12.-том15.- С.128-137
5. Хусаинов И. А. Влияние конформации олигосахаров на их пребиотические свойства/ И. А. Хусаинов, А.В.Канарский, З.А.Канарская// Вестник Казанского Технологического Университета.-2013.- № 6.-том 16.- С.131-137.
6. Хусаинов И.А. Современные представления о биосинтезе бактериальных экзополисахаридов/ И. А. Хусаинов // Вестник Казанского Технологического Университета.-2014.- Т.17.-№5.- С.173-176

7. Хусаинов И.А. Тенденции развития производства бактериальных полисахаридов/ И. А. Хусаинов, З. А. Канарская // Вестник Казанского Технологического Университета.-2014.- Т.17.-№ 6.- С.213-216
8. Школьников Е.Э. Экобиотехнологические препараты для агропромышленного комплекса России / Е.Э. Школьников, Н.К. Еремец, И.В. Павленко, Л.А. Неминущая, Т.А. Скотникова, Э.Ф. Токарик, И.В. Бобровская, Д.Н. Филимонов, С.В. Гаврилов, И.В. Ковальский, З.А. Канарская, И.А.Хусаинов// Вестник Казанского Технологического Университета.- 2014.- т. 17. -№ 13.- С. 255-263.
9. Самуйленко А.Я. Клинические Испытания Пробиотических Препаратов Часть 1. Клинические Испытания Бактериального Симбиотика/ А.Я. Самуйленко, И.В.Павленко, Н.К.Еремец, И.В.Бобровская, Л.А.Неминущая, Т.А.Скотникова, П.А.Красочко, И.И.Бережной, В.А.Гаврилов, И.В.Ковальский, П.П.Красочко, В.И.Еремец, З.А.Канарская, И.А.Хусаинов// Вестник Казанского технологического университета. -2014. -Т. 17. -№ 21.- С. 207-210.
10. Хусаинов И.А. Бактериальные полисахариды в кормлении дойных коров/ И.А. Хусаинов Т.В. Лаптева// Кормопроизводство.- 2016.-№9.-С.45-48.
11. Хусаинов И.А. Культивирование *Leuconostoc mezenteroides* на гидролизате биомассы кукурузы/ И.А. Хусаинов А. В. Канарский// Вестник ВГУИТ. – 2018.-Т. 80.- № 3.- С. 205-212,
12. Хусаинов И.А. Эффективность синтеза внеклеточных полисахаридов штаммами дрожжей Lipomyces/ И.А. Хусаинов, Е.Р. Якубов, З.А.Канарская, А.В.Канарский, И.А.Максимова, А.В. Качалкин// Вестник ВГУИТ.- 2018.- т.80.- №4,

Спасибо за внимание