

Лекция 1.

Биоконверсия растительного сырья

Введение.

Общие сведения о растительном сырье.

Химический состав и строение растительных клеток.

Источники

- **Макаров С.Ю. Славская И.Л. Биоконверсия растительного сырья. Уч. пособие. М.: МГУТУ, 2013. 93 с. + Практикум**
- **Сушкова В.И., Воробьёва Г.И..Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества. Киров. 2007. 204 с.
<https://uchebnikfree.com/tehnologii-resursosberegayuschie/bezothodnaya-konversiya-rastitelnogo-syirya.html>**
- **Машанов, А. И. Биоконверсия растительного сырья : учеб. пособие для вузов / А. И. Машанов, Н. А. Величко, Е. Е. Ташлыкова. Красноярск: Красноярский гос. агр. ун-т, 2014. 223 с.**
- **Селиванов А. Рациональное использование растительных ресурсов: комплексная малоотходная технология биоконверсии целлюлозосодержащих отходов лесоперерабатывающих и сельскохозяйственных предприятий /**

План занятий

- Общее понятие о биоконверсии растительного сырья
- Классификация сырья
- Целлюлозо- и пентозансодержащее сырьё
- Сахаросодержащее сырьё
- Технологии
- Классификации методов
- Микробная биоконверсия
- Биотопливо
- Вермикультура?



- **Биоконверсия**

(от лат. Conversio - превращение) – означает трансформацию веществ с участием живых организмов, или процесс превращения одних соединений в другие при участии ферментных систем живых организмов.

- **Биоконверсия –** важнейший биотехнологический процесс переработки растительного сырья в корма, продукты, биодобавки и биотопливо

Преимущества биоконверсии

(по сравнению с «химией»)

1) Катализаторы

(ферменты)

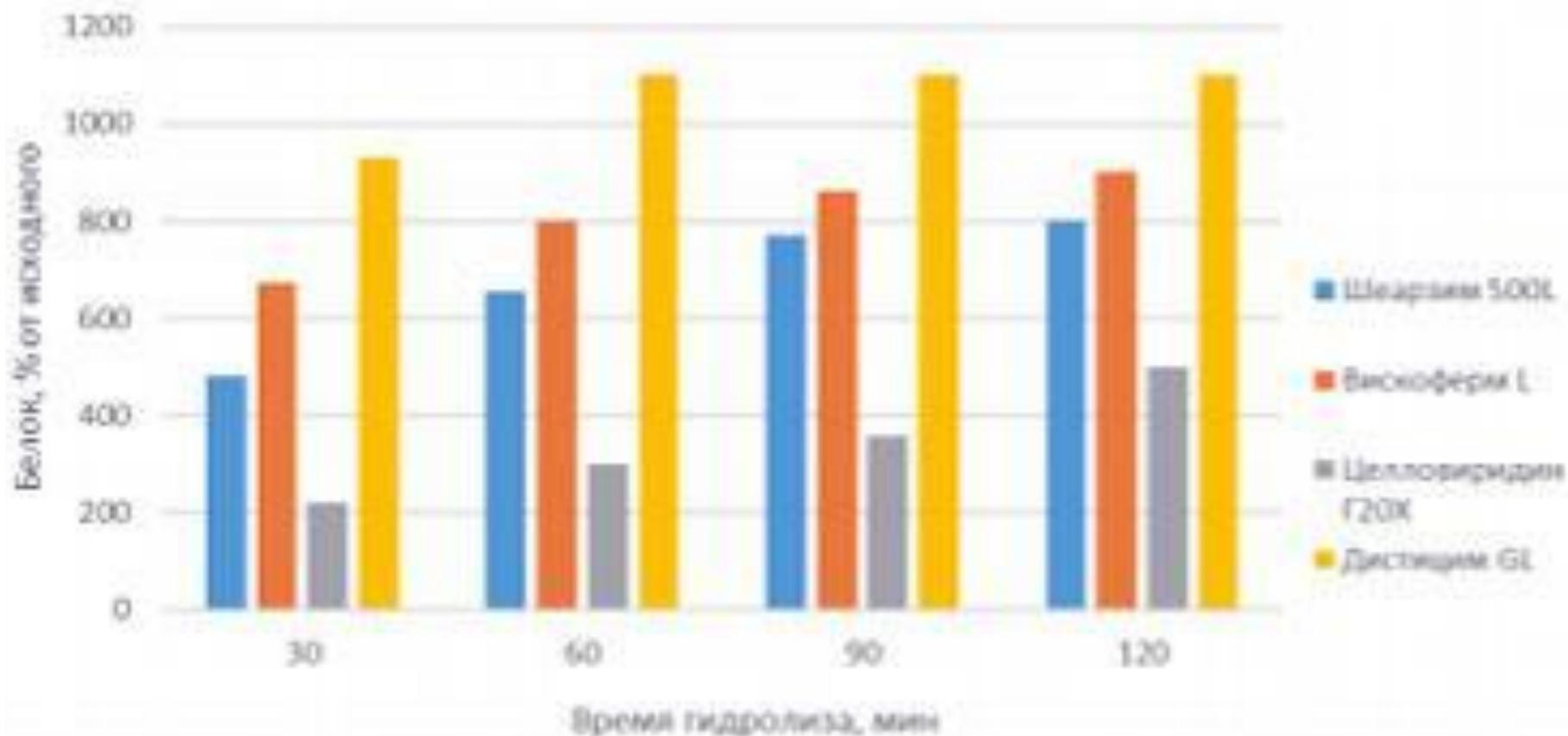
синтезируются микроорганизмами в одну стадию.

2) Биоконверсия

энергетически более выгодна, чем химические превращения.



Накопление растворимого белка при гидролизе полисахаридов белого люпина ферментами целлюлолитического действия (Витол, Зверев, 2018)



Возможные варианты конверсии сырья



Использование ферментов

- **На начальном этапе** биоконверсии, для расщепления структурных компонентов сырья и растительной клетки.
- **На конечном этапе** – для сохранения качества или улучшения свойств целевых продуктов.

Использование микроорганизмов

- Для переработки растительного сырья:
 - Корма, повышенного качества;
 - Белковые продукты;
 - Растительные белковые гидролизаты.

Использование продукции биоконверсии

- **Фармация, медицина** (инсулин, преднизалон, соматотропин).
- **Пищевая промышленность** (пищевой и кормовой белок, клеточная биомасса дрожжей, водоросли, грибы).
- **Очистка окружающей среды** (вод) и ограничение загрязнений бытовыми и сельскохозяйственными отходами (от нефти).
Большинство веществ может удаляться с помощью ана-, аэробных микроорганизмов в результате *биоконверсии* (брожение, метаногенез, ацетогенез).
- **Сельское хозяйство** (биodeградация пестицидов в почве, биоразрушения ядохимикатов).

Сырье для промышленных биотехнологических процессов *(в зависимости от происхождения)*

I. Растительное сырье;

II. Животное сырье (молочная сыворотка, экскременты животных);

III. Минеральное сырье (нефть, природный газ, уголь);

IV. Биосфера (вода и воздух – источники получения водорода, кислорода, углекислого газа).

Растительное сырьё (5 групп)

- **Древесное сырьё** – побочные продукты лесопиления и деревообработки (щепа, опил, дрова) и продукты лесозаготовки (пни, сучья, вершинки);
- **Сельскохозяйственное и пищевое сырьё** – побочные продукты переработки сельскохозяйственного сырья (шелуха, лузга, отруби, рафинадная патока, жмыхи, отходы крахмалопаточных и сахарных заводов); некондиционное зерно, картофель, травы пряно-ароматические и лекарственные, овощи и фрукты, углеводсодержащие целевые продукты пищевых заводов (сахароза, крахмал);
- **Недревесное сырьё, торф, искусственно выращенные водоросли;**
- **Вторичное сырьё промышленных предприятий** (целлюлозосодержащее): макулатура, отходы текстильной промышленности;
- **Отходы и сточные воды** предприятий, городские отходы.

Углеводсодержащее сырьё растительного происхождения

(по химическому составу)

**Целлюлозосодержаще
е:** древесина хвойных
пород, лён, джут, отходы
производства бумаги,
типографий.

Пентозансодержащее:
древесина, отход получения
дубильных экстрактов,
отходы переработки с/х
растений, плодоовощная
продукция, дикорастущие
растения, жмых
производства сахарного
тростника).

Крахмалсодержащее: зерно, отруби, картофель

Сахаросодержащее - свёкла, рафинадная патока, меласса
(отходы сахарного производства), сахарный тростник.

Целлюлозосодержащее + пентозансодержащее сырьё

- В России находится около 50% мировых запасов древесины. Более половины ежегодно отправляется на нужды строительства.

Виды и объемы использования ОТХОДОВ



Отходы с/х – солома злаковых культур, стебли хлопчатника, кукурузы, подсолнечника, кукурузная кочерыжка, шелуха семян подсолнечника, проса, гречихи, овса, хлопка, риса используют для получения:

- Кормовых дрожжей;
- Фурфурола (средство борьбы с вредителями);
- Ксилита (заменитель сахара).

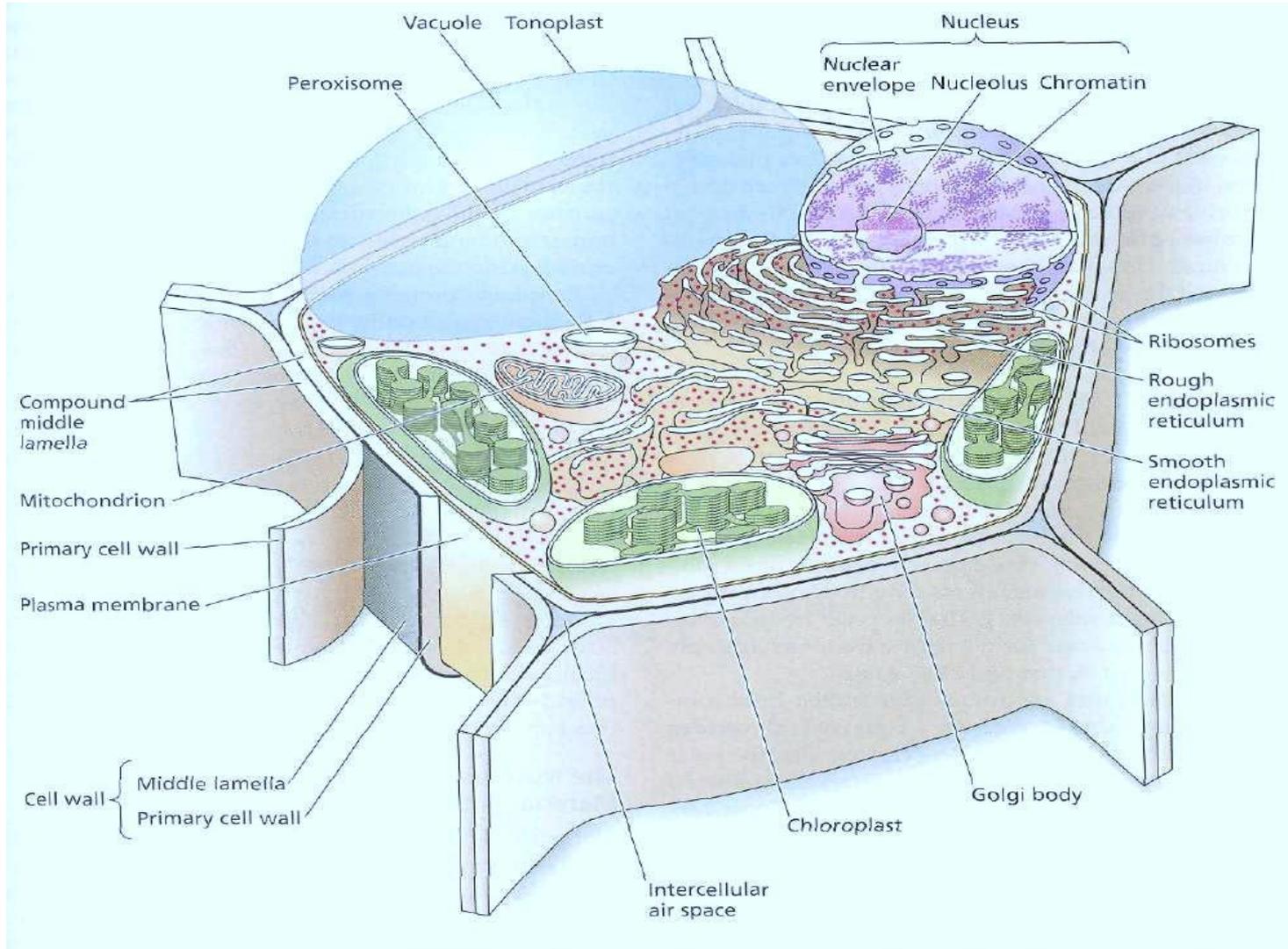
- **Недревесное сырьё** – тростник, водоросли, торф (пойма реки Волги, естественные водоёмы, болота).
- Россия располагает богатыми запасами торфа, который является ценным химическим сырьём. Используют малоразложившийся торф, со степенью разложения не более 15-20% для получения: воска, органических кислот, фенолов, ацетона.

**Строение растительных
клеток
целлюлозосодержащего
и пентозансодержащего
сырья**

Растительное сырье представлено углеводными компонентами

- Полисахариды – 40-75%
- Лигнин – неуглеводный компонент
15-38%

Клетка растений



КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА

**– живой экстраклеточный матрикс,
связанный с растительной клеткой
плазмалеммой и цитоскелетом.**

Функции клеточной стенки

Опорная (скелетная)

Защитная (механическая, химическая)

Тургорное давление

Защита от потери воды

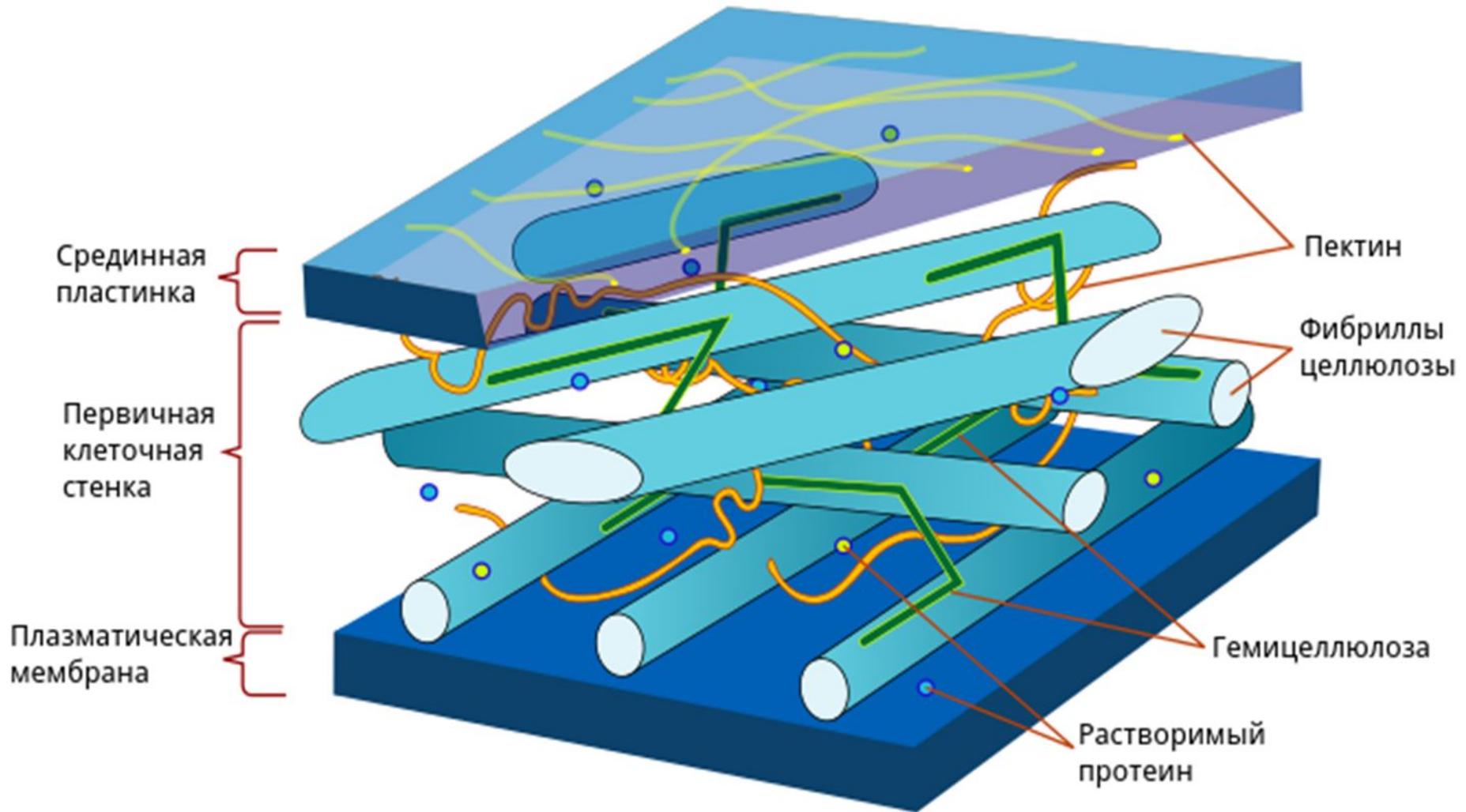
Рост растяжением

Поглощение воды и ионов

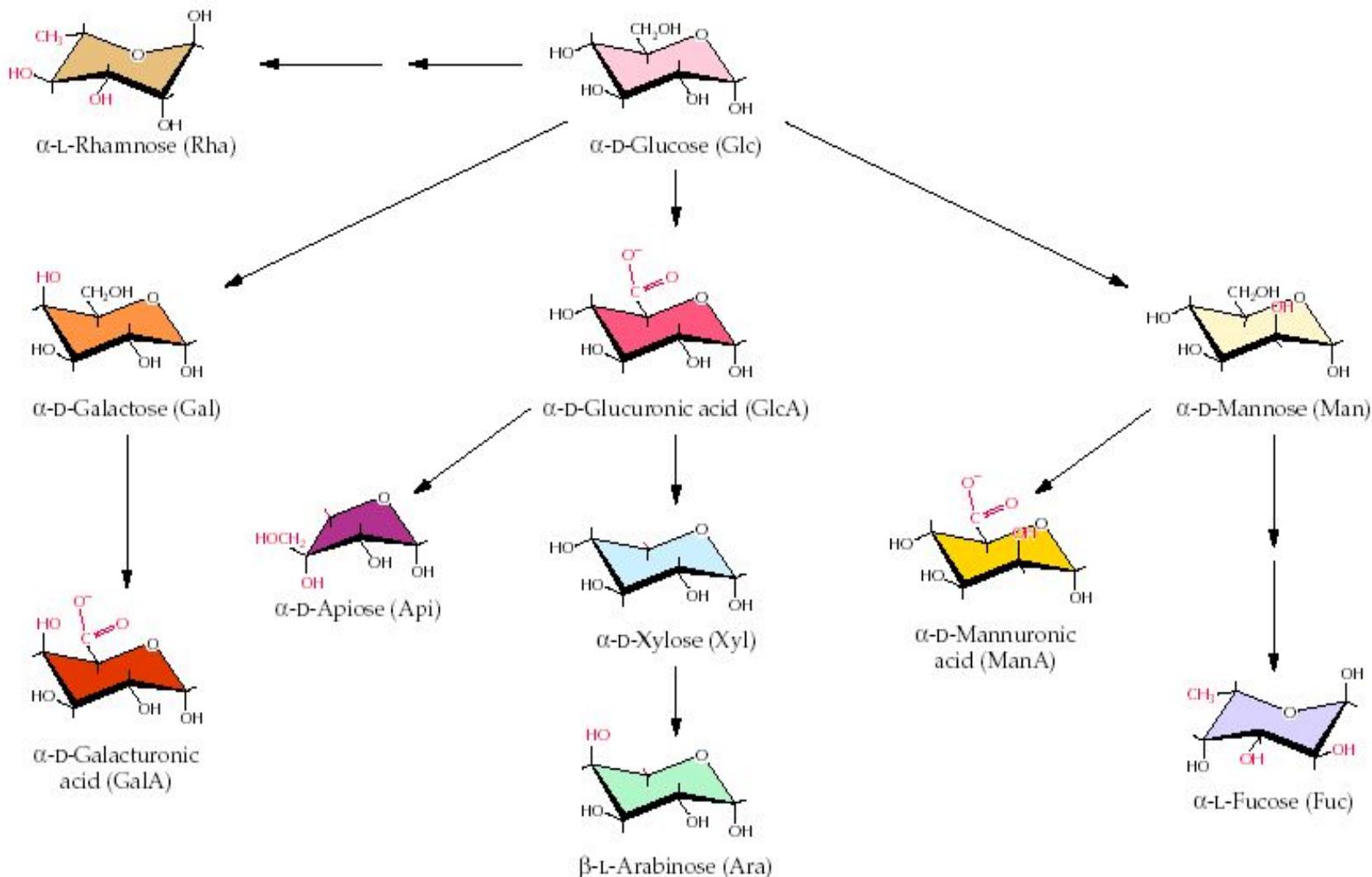
Апопласт (транспортная функция)

Сигнальная функция

Архитектура клеточной стенки



Моносахариды полимеров клеточной стенки – производные глюкозы



Целлюлоза - 15-30%

**Макрофибрилла
целлюлозы**

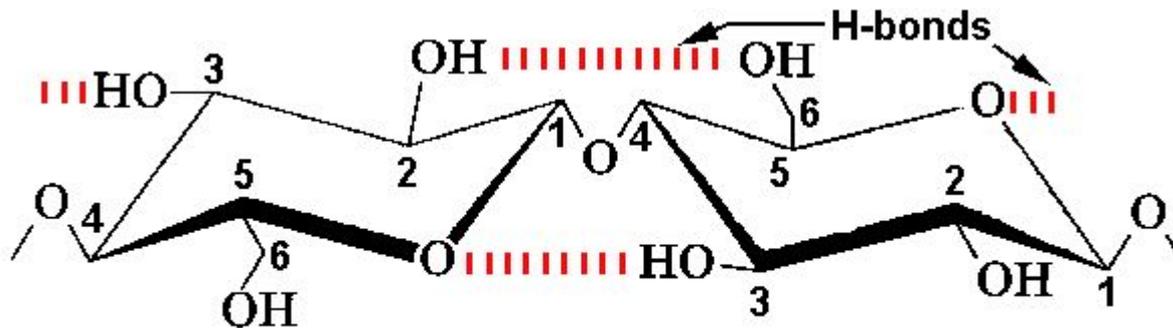
Микрофибриллы
целлюлозы связаны
водородными мостиками



3.5 nm

Целлюлоза состоит из микро- и макрофибрил,
организованных определенным образом

Микрофибрилла состоит из цепочек полимеров
глюкозы и содержит от 36 до 200 цепочек

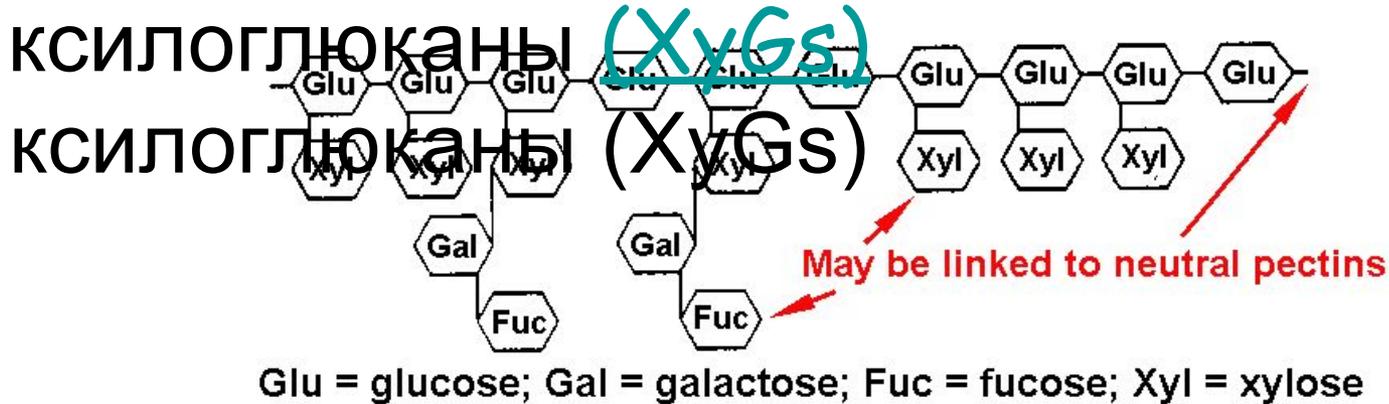


Cellulose = straight chains of β -1,4-D-glucose

Гликаны

Преобладающие полисахариды матрикса первичной КС двудольных и примерно половины однодольных.

КСИЛОГЛЮКАНЫ



ГЛЮКУРОНОАРАБИНОКСИЛАНЫ

Преобладающие полисахариды матрикса первичной КС однодольных: бромелиевые, пальмы, имбирь, кипарис и травы

Образуют водородные связи с микрофибриллами целлюлозы, образуя основную трехмерную экстраклеточную сеть.

Белки клеточной стенки

Гликозилированные белки	Гликопротеины, обогащенные гидроксипролином	HRGPs	ГПрБ	Ser(Hyp) ₄ Структурные белки (экстенсины) Образуют ковалентные связи с гликанами
	Белки, обогащенные пролином	PRPs	ПрБ	(Pro-Hyp-Val-Tyr-Lys) _n Экспрессия при поранении, этилена, засухи, света и т.д. Нодулины (образование клубеньков)
	Арабиногалактановые белки	AGPs	АрБ	10% (w/w) белки, 90% (w/w) углеводы Белковая часть богата Hyp, Ala, Thr, Gly, Ser
Слабогликозилированные белки	Белки, обогащенные глицином	GGP	ГлБ	

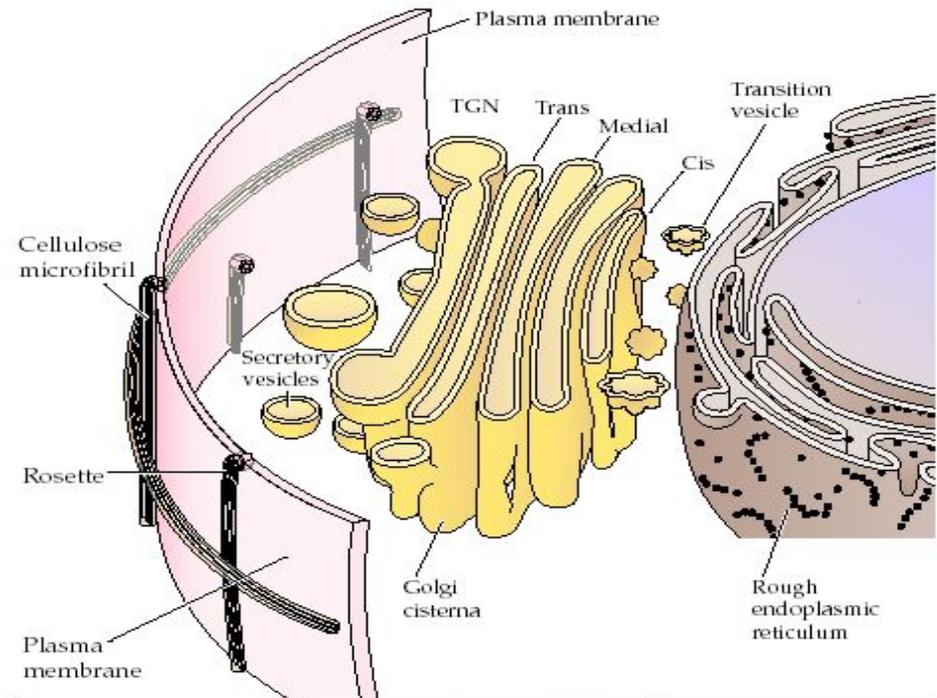
Биосинтез полисахаридов КС

Три стадии биосинтеза
нецеллюлозных
полисахаридов КС

- формирование активированных моносахаридов путем взаимодействия сахара и нуклеотида

- перемещение предшественника из цитозоля в полость эндомембранной системы

- синтез полисахаридов из активированных мономеров мембраносвязанной гликозилтрансферазой



Site of synthesis for:
Cellulose
Callose

Site of synthesis for:
Pectins
HGA
RG I
RG II

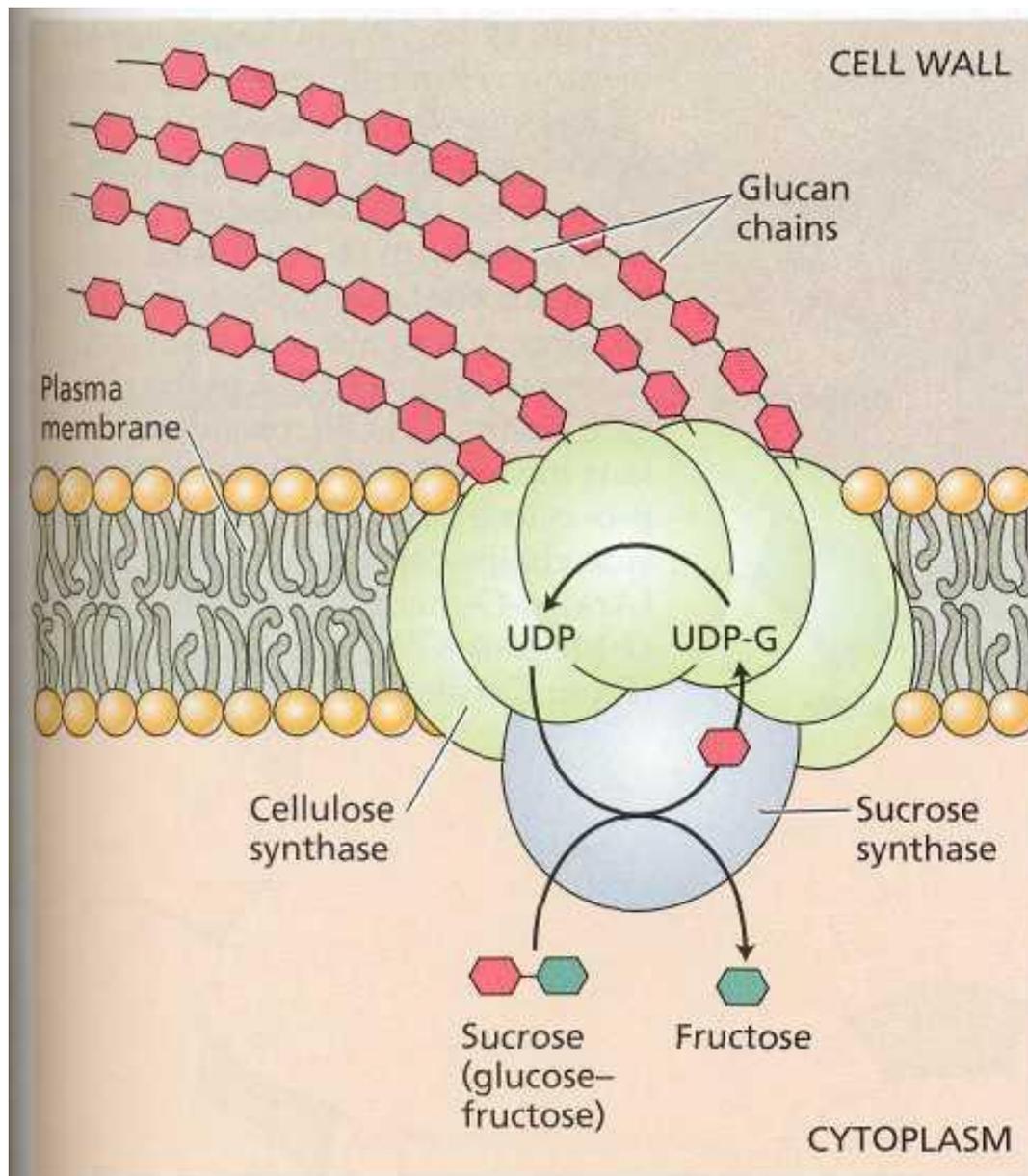
Cross-linking glycans
Xyloglucan
Glucuronocarabinoxylan
 β -Glucan
Galactomannan

Site of glycosylation of:
HRGPs
AGPs
Modified glycoproteins

Site of synthesis for:
Cell wall proteins
HRGPs
PRPs
GRPs
AGPs

Enzymes
Hydrolases
Esterases
Peroxidases
Polysaccharide synthase

Модель биосинтеза целлюлозы



Клеточные стенки покрытосеменных растений имеют два типа строения

Тип I

Характерен для большинства двудольных и «некоммелиноидных» однодольных.

Клеточные стенки этого типа содержат относительно **равные количества целлюлозы и ксилоглюканов.**

Тип II

Характерен для «коммелиноидных» однодольных.

Подобно типу I, он содержит микрофибриллы целлюлозы, однако эти микрофибриллы соединяются между собой не ксилоглюканами, а **глюкуроноарабиноксиланами.**

КС типа II бедны пектинами, имеют мало структурных белков.

Формируются обширные сети фенолпропаноидных соединений 31

Спасибо за внимание!

Домашнее задание:

классифицировать полисахариды

исходя из:

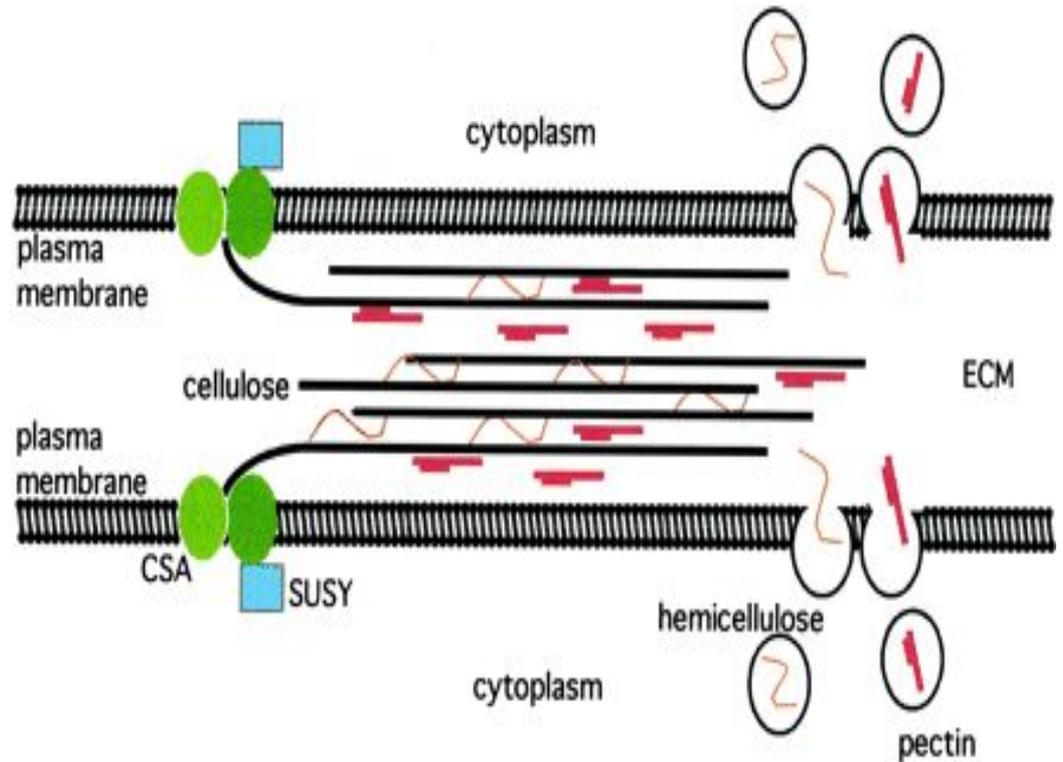
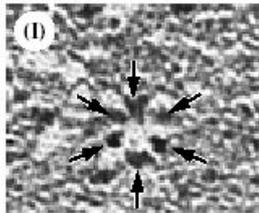
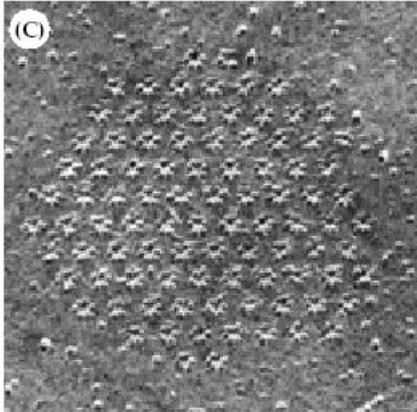
- количества мономеров (одинаковых или разных), растворимости, вязкости, степени гидролизуемости и растворимости.

на следующем занятии

обратим внимание на:

- крахмалсодержащее сырьё**
- сахаросодержащее сырьё**

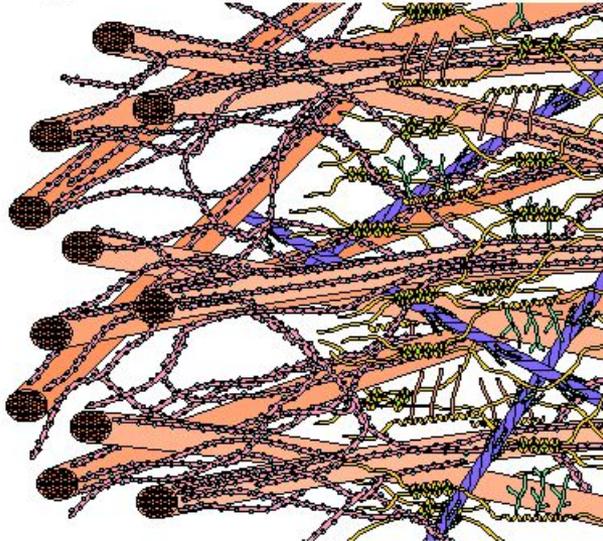
Биосинтез целлюлозы



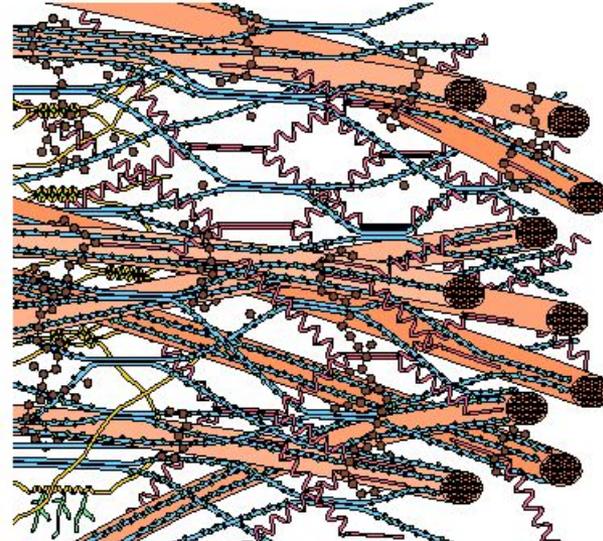
- Целлюлозный каркас формируется целлюлозосинтазой (CSA), расположенной в плазмалемме. Целлюлозосинтаза связана с сахарозосинтазой (SUSY), которая поставляет сахара для биосинтеза полимера.

КС I и II

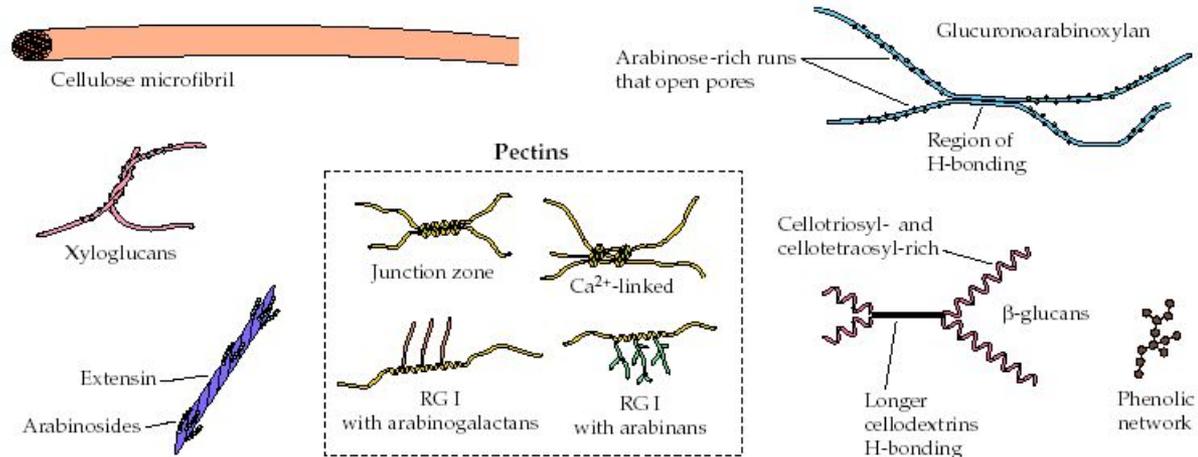
(A) Type I wall



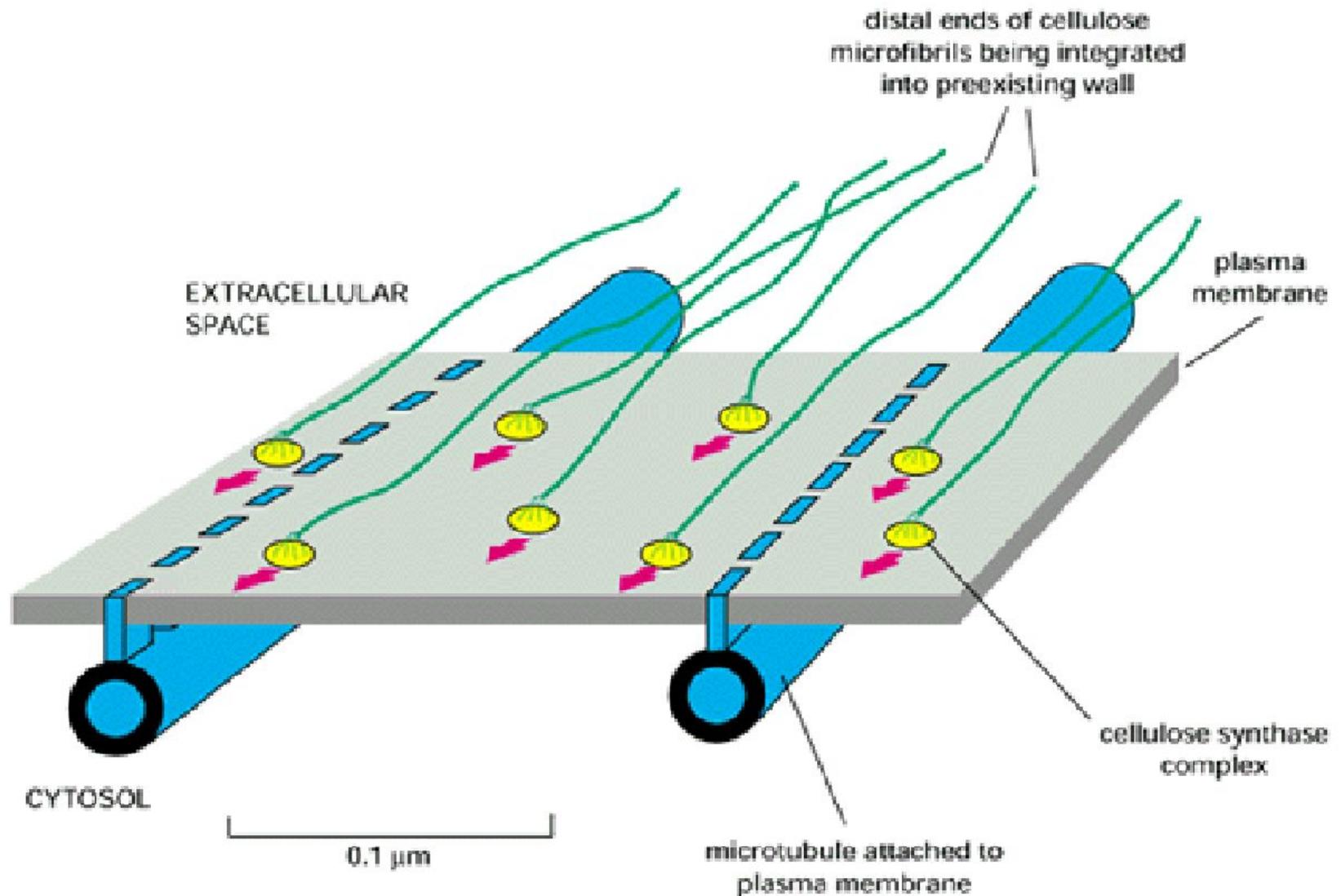
(B) Type II wall



Key:

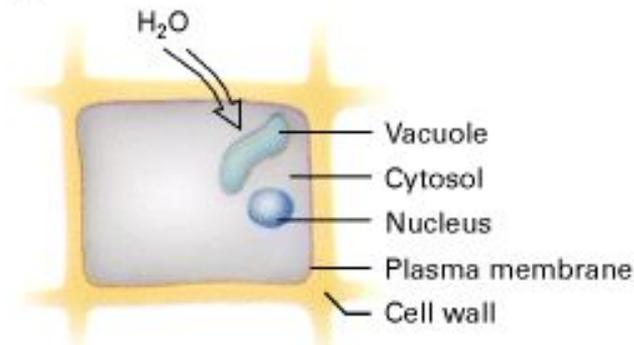


Ориентация целлюлозных нитей



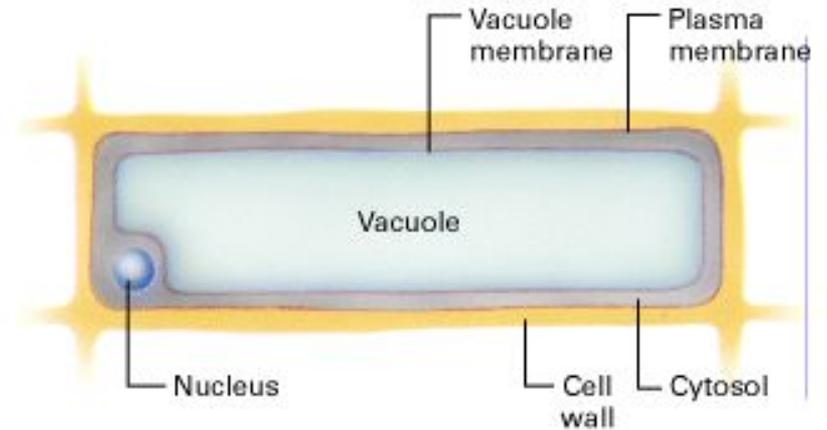
Рост растяжением

(a)

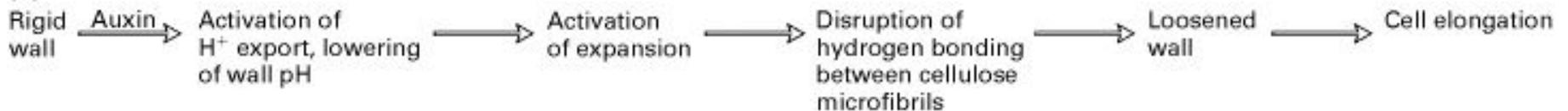


Plant cell just after cell division

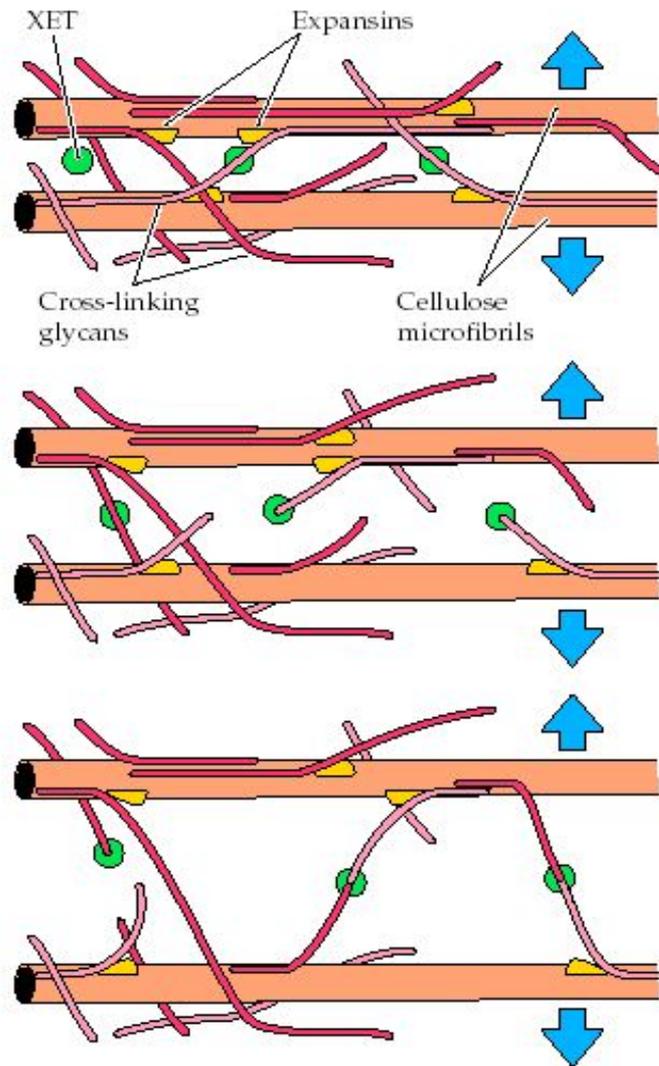
Auxin-induced elongation →



(b)



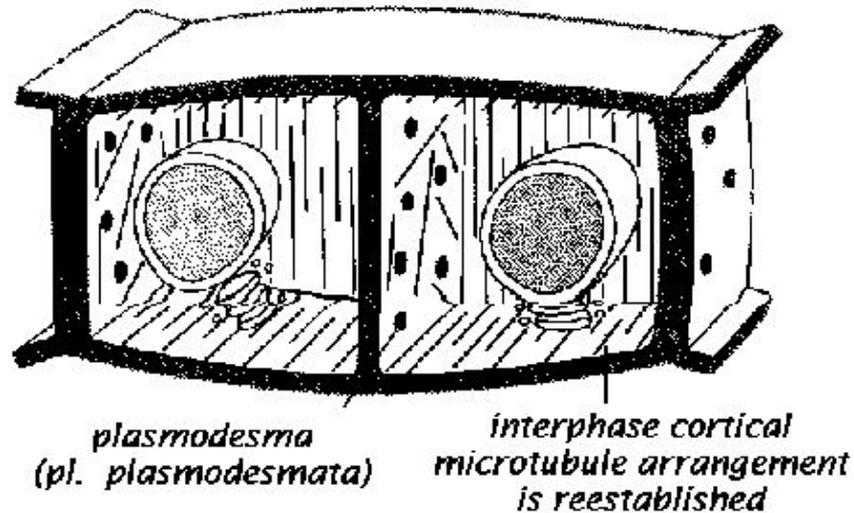
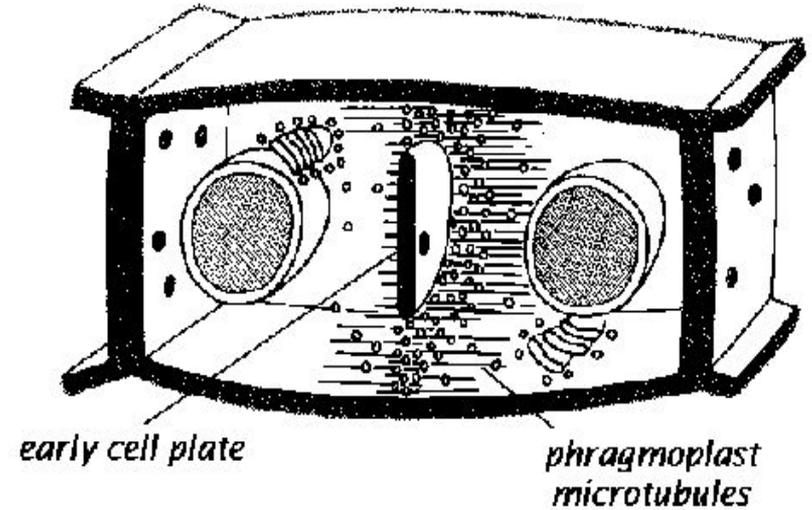
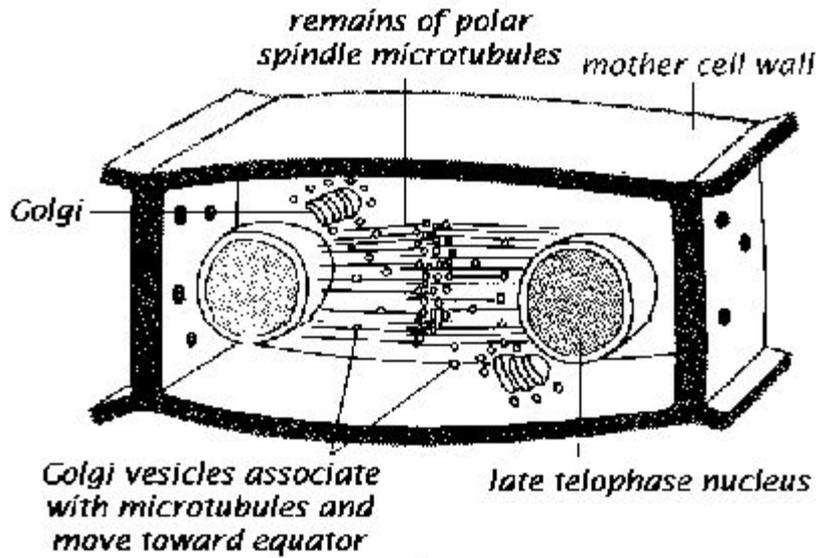
Рост КС растяжением не связан со значительными биохимическими изменениями состава

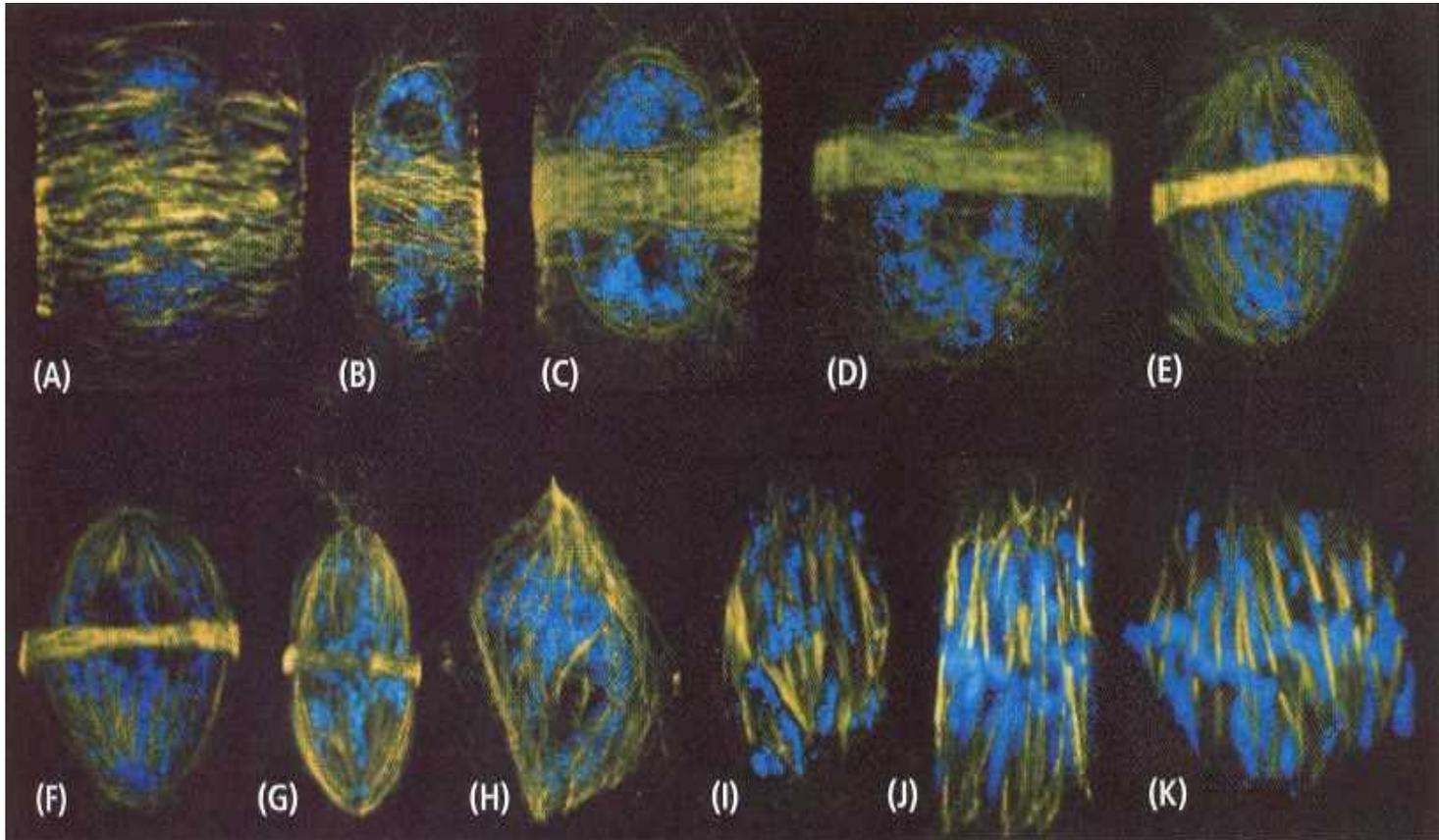


Экспансины разрушают водородные связи между целлюлозой и гликанами независимо от химической структуры последних

Ксилоглюкан эндотрансгликолазы (ХЕТ) гидролизуют цепочку гликана, что приводит к перестройке цепей

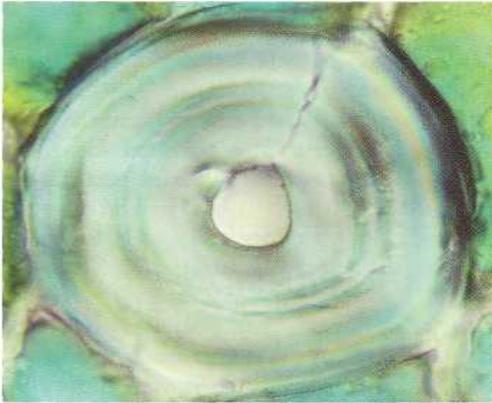
Формирование КС



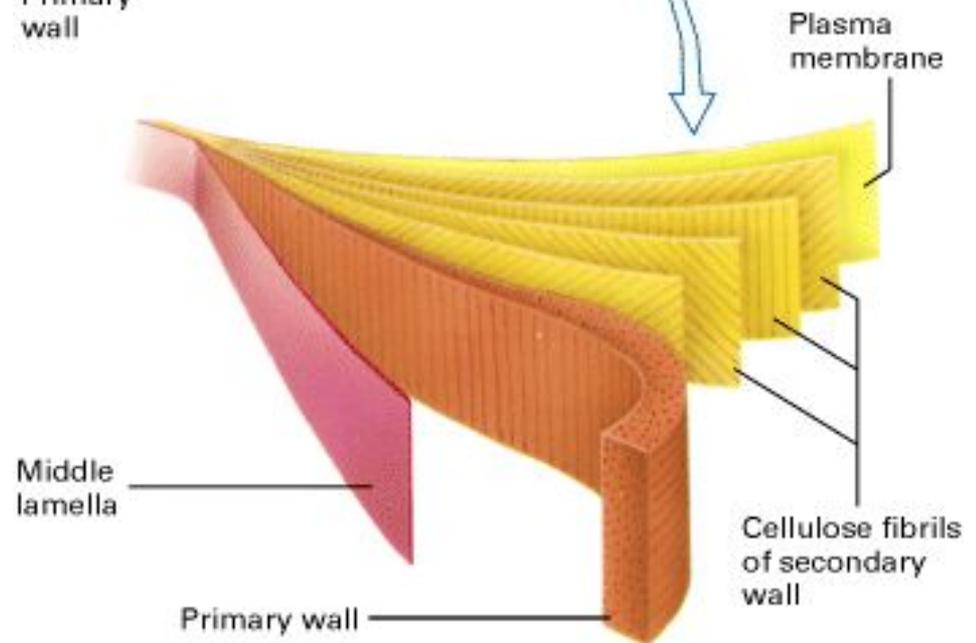
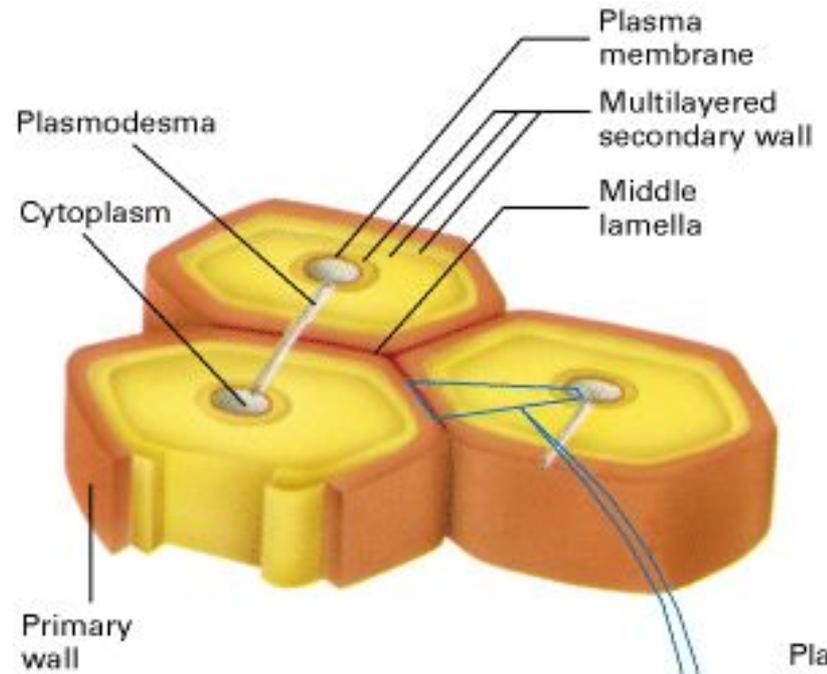
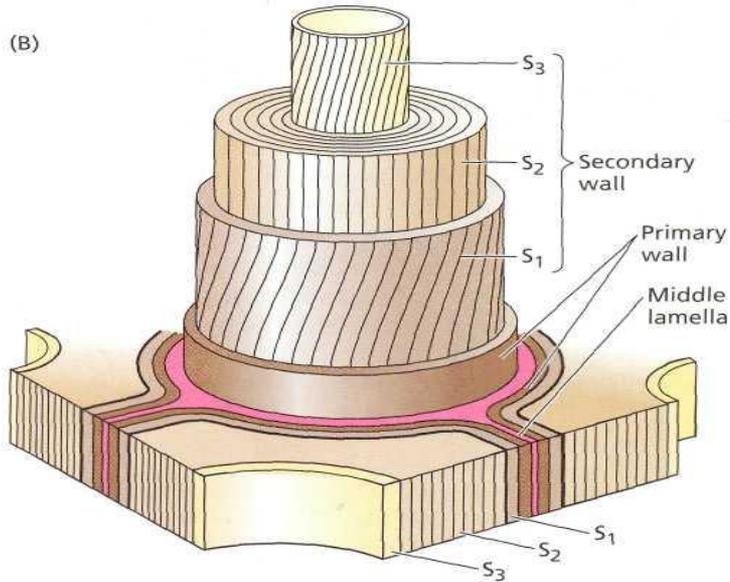


Первичная и вторичная КС

(A)



(B)



Сравнение кислотного и ферментного гидролиза растительных материалов

Показатели	Гидролиз разбавленной кислотой	Гидролиз концентрированной кислотой	Энзиматический гидролиз
Исходный материал	Древесина и древесные отходы		Растительные материалы (сельскохозяйственные отходы с малым содержанием лигнина)
Гидролизуемые компоненты	Гексозаны (целлюлоза) и пентозаны (гемицеллюлозы)		Гексозаны (крахмал)
Температура, °C	120...190	55...65	Ниже чем 40...50
Давление	Высокое	Выше атмосф.	Атмосферное
Энергопотребление	Высокое	Высокое	Низкое
Получаемые продукты	Гексозы (глюкоза и др.), пентозы, фурфурол, гидроксиметил-фурфурол и др.	Гексозы (глюкоза и др.), пентозы, фурфурол, гидроксиметил-фурфурол и др.	Глюкоза
Выход гексоз, %	45...50	45...50	До 95
Выделение продуктов гидролиза	Многостадийное выделение и очистка	Многостадийное выделение и очистка	Выделение без затруднений
Технологические отходы, их очистка	Негидролизуемый остаток (лигнин), нейтрализация выбросов.	Негидролизуемый остаток (лигнин), нейтрализация выбросов.	Ассимилируемые отходы



https://yandex.ru/search/?text=ферментативный гидролиз растительного сырья схемы&

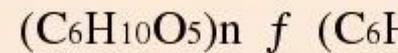
Ферментативный гидролиз крахмала

Споласкивают рот 2-3 раза водой. Раствор слюны каждый раз в небольшой стаканчик. В пробирку приливаем равные объемы крахмального клейстера. Добавляем 1 мл щелочи и сульфата натрия, нагреваем. Наблюдаем за изменением окраски.



+H₂O,

Ферменты

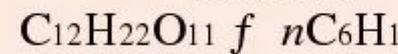


Крахмал

Декстрин

+H₂O,

Ферменты



Мальтоза

Глюкоза



www.myshared.ru/slide/197728/



Найти презентацию

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОД СТАБИЛЬНЫХ ПРОДУЦЕНТО И КСИЛАНАЗ НА ОСНОВ TRICHODERMA RE

Горячев Д.А.

*Институт биохимии и физиологии микр
Г.К.Скрябина РАН, Пущино (И*

Лаборатория биосинтеза фер

Зав. лабораторией: Окунев Олег Н

E-mail: gordimitry@rambler

Ферментативное превращение целлюлозы (Селиванов)

Ферментативное превращение целлюлозы перспективно не только с точки зрения создания самостоятельных малоотходных технологий, но и с позиции снижения экологической опасности различных производств целлюлозно-бумажной промышленности и других производств, перерабатывающих растительное сырье и образующих большое количество отходов.

Ежегодное производство древесины для изготовления бумаги достигает 150 млн. тонн и постоянно возрастает, создавая мощное давление на окружающую природную среду.

Таким образом, не востребованные сырьевые ресурсы для ферментативного получения углеводов из целлюлозы огромны и постоянно возобновляются.

Ферментативное превращение целлюлозы

Технология химической конверсии предполагает перколяционный гидролиз целлюлозосодержащих материалов горячей разбавленной серной кислотой при температуре 150-180 °С и при избыточном давлении 2.5-3.0 кгс/кв. см.

Ферментативное превращение целлюлозы

Основными недостатками процесса перколяционного гидролиза древесины являются образование крупнотоннажного отхода — лигнина и низкое качество гидролизата с точки зрения микробиологического синтеза: наличие в смеси и пентоз, и гексоз, а также заметных количеств ингибирующих примесей, ограничивает применение гидролизата только производством белково-витаминного концентрата (гидролизные дрожжи).

Во всех остальных биотехнологических производствах это сырье оказывается неприемлемым, тем не менее, производительность гидролизных аппаратов при химической конверсии составляет 5.4-18.0 г/л·ч, что на порядок выше, чем при биоконверсии — 0.6-1.1 г/л·ч при одинаковом выходе по редуцирующим веществам от исходного сырья по абсолютно сухим веществам соответственно 25-44 % и 25-48 %.

Ферментативное превращение целлюлозы

Но сравнение обеих технологий по некоторым показателям (качественная характеристика получаемого продукта, отход лигнина и влияние на окружающую природную среду) выдвигает биоконверсию как наиболее перспективную технологию.

Однако, несмотря на многочисленные исследования, в настоящее время ни в одной стране мира пока нет промышленных установок для ферментативного гидролиза целлюлозосодержащих материалов. Одной из основных причин того, что процесс ферментативного гидролиза целлюлозы пока не удается перевести на промышленный уровень, является отсутствие высокопроизводительных и экономически эффективных аппаратов и технологий для ферментативного гидролиза, сопоставимых с уровнем аппаратов традиционной химической технологии.

Ферментативное превращение целлюлозы

Для того, чтобы технологии биоконверсии растительного сырья экономически были выгодны для использования их в промышленном производстве, исследователи ориентируются на получение продуктов, которые невозможно получить традиционными химическими технологиями переработки растительного сырья.

Ферментативное превращение целлюлозы

По данным литературы известно и описано немало технологий биоконверсии растительного сырья с использованием многостадийных процессов для удешевления нерентабельного процесса ферментативного гидролиза, являющегося основным в технологии биоконверсии. При этом экономическая характеристика той или иной технологии сильно зависит от рентабельности сопутствующих процессов и способов их использования [1, 4]. Так, например, сегодня рентабельными являются технологии, предусматривающие: 1) ферментативный гидролиз растительного сырья микроорганизмами, продуцирующими внеклеточные целлюлазы и накапливающими белок за счет своего развития для

Ферментативное превращение целлюлозы

Наиболее подходящими и дешевыми углеродсодержащими субстратами для культивирования грибов — продуцентов целлюлаз являются отходы деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности и сельского хозяйства. Взаимосвязь между получением ферментов и использованием этих препаратов для конверсии целлюлозосодержащих отходов в сахара (ценный продукт для пищевой, микробиологической, медицинской и химической промышленности) наводит на мысль о создании новых комплексных малоотходных, экологически чистых технологий биоконверсии растительного сырья. Одной из важных проблем в решении этих задач является увеличение выхода

Ферментативное превращение целлюлозы

На основе обобщения положений литературы и собственных данных в предложенном нами процессе биоконверсии растительного сырья реализована эффективная технология получения внеклеточных целлюлаз при культивировании гриба *Trichoderma viride*. Процесс происходит в два этапа: первый — гидролиз легкорасщепляемой части сырья (до 50 %) с получением сахаров и максимально эффективным использованием ферментов, второй — ферментация образующихся лигнифицированных остатков продуцентом целлюлаз, позволяющая получить высокий выход ферментного препарата, значительно перекрывающий затраты на ферментативный гидролиз.

Ферментативное превращение целлюлозы

Известно, что процесс ферментативного гидролиза протекает в две стадии, причем на первой превращению подвергается до 50 % целлюлозы, а затем скорость гидролиза снижается в 10 и более раз. На первой стадии происходит увеличение способности ферментов, адсорбированных на нерастворимом субстрате, гидролизовать вновь добавляемое сырье, а затем, на медленной стадии — уменьшение этой способности, параллельное снижению общей скорости процесса. Для каждого конкретного вида сырья существует своя оптимальная степень гидролиза, позволяющая достигать максимальной производительности и эффективности использования ферментов.

Ферментативное превращение целлюлозы

Предложенная технология ферментативного гидролиза лигноцеллюлозного сырья (опилки, бумажная пыль, солома, сено и другие виды целлюлозосодержащих отходов сельского хозяйства) позволит решить все проблемы за счет многократного применения гидролизующего агента и непрерывности процесса гидролиза. Комплексная малоотходная технология биоконверсии целлюлозосодержащих материалов представляет собой микробиологическое производство, включающее две основные взаимосвязанные стадии превращения целлюлозы растительного сырья в готовые продукты:

- ферментативный гидролиз с получением глюкозного сиропа;

Ферментативное превращение целлюлозы

Основными продуктами, получаемыми в результате биоконверсии по предлагаемой технологии, являются целлюлазный ферментный препарат и глюкозный гидролизат, который является полупродуктом для получения таких веществ микробного синтеза, как хлебопекарные дрожжи, кормовые дрожжи, глицерин, уксусная кислота, изопропанол, ацетон, лимонная кислота.

Ферментативное превращение целлюлозы

В данном конкретном случае представлена технологическая схема (см. рисунок) производства, наглядно отображающая в виде блок-схем последовательность выполнения работ в производстве с подразделением их на стадии и операции технологического процесса. Комплексная малоотходная технология биоконверсии предусматривает использование глюкозного гидролизата для получения глюкозного концентрата с последующим биотехнологическим получением на его основе дрожжей и этанола, получение микробиологическим путем ферментного препарата целлюлаз и белкового корма для сельскохозяйственных животных. Данная схема выбрана, как пример комплексной биоконверсии. В

Ферментативное превращение целлюлозы

Разработанная нами комплексная малоотходная технология биоконверсии растительного сырья предусматривает одновременное получение ферментативного гидролизата растительного сырья и препарата целлюлаз на остатке после гидролиза, что позволяет осуществить промышленное использование процесса ферментативного гидролиза растительного сырья и сделать технологию биоконверсии растительного сырья экономически выгодным процессом и рационально использовать возобновляемые растительные ресурсы.

Лекция 6 «Биотехнология пищевого и кормового белка»

1. Сырьевые источники для производства белковых продуктов
2. Продуценты белка
3. Биоконверсия – перспективный способ получения кормового и пищевого белка
4. Схемы получения кормовых и пищевых белковых продуктов
5. Производство белковых концентратов и изолятов
6. Характеристики белковых продуктов
7. Биотехнология микроводорослей
8. Производство шампиньонов

Мировой дефицит белка 15–35 млн. т

НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ БЕЛКОВОГО ДЕФИЦИТА

- **Повышение эффективности животноводства**
- **Повышение урожайности сельскохозяйственных культур**
- **Селекция злаков с повышенным содержанием белка, распространение сои, арахиса и других белоксодержащих культур**
- **Снижение потерь сельскохозяйственной продукции**
- **Экстракция из отходов пищевой промышленности**
- **Микробиологическая конверсия растительного и минерального сырья**

**Мировое производство пищевого белка
за счет микробиологического синтеза
20-25тыс.т/год**

Использование
дешевого сырья
(отходов)

Высокая
интенсивность
синтеза белка

Простота
технологии,
отсутствие
сезонности

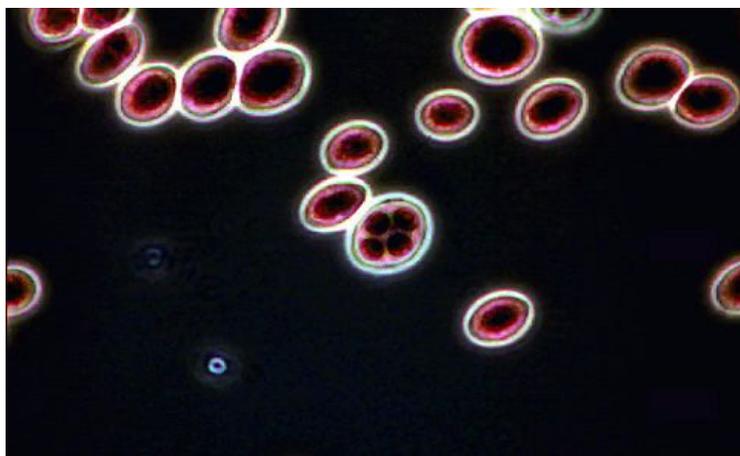
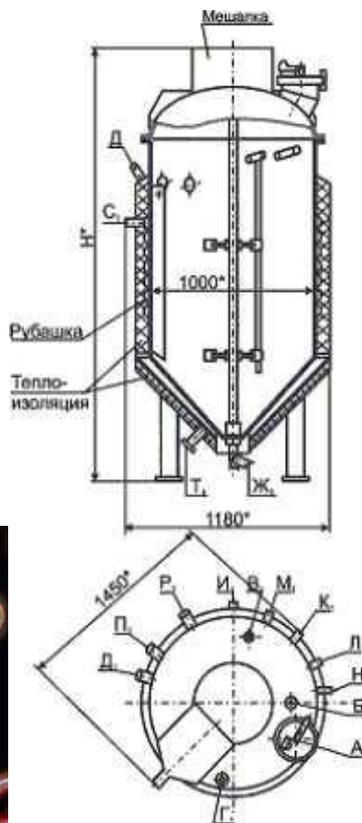
Преимущества
микробного синтеза
пищевого белка

Высокое
содержание
белка в
биомассе

Возможность
генетической
модификации
штаммов

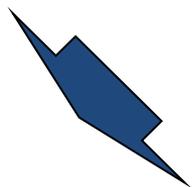
Высокое
содержание
незаменимых
аминокислот

Заменяют ли микроорганизмы коров?



Сроки удвоения белковой массы: крупный рогатый скот - 5 лет, свиньи - 4 месяца, цыплята - 1 месяц, бактерии и дрожжи - 1-6 часов.

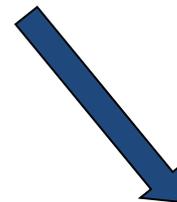
КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ



Белковый изолят
(содержание
сырого протеина
не менее 85 %)



**Белковый
концентрат**
(содержание
сырого протеина
не менее 65 %)



Белковый продукт
(содержание
сырого протеина
не менее 30 %)

УГЛЕВОДОРОДЫ
 $K=0,8-1,0$

СПИРТЫ
 $K=0,4-0,5$

**ДРЕВЕСНОЕ
СЫРЬЕ**
 $K=0,18-0,20$

**Сырье для
белковых
продуктов**

**ОТХО
ДЫ
СЕЛЬС
КОГО
ХОЗЯЙ
СТВА**
 $K=0,2$
 $0-0,2$

**ОТХОДЫ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**
 $K=0,05-0,40$

**БЫТОВЫЕ
ОТХОДЫ**
 $K=0,02-0,10$

Микроводоросли
Chlorella,
Spirulina,
Scenedesmus

Дрожжи
Candida,
Endomycopsis,
Hansenula

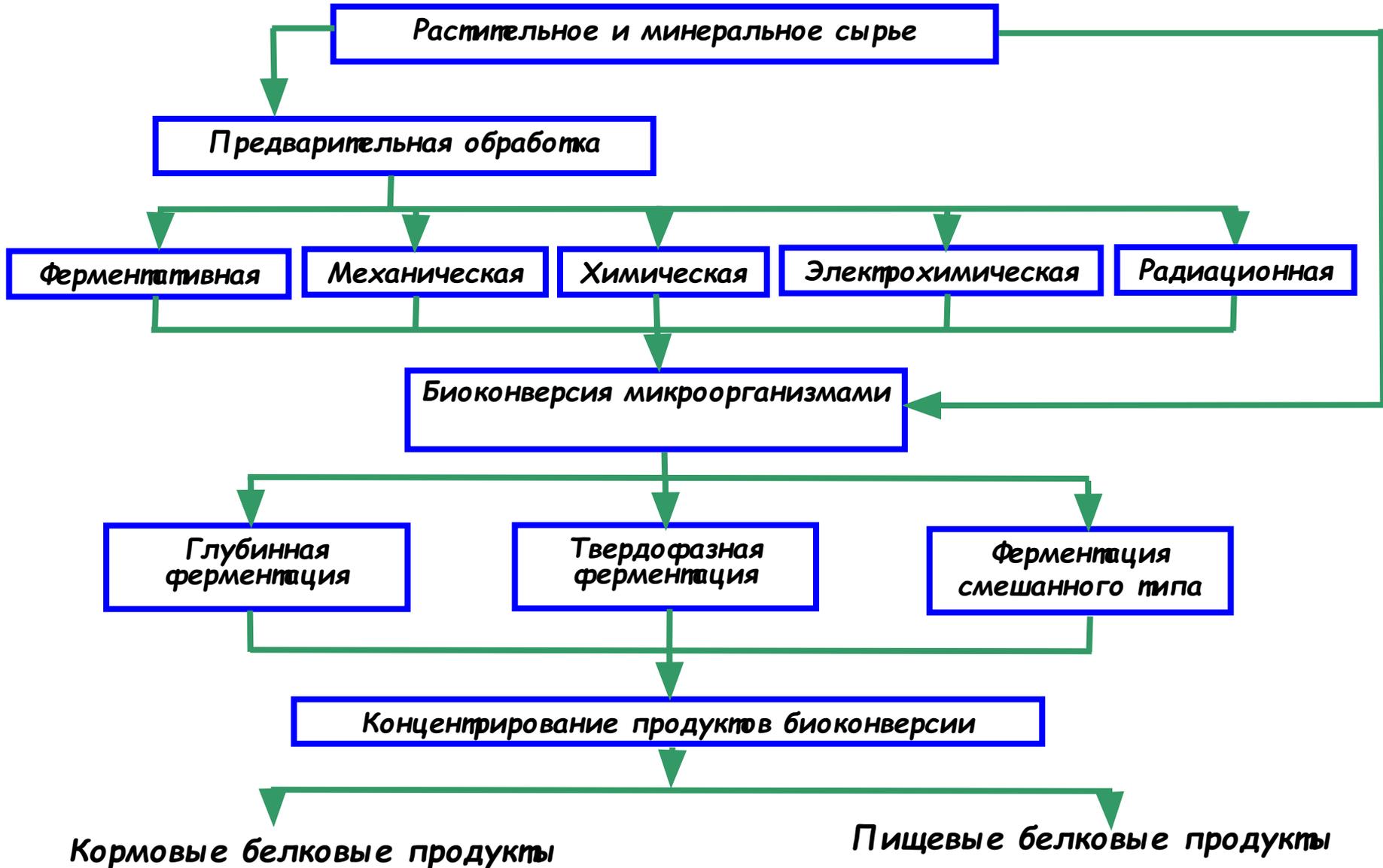
Продуценты
микробного
белка

Базидиомицеты
Agaricus,
Panus,
Pleurotus

Бактерии
Pseudomonas,
Mycobacterium,
Bacillus

Несовершенные
грибы
Fusarium,
Trichoderma,
Penicillium

СХЕМА БИОКОНВЕРСИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ



СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, В % К СУХИМ ВЕЩЕСТВАМ

Вид сырья	Гемицел- люлоза	Целлю- лоза	Пектин	Лигнин	Белок
<i>Солома ячменя</i>	27,0	33,8	-	14,5	4,5
<i>Солома овса</i>	16,0	39,4	-	17,5	4,0
<i>Солома ржи</i>	26,0	37,6	-	19,0	3,8
<i>Солома пшеницы</i>	36,0	39,9	-	16,7	2,6
<i>Лузга овса</i>	24,0	22,1	9,5	14,3	2,0
<i>Свекловичный жом</i>	37,4	20,1	8,4	8,3	11,8
<i>Кожура помидов</i>	7,8	15,3	6,8	53,5	11,4
<i>Створки зеленого гороха</i>	16,0	25,9	9,9	8,4	14,8
<i>Створки зрелого гороха</i>	22,4	29,5	7,0	11,1	11,8
<i>Ботва зрелого гороха</i>	21,3	40,4	7,8	17,4	9,1
<i>Люцерна</i>	20,4	22,4	6,7	15,8	16,8
<i>Шрот люцерны</i>	22,0	28,3	5,1	22,1	15,6
<i>Вика озимая</i>	25,2	33,5	4,5	14,8	16,9
<i>Древесина березы</i>	22,3	44,4	-	27,4	-

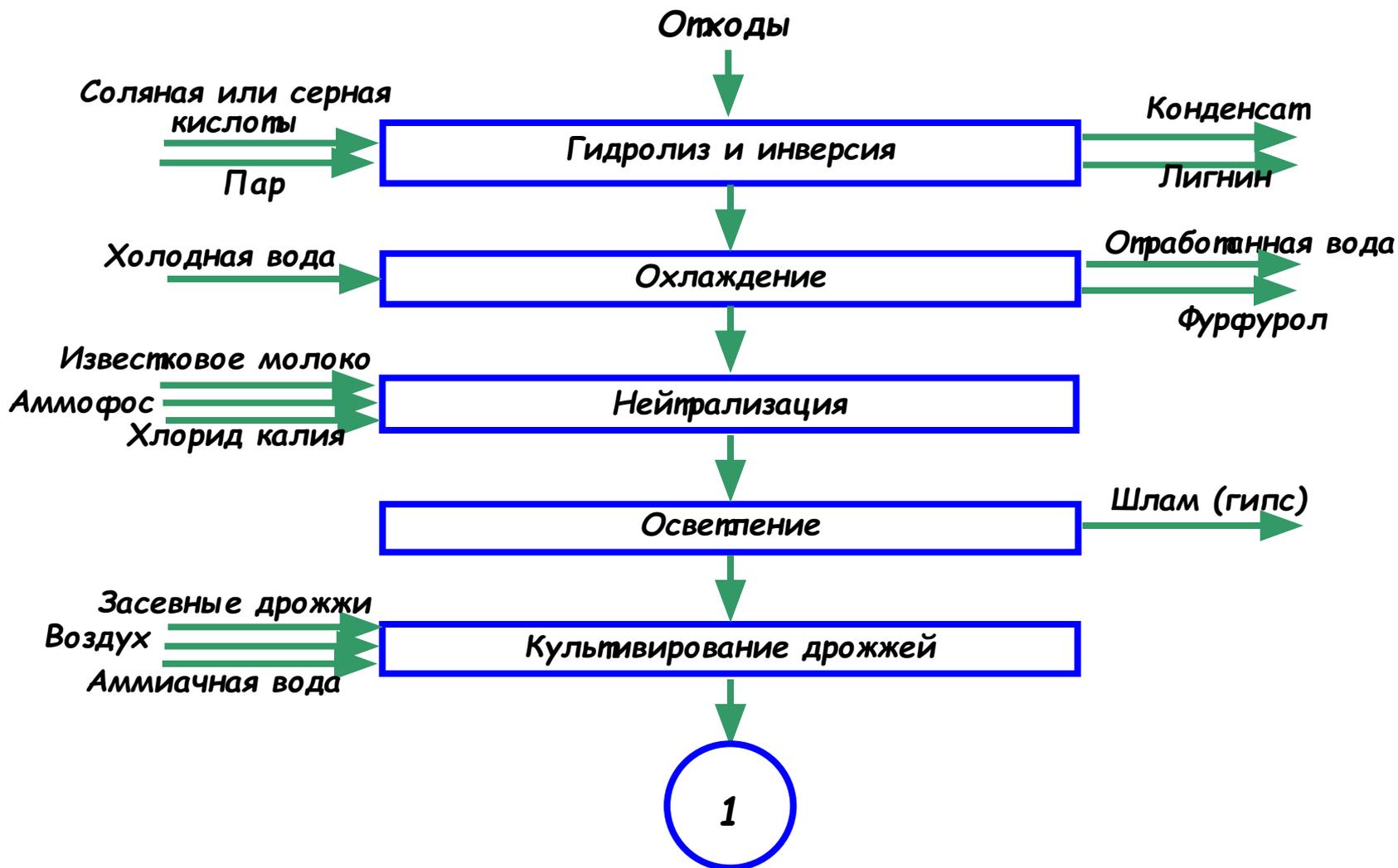
БИОКОНВЕРСИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В БЕЛКОВЫЕ КОРМА ПУТЕМ ГЛУБИННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

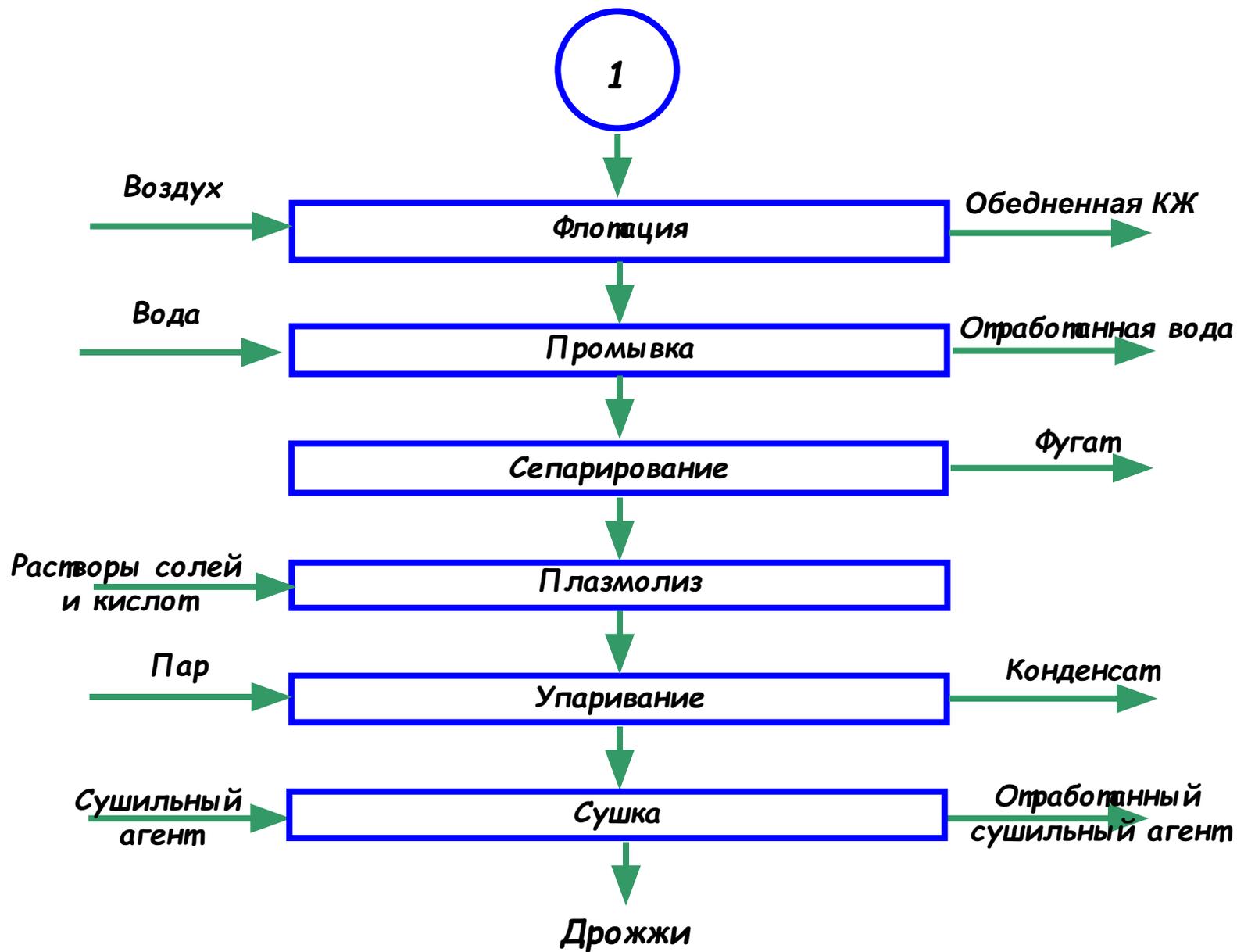
Вид сырья	Микроорганизмы	Продолжительность культивирования, ч	Содержание белка в кормовом продукте, %	
			Сырой протеин	Истинный белок
Меласса	<i>Pen. Decumbens</i>	42	50.0	32.8
Фуражное зерно, гидролизованное кислотой	<i>C. Tropicalis</i>	8	-	40-50
Отруби пшеничные, гидролизованные ферментами после гидробарометрической обработки	Ассоциация дрожжей родов <i>Candida</i> , <i>Hansenula</i>	28-40	46.0	41.0
Свекловичный жом	<i>Chaetomium megalocarpum</i>	45-48	-	35-37
Картофельные отходы	<i>C. Tropicalis</i>	8-10	-	20-25
Послеспиртовая барда	<i>C. Tropicalis</i>	10	-	25
Яблочные выжимки	<i>C. Tropicalis</i>	8	-	25
Томатные выжимки	<i>C. Tropicalis</i>	8	26.3	15.7
Солома необработанная	<i>C. Krusei</i>	72	36.4	24.2
Солома, гидролизованная кислотой	<i>Pleurotus ostreatus</i>	8	-	18
Опилки осиновые необработанные	<i>C. Tropicalis</i>	60	10-15	-
Кислотный гидролизат верхового торфа	<i>Chaetomium megalocarpum</i>	-	8.4	4.2
	<i>Asp. niger</i>		48-55	-

БИОКОНВЕРСИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В БЕЛКОВЫЕ КОРМА ПУТЕМ ТВЕРДОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ

Вид сырья	Микроорганизмы	Продолжи- тельность культивиро- вания, ч	Содержание белка в кормовом продукте, %	
			Сырой протеин	Истинный белок
Подсушенные ПОО	<i>End. fibuliger</i>	12	-	10.3
ПОО + пшеничные отруби	<i>Trichosporon cutaneum</i>	-	15-20	8-12
Солома + пшеничное зерно	<i>Himicola sp.</i>	72	22.2	-
Некондиционный кукурузный силос + солома	<i>Trichosporon sp.</i>	48	11-12	-
Чайные отходы	<i>C. sake</i>	16	19.5	15.0

СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ





Способы гидролиза

Ферментативный

Химический

Щелочной

Кислотный

Комбинированный

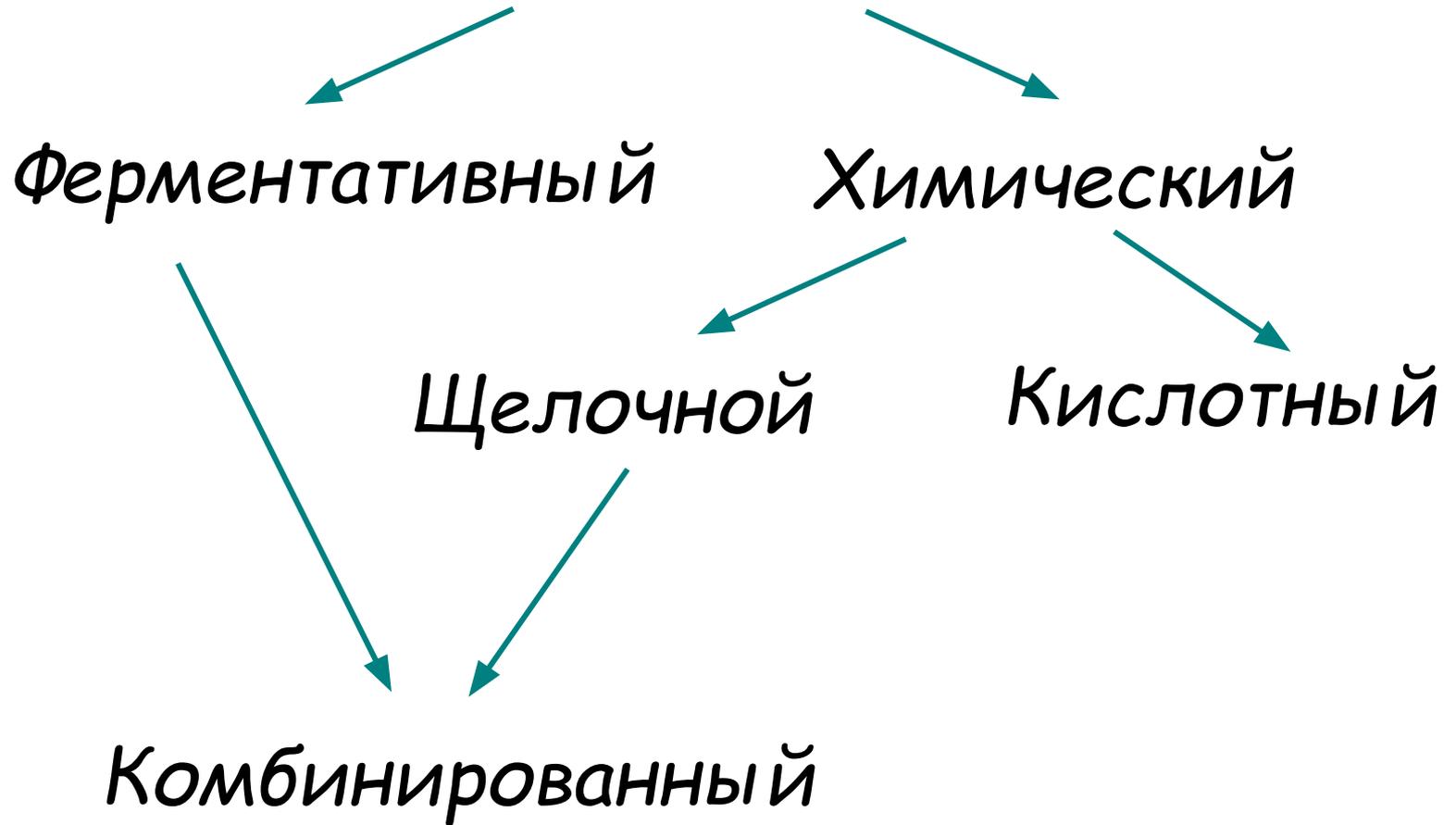


Схема ферментативного гидролиза целлюлозы

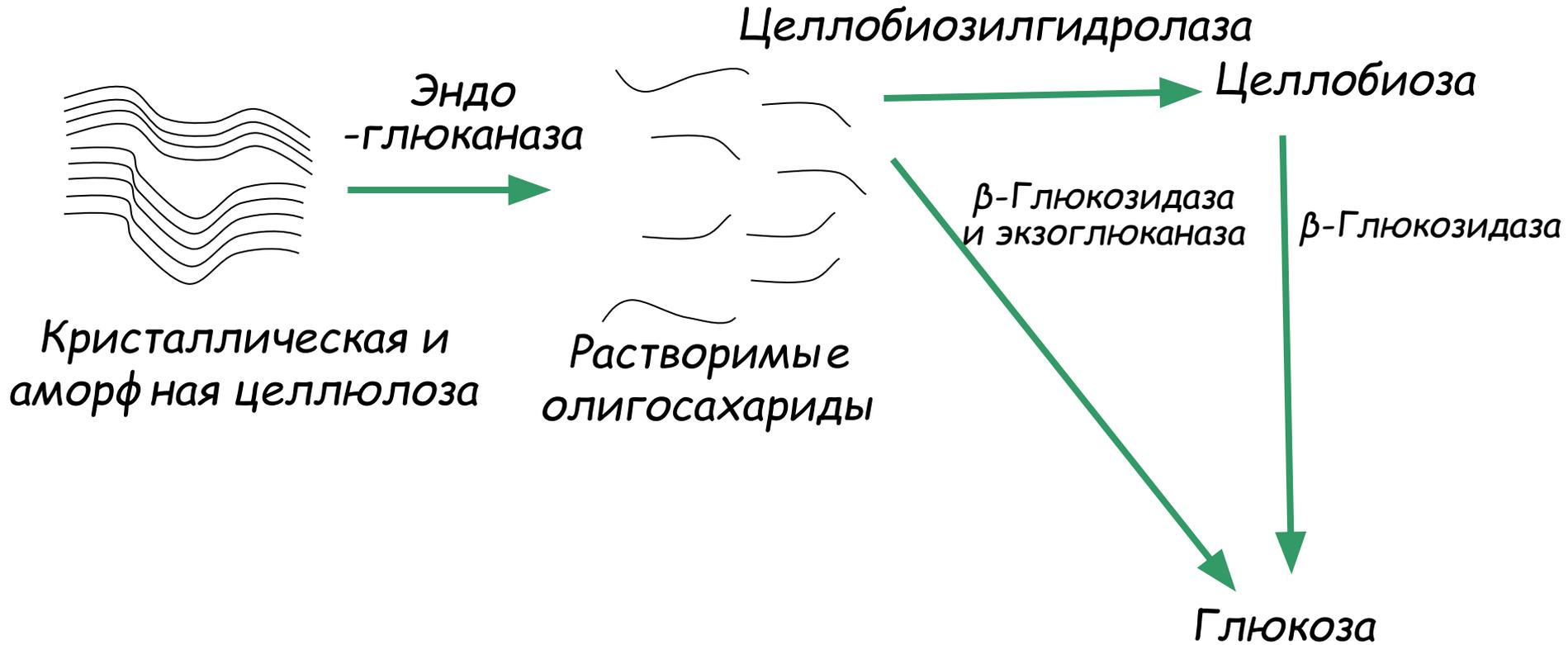


СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В ГИДРОЛИЗ-АППАРАТАХ

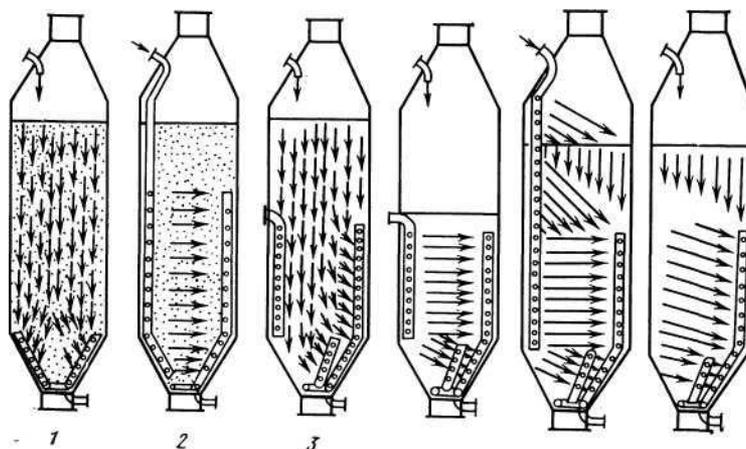
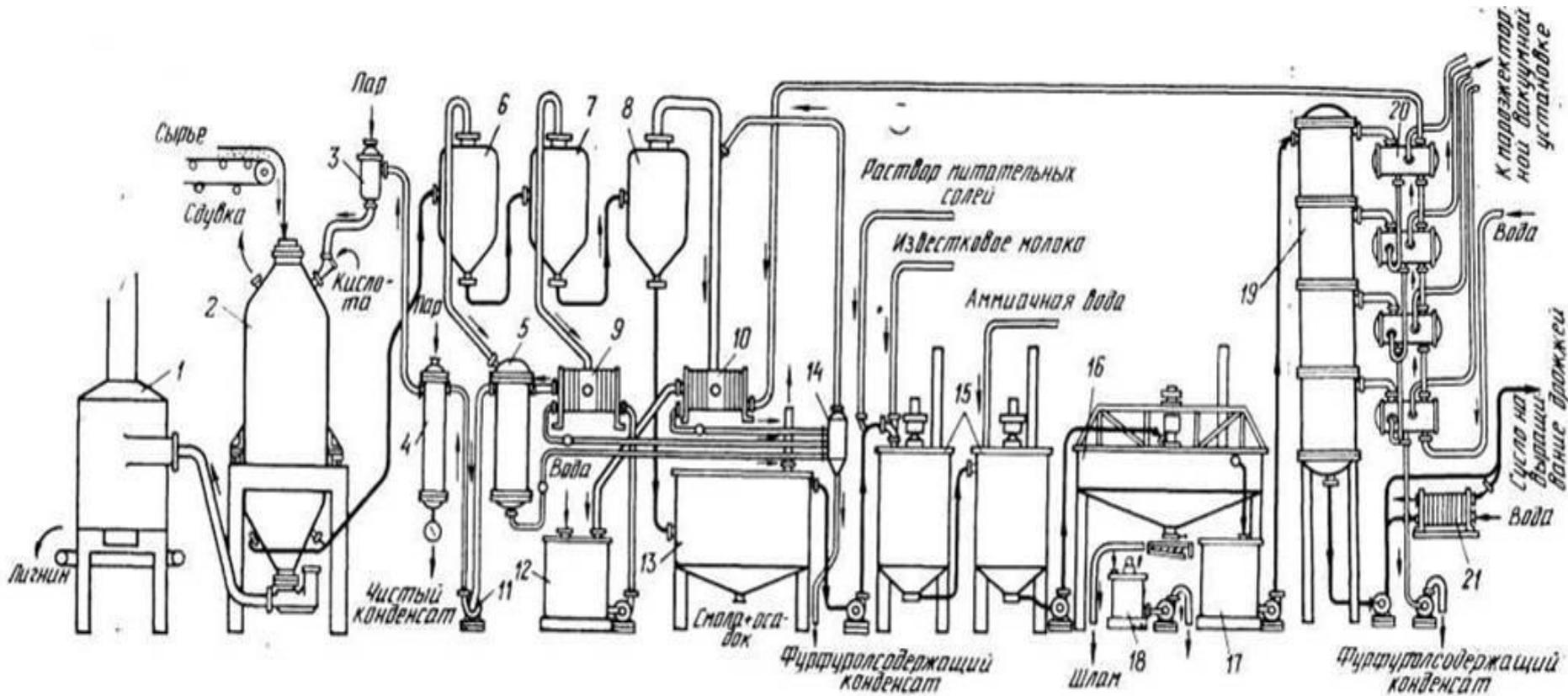


Схема подготовки гидролизатов к выращиванию дрожжей



Витаминизатор

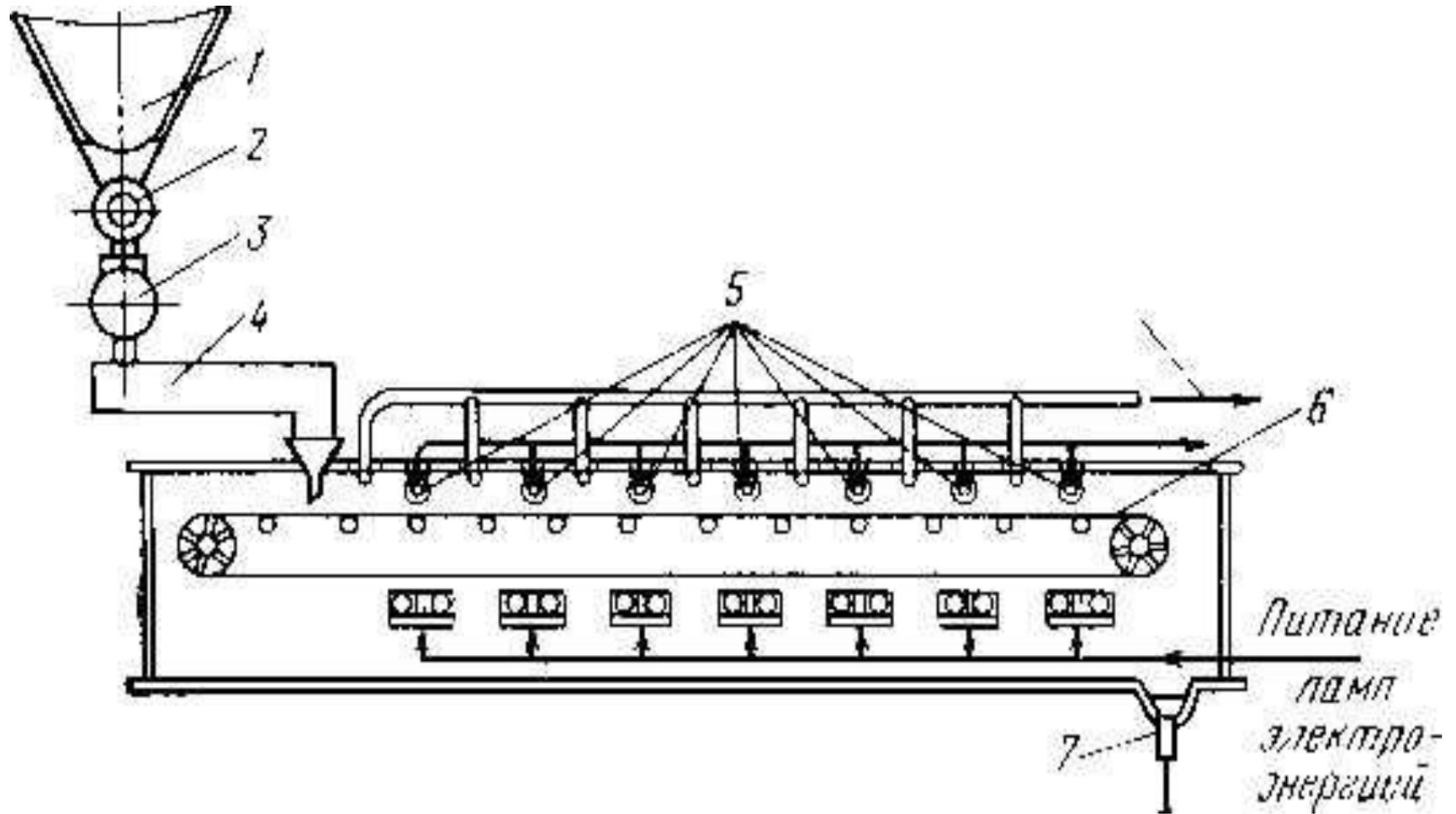


СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ МИКРООРГАНИЗМОВ НА МЕТАНЕ

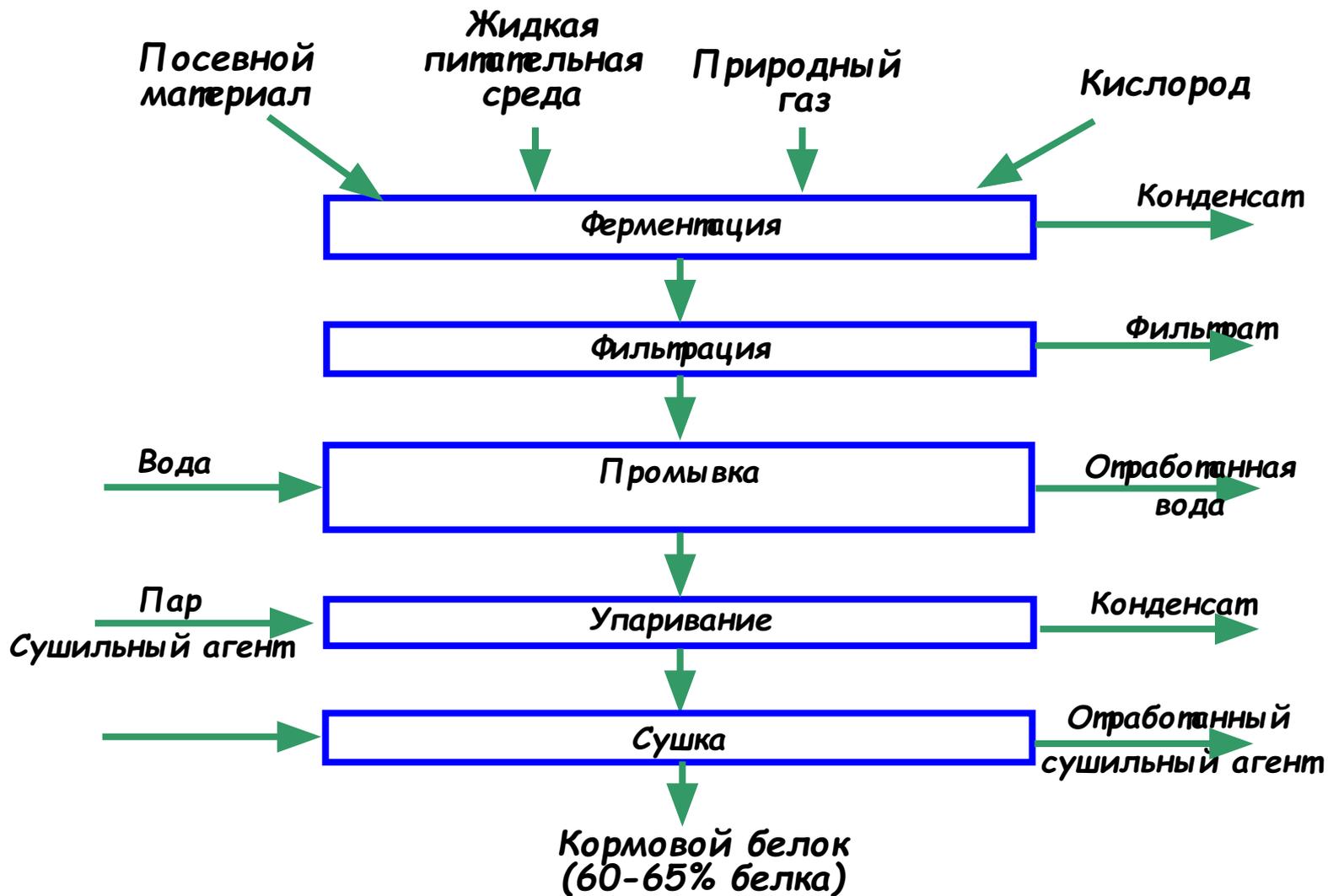


СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ БИОМАССЫ БАКТЕРИЙ

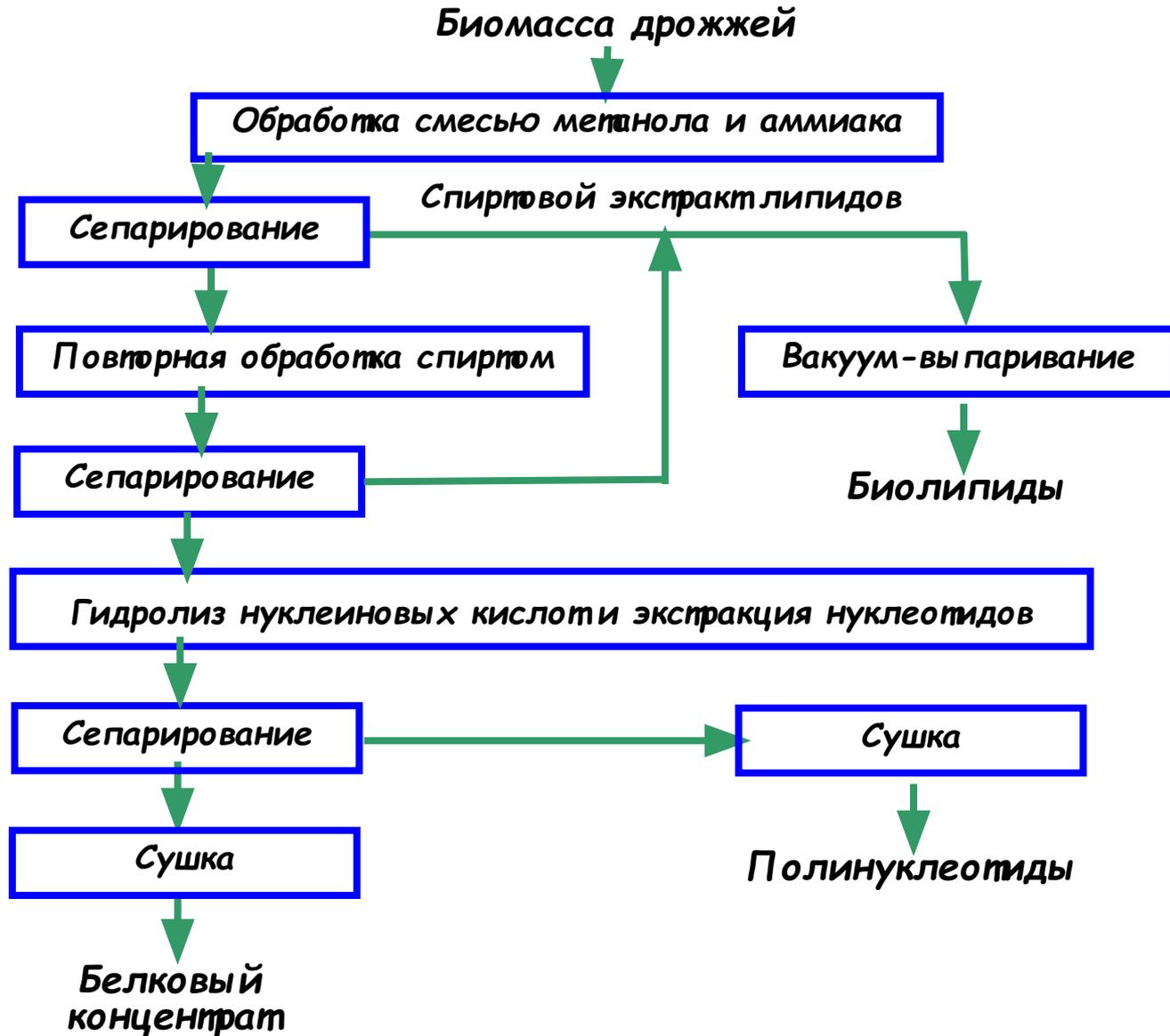


СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА БЕЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ЗЕРНОПРОДУКТОВ

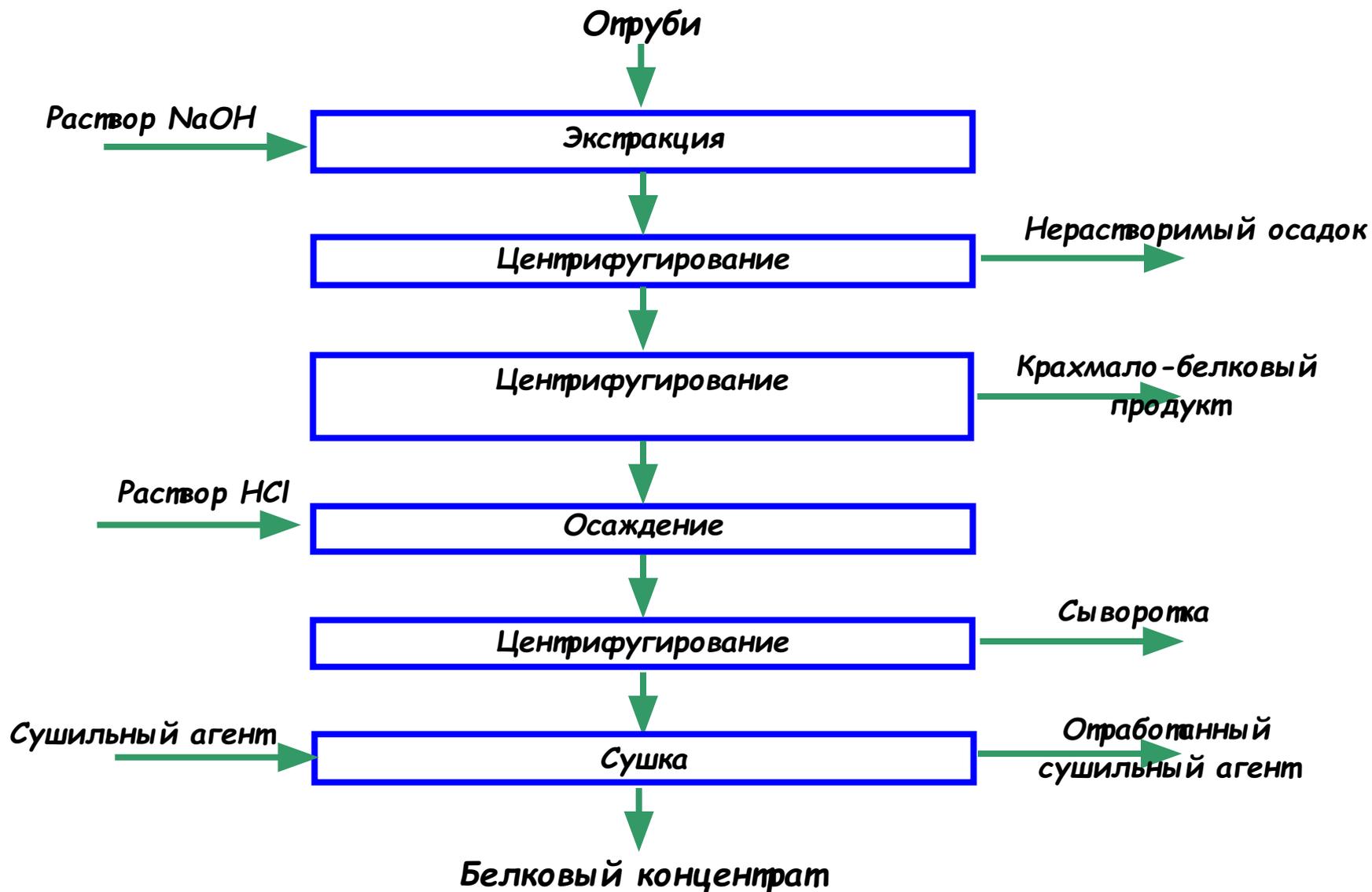


СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ (ИЗОЛЯТОВ) ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ СОИ

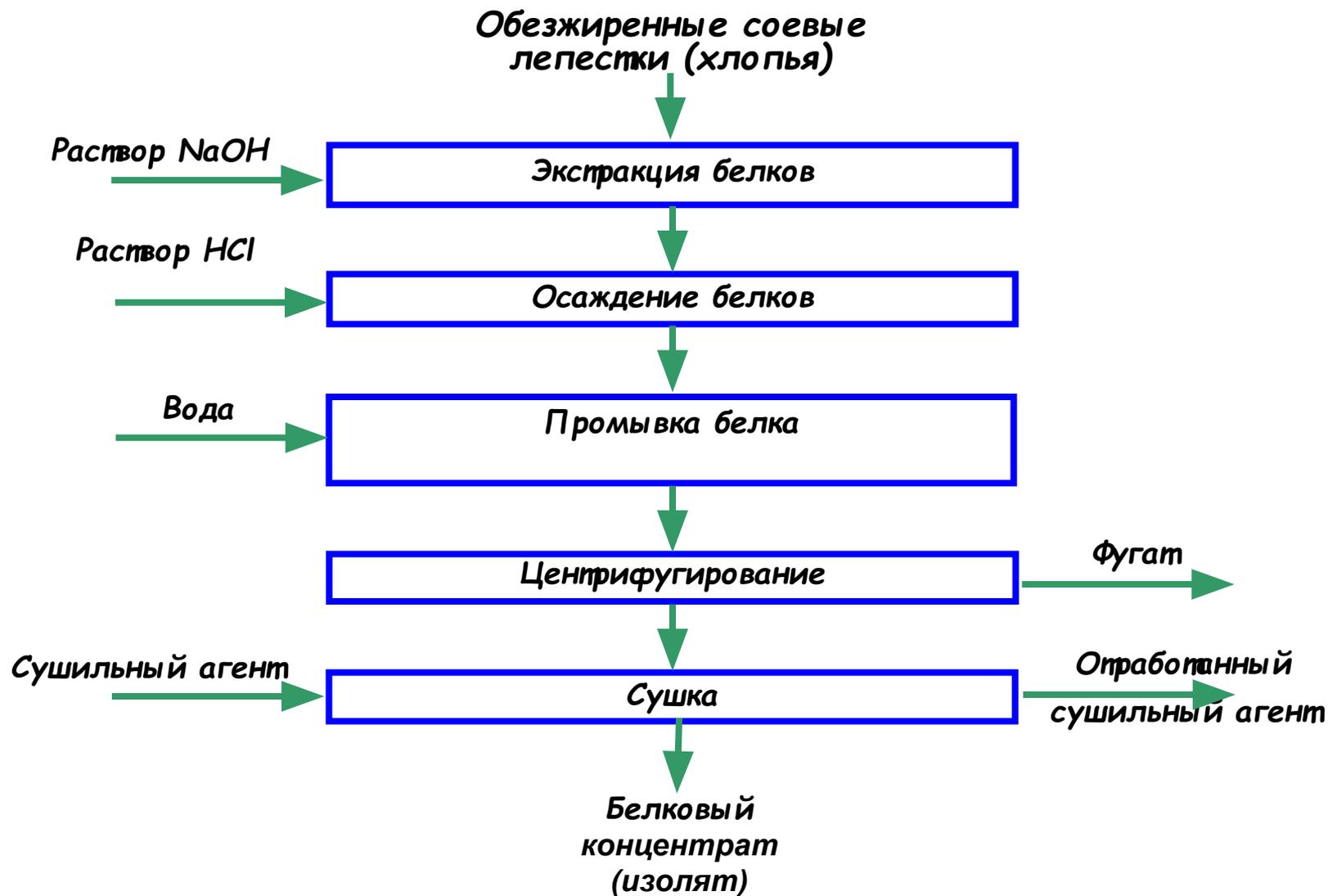
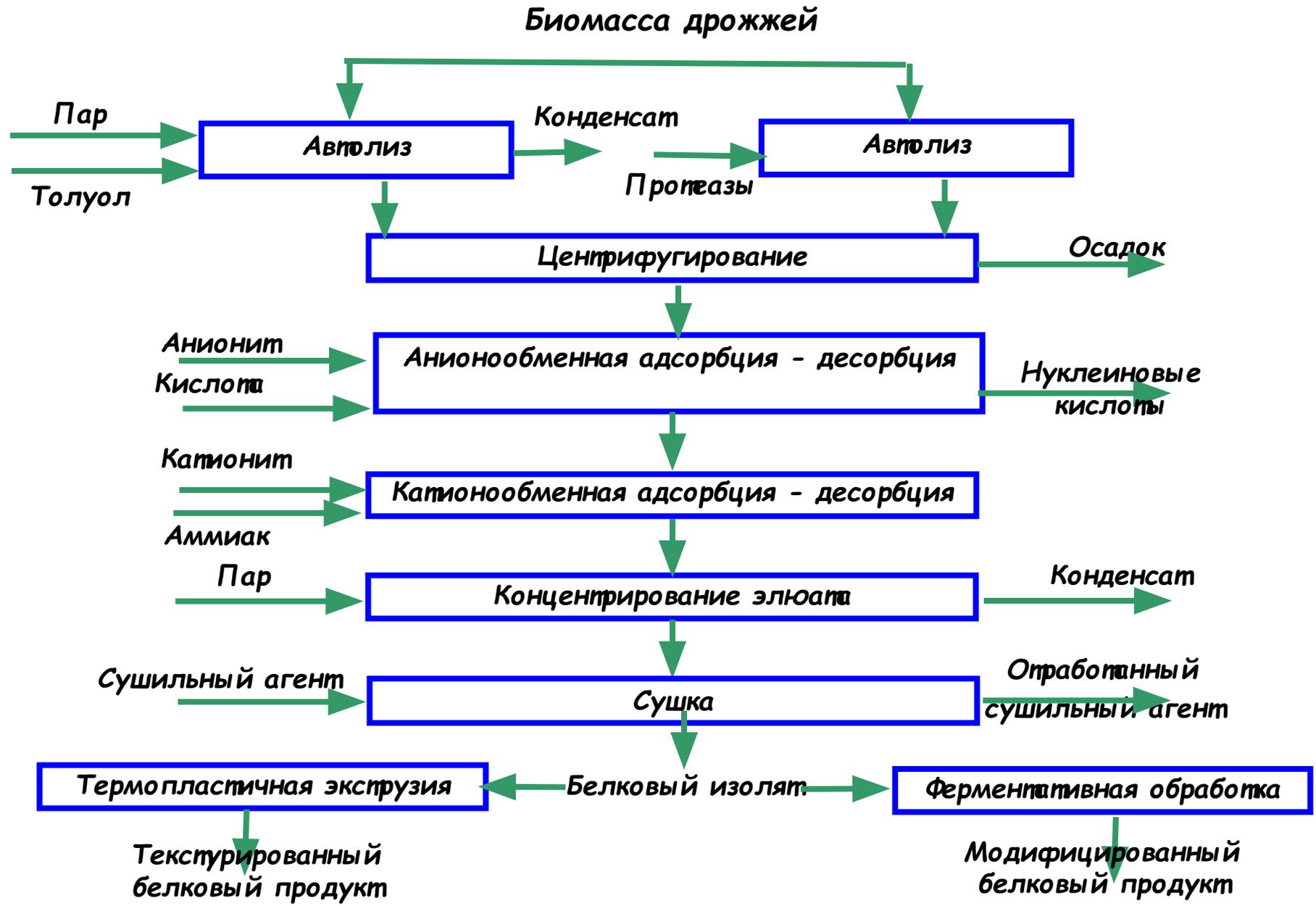


СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ИЗОЛЯТОВ НА ОСНОВЕ ДРОЖЖЕЙ



ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ

Показатели	Концентраты		Изоляты	
	% от массы	% на СВ	% от массы	% на СВ
Белок (Nx6.25)	62-69	65-72	86-87	90-92
Жир	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0
Сырая клетчатка	3,4-4,8	3,5-5,0	0,1-0,2	0,1-0,2
Зольность	3,8-6,2	4,0-6,5	3,8-4,8	4,0-5,0
Влага	4-6	0	4-6	0
Углеводы (остаток)	19-21	20-22	3-4	3-4

**Хлебобулочные
изделия**

**Макаронные
изделия**

Мясопродукты

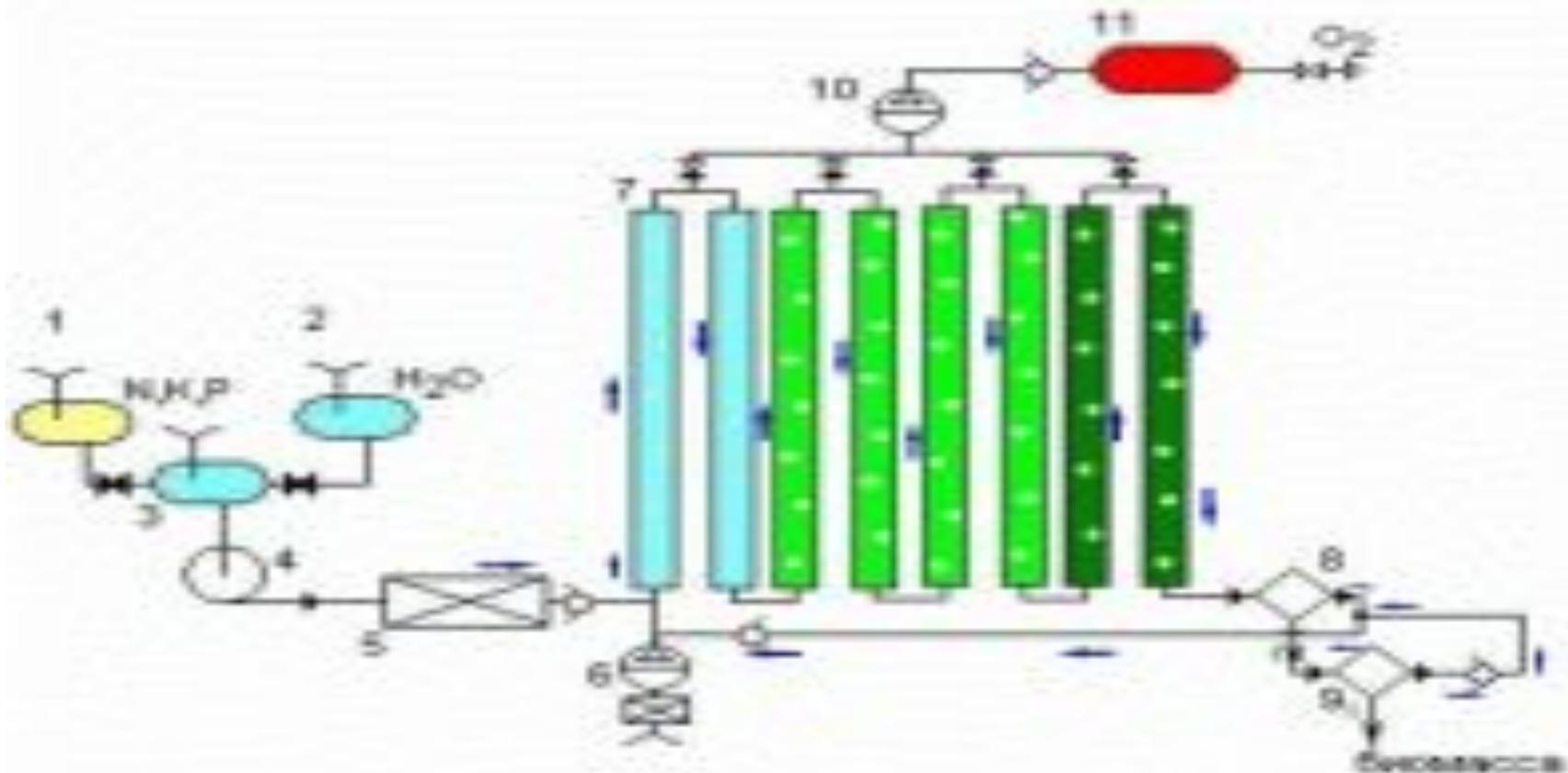
**Использование
белковых добавок
в пищевых
производствах**

**Соусы,
приправы**

Концентраты

Консервы

Биотехнология микроводорослей



В промышленных условиях культивируют микроводоросли спирулину, хлореллу, сценедесмус и др.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БИОМАССЫ ХЛОРЕЛЛЫ И БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ НЕЕ

Показатели	Хлорелла	Белково-углеводный комплекс	
		Без предварительной экстракции	С предварительной экстракцией
Общий азот	8,3	10,3	10,1
Белок (Nx6.25)	48,2	68,2	61,9
Углеводы (без клетчатки)	17,9	14,7	14,1
Клетчатка	1,0	0,8	0,6
Липиды	20,0	0,4	1,2
Нуклеиновые кислоты	4,5	2,0	2,0
Влага	75,0	8,7	9,4

Промышленные базидиомицеты

Шампиньон
двуспоровый
*Agaricus
bisporus*



Опенок летний
*Kuehneromyces
mutabilis*

Вешенка
устричная
*Pleurotus
ostreabus*

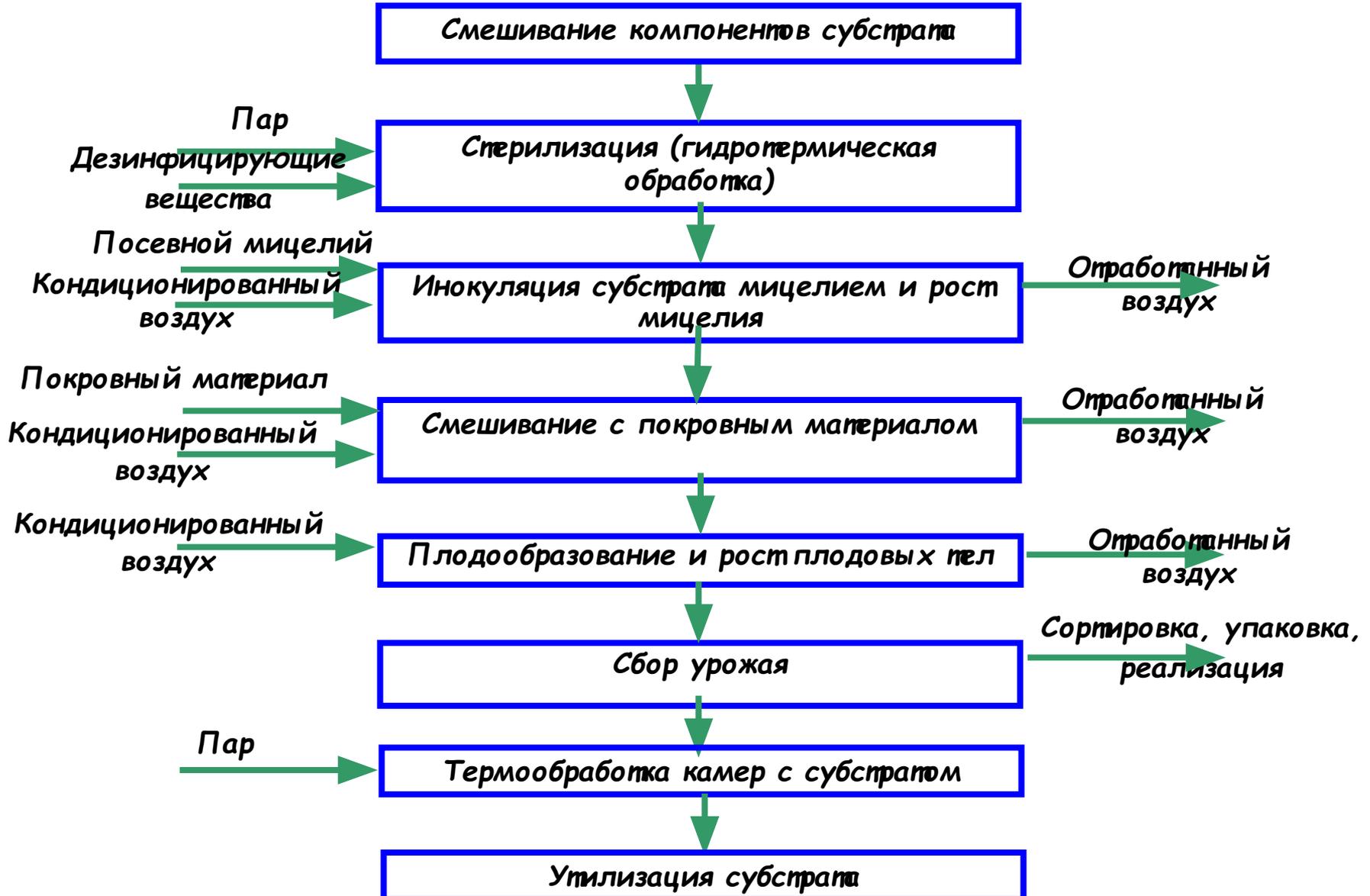


Синтакс
(пилолистник)
*Lentinus
edodes*



Опенок
зимний
Flammulina

СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ШАМПИНЬОНОВ



На основе базидиальных грибов получают

- Ферменты
(гидролазы,
оксидоредуктазы,
целлюлазы и др.)
- Антибиотики
циклического
строения
- Онкостатические
препараты

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Биоконверсия растительного сырья.

План занятий

Занятие	Дата	Тема
1	5 октября	Введение. Традиционное растительное сырье. Химический состав и строение растительных клеток.
2	12 октября	Экскурсия в Институт биологии (Ширшова Т.И., Шемелинина Т.Н.)
		Подготовка растительного сырья. Биоконверсия растительного сырья с помощью ферментов. Крахмалсодержащее сырье, зерносырье
3	19 октября	Ферментативное превращение целлюлозы
4	26 октября	Экскурсия в Институт биологии (Карманов А.П.)
5	2 ноября	Микробная биоконверсия, использование мицелия грибов.
6	9 ноября	Вермикультура
7	16 ноября	Экскурсия ОАО «Пригородный» (Григорай Е.Е.)
8	23 ноября	Применения биоконверсии в пищевых производствах
9	30 ноября	Подготовка к семинарскому занятию. Формы представления