

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

ДИСЦИПЛИНА: «БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ МИКРОБНОГО СИНТЕЗА»

# МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ

Выполнила студентка гр.Т4130 Доржиева Надежда Владимировна

Санкт-Петербург 2017 г.

# Субстрат

2

Для получения белка одноклеточных микроорганизмов используют различные субстраты:

- парафины нефти;
- метанол, этанол;
- уксусная кислота;
- природный и углекислый газ;
- водород;
- меласса, крахмал и целлюлозосодержащие отходы промышленности и сельского хозяйства;
- молочная сыворотка;

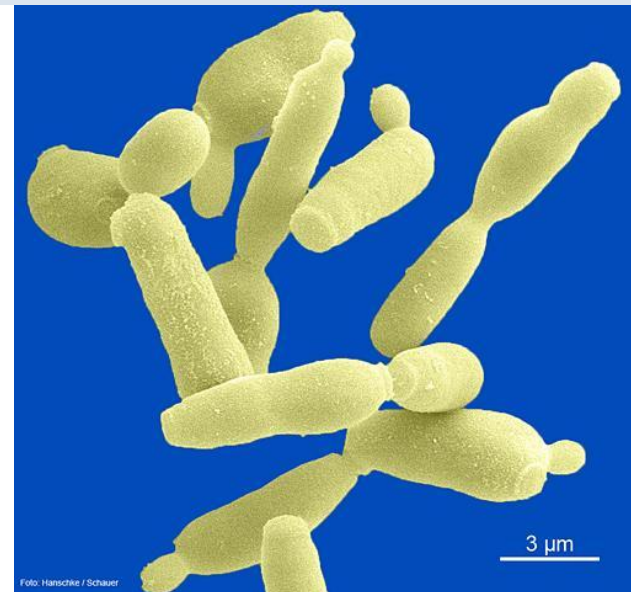
# Неразветвленные нефтяные парафины

3

Преимущества	Недостатки
Выход белка до 100% от количества субстрата	Качество продукта зависит от степени чистоты парафинов, необходима очистка готового продукта от остатков нефти (является канцерогенном)

Продуценты:

*Candida maltosa*, *Candida guilliermondii*, *Candida lipolytica*



# Метилловый спирт

4

Преимущества	Недостатки
Производится из отходов древесной промышленности, соломы, бытового мусора	Горючесть
Высокая чистота и отсутствие канцерогенных примесей	Возможность образования взрывоопасных смесей с воздухом
Хорошая растворимость в воде	Химическая структура
Высокая летучесть, полученной биомассы исключает из технологической схемы стадию очистки	

- В качестве продуцентов, использующих метанол в конструктивном обмене, были изучены дрожжевые и бактериальные штаммы.*

# Метанотрофные бактерии

5

При росте на метаноле бактерии дают больше биомассы, чем дрожжи.

Количество аминокислот превышает содержание в рыбной и соевой муке.

	Дрожжи	Бактерии
Продуценты	<i>Candida boidinii</i> , <i>Hansenula polymorpha</i> , <i>Pichia pastoris</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i>	<i>Methylobacterium clausenii</i> , <i>Pseudomonas rosea</i>
Оптимальные условия	t=34-37°C, pH=4,2-4,6	t=32-34°C, pH=6,0-6,4
Коэффициент усвоения субстрата	до 0,4 при скорости протока в интервале 0,12-0,16 ч	до 0,55 при скорости протока до 0,5 ч-1

# Состав биомассы, полученной на метаноле, (%):

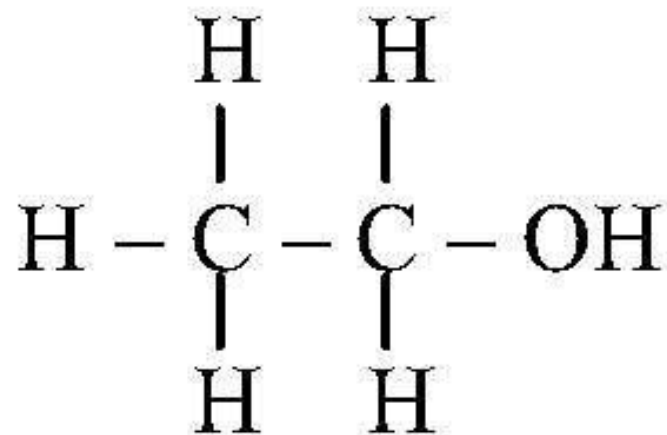
6

	Дрожжевая биомасса	Бактериальная биомасса
Сырой протеин	56-62	70-74
Липиды	5-6	7-9
Зола	7-11	8-10
Нуклеиновые кислоты	5-6	10-13
Влажность	8-10	8-10

# Этиловый спирт

7

Преимущества	Недостатки
Производится из отходов древесной промышленности, соломы, бытового мусора	Горючесть
Имеет малую токсичность	
Хорошо растворим в воде	
Обладает небольшим количеством примесей	



# Продуценты

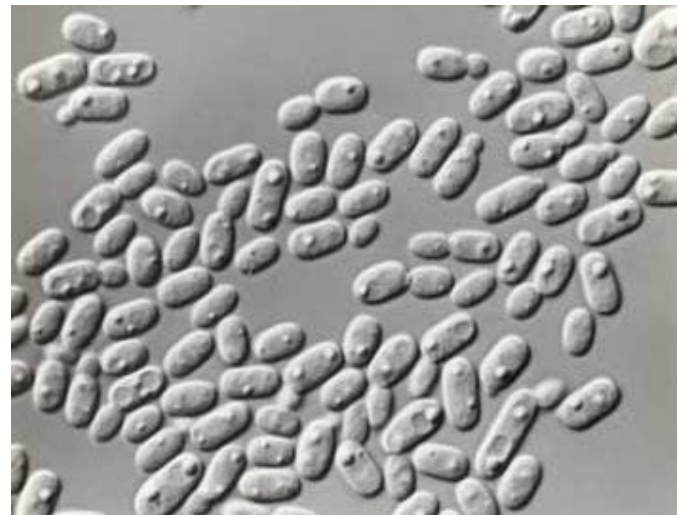
8

Дрожжи: *Candida utilis*, *Sacharomyces lambica*, *Hansenula anomala*, *Acinetobacter calcoaceticus*;

- Процесс культивирования проводят одностадийно в ферментерах с высокими массообменными характеристиками при концентрации этанола не более 15 г/л.

Дрожжи, выращенные на этаноле, содержат (%):

- сырого протеина 60-62;
- липидов 2-4;
- золы 8-10;
- влаги до 10.





# Природный газ

9

Основную часть природного газа составляет метан— от 70 до 98 %. в состав природного газа могут входить более тяжелые углеводороды — гомологи метана: этан, пропан, бутан.

## **Преимущества субстрата:**

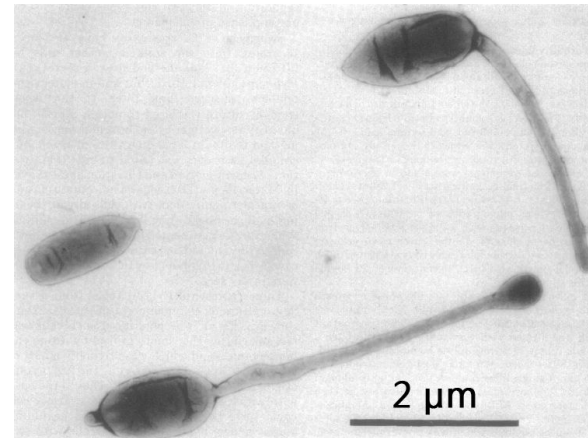
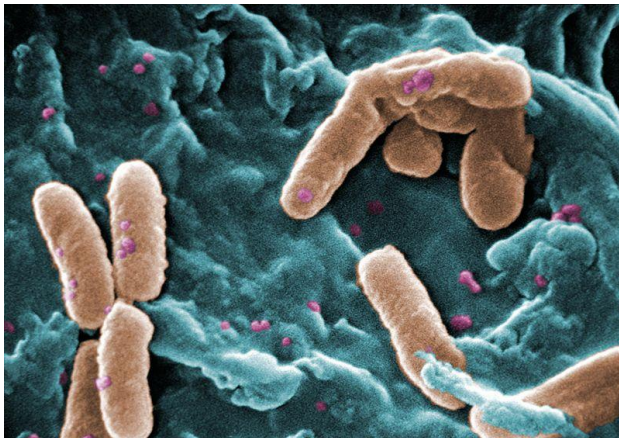
- ✓ доступность
- ✓ относительно низкая стоимость
- ✓ высокая эффективность преобразования в биомассу метаноокисляющими микроорганизмами

Выход белка при использовании такого субстрата до 66%.

- Бактерии, растущие на метане, хорошо переносят кислую среду и высокие температуры, в связи, с чем устойчивы к инфекциям

10

- В разработанном в Великобритании процессе используется смешанная культура: бактерии *Methylomonas*, усваивающие метан, *Hydrogenomonas* и *Pseudomonas*, усваивающие метанол, и два вида неметилотрофных бактерий.
- Культура характеризуется высокой скоростью роста и продуктивностью.
- Полученный белок из биомассы сбалансирован по аминокислотному составу.



# Углекислый газ

11

- Минеральный углерод, как субстрат для микробного синтеза.
- Окисленный углерод восстанавливается микроводорослями при помощи солнечной энергии и водородоокисляющими бактериями при помощи водорода.
- Для работы установок по выращиванию водорослей необходимы стабильные климатические условия - постоянные температуры воздуха и интенсивность солнечного света.
- Полученную суспензию водорослей используют на корм скоту

# Водород

12

- Является наиболее перспективным способом получения белка.
- Водородокисляющие бактерии развиваются за счет окисления водорода кислородом воздуха
- Энергия, высвобождающаяся в этом процессе, идет на усвоение углекислого газа

Представителем являются  
бактерии рода  
*Hydrogenomonas*



# Водородокисляющие бактерии

13

- Используют неорганические отходы производства с содержанием белка в биомассе от 50% до 75%.
- Растут и размножаются при наличии воды, углекислого газа и электричества
- Биомасса содержит все незаменимые для человека аминокислоты, водорастворимые витамины: тиамин, пиридоксин, рибофлавин, никотиновая кислота, пантотеновая кислота, биотин.

# Отходы целлюлозно-бумажной промышленности

14

- Одним из первых субстратов, используемых для получения кормовой биомассы, были гидролизаты растительных отходов, предгидрализаты и сульфитный щелок – отходы целлюлозно-бумажной промышленности;
- гидролизаты представляют собой сложный субстрат, состоящий из смеси гексоз и пентоз;
- В гидролизатах и сульфитных щелоках имеются в небольшом количестве практически все необходимые для роста микроорганизмов микроэлементы. Недостающие количества азота, фосфора и калия вводятся в виде общего раствора солей аммофоса, хлорида калия и сульфата аммония.

# Отходы целлюлозно-бумажной промышленности

15

- Одним из перспективных субстратов в производстве кормовой биомассы являются гидролизаты торфа, имеющие в своем составе большое количество легкоусвояемых моносахаров и органических кислот.
- Дополнительно в состав питательной среды вводятся лишь небольшие количества суперфосфата и хлорида калия.
- Источником азота служит аммиачная вода. По качеству кормовая биомасса, полученная на гидролизатах торфа, превосходит дрожжи, выращенные на отходах растительного сырья.

# Отходы целлюлозно-бумажной промышленности

16

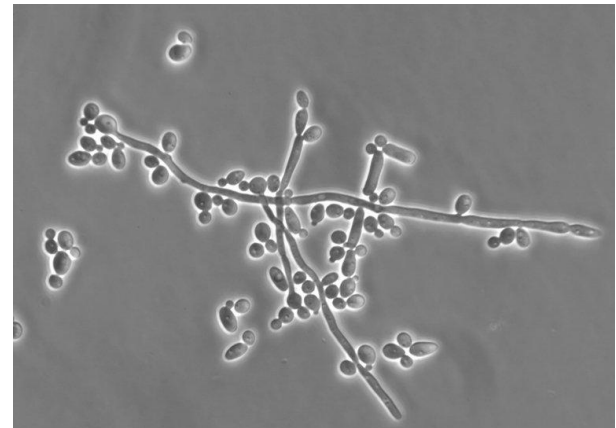
Продуценты - дрожжи *Candida utilis*, *C.scottii* и *C.tropicalis*, способные наряду с гексозами усваивать пентозы, а также переносить наличие фурфурола в среде.

Процесс культивирования дрожжей осуществляется в непрерывном режиме:

- pH 4,2-4,6.
- температура от 30 до 40°C.

Кормовые дрожжи, полученные при культивировании на гидролизатах растительного сырья и сульфитных щелоках, имеют следующий состав (%):

- белок 43-58;
- липиды 2,3-3,0;
- углеводы 11-23;
- зола – до 11;
- влажность – не более 10.





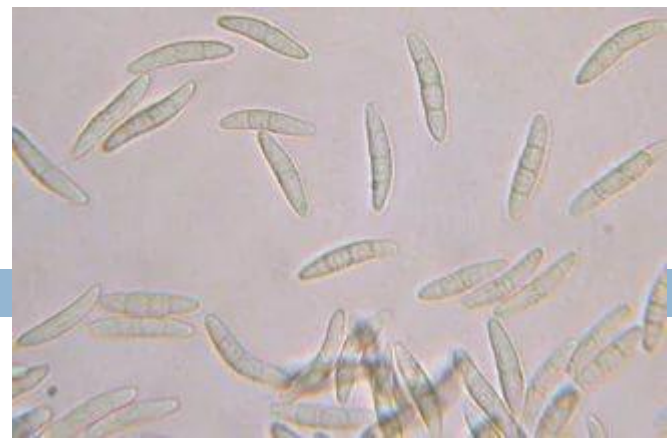
# Силикатные бактерии

17

- Силикатные бактерии (лат. *silex* - камень) - самостоятельная группа микроорганизмов, способных расщеплять алюмосиликаты (глины) и силикаты (пески и пр.), используя их как субстрат.
- Являются основным источником образования плодородной почвы на Земле, так как разрушают алюмосиликаты почвы и высвобождают в доступную для растений форму фосфор и калий.
- В состав биомассы входят полисахариды, 65% белка, состоящего из 17 аминокислот, 18 минералов и целый набор активных ферментов.

# Грибной белок

18



- это пищевой продукт, состоящий в основном из мицелия гриба. При его производстве используется штамм *Fusarium graminearum*, выделенный из почвы.
- Микопротеин производят сегодня на опытной установке методом непрерывного выращивания.
- В качестве субстрата используется глюкоза и другие питательные вещества, а источниками азота служат аммиак и аммонийные соли. После завершения стадии ферментации культуру подвергают термообработке для уменьшения содержания рибонуклеиновой кислоты, а затем отделяют мицелий методом вакуумного фильтрования.

# Эффективность конверсии при образовании белка для различных животных и *Fusarium graminearum*

19

	Исходный продукт	Продукция	
		Белок, г	Общая, г
Корова	1 кг корма	14	68 говядины
Свинья	1 кг корма	41	200 свинины
Курица	1 кг корма	49	240 куриного мяса
<i>Fusarium graminearum</i>	1 кг углеводов + неорганический азот	136	1080 клеточной массы

# Средний состав микопротеина и сравнение его с составом

20

## ГОВЯДИНЫ

Компоненты	Состав, % (на сухой вес)	
	микопротеин	бифштекс
Белки	47	68
Жиры	14	30
Пищевые волокна	25	Следы
Углеводы	10	0
Зола	3	2
РНК	1	Следы

# Процесс "Ватерлоо"

21

- разработан в университете Ватерлоо в Канаде.
- процесс, основанный на выращивании целлюлозоразрушающих грибов *Chaetomium cellulolyticum*.
- можно осуществлять как в глубоинной культуре, так и поверхностным методом.
- Содержание белка в конечном продукте (высушенном грибном мицелии) составляет 45%.

# Финская фирма "Тампелла"

22

- разработала технологию и организовала производство белкового кормового продукта "Пекило" на отходах целлюлозно-бумажного производства.
- Продукт содержит до 60% протеина с аминокислотным профилем и значительное количество витаминов группы В.

# Молочная сыворотка

23

- Степень конверсии белка сыворотки в белок животного весьма невысока: для выработки 1 кг животного белка необходимо 1700 кг сыворотки



# Продуценты

24

- Из всех известных микроорганизмов самым высоким коэффициентом конверсии белка сыворотки в микробный белок обладают дрожжи. Способность к ассимиляции лактозы имеется примерно у 20% всех известных видов дрожжей.
- Гораздо реже встречаются дрожжи, сбраживающие лактозу
- Активный катаболизм лактозы особенно характерен для дрожжей из рода *Kluveromyces*. Эти дрожжи можно использовать для получения на молочной сыворотке кормового белка, этанола, препаратов  $\beta$ -глюкозидазы.



# Молочная сыворотка

25

- Разработаны способы получения микробных продуктов, основанные на использовании лактозы как монокультурой, так и смесью дрожжей и бактерий.
- В настоящее время в качестве продуцентов используют дрожжи родов *Candida*, *Trichosporon*, *Torulopsis*.
- Молочная сыворотка с выросшими в ней дрожжами по биологической ценности значительно превосходит исходное сырье и её можно использовать в качестве заменителя молока.