

Лекция

Нормофлоры и пробиотики. Препараты на основе живых культур микроорганизмов.

Культуры клеток и тканей растений.



**Лектор
к.б.н. Караева Альбина
Маирбековна**

План лекции:

1. Характеристика нормофлоры человека
2. Лекарственные препараты для коррекции микробиоценоза
3. Эубиотики для профилактики и лечения заболеваний
4. Официально зарегистрированные биологические лекарственные препараты (пробиотики, пребиотики)
5. Пребиотики. Фрукто-олигосахариды (ФОС)
6. Производство препаратов нормофлоры
7. Краткая историческая справка по получению каллусной культуры. Возможности развития использования биотехнологии в получении культуры клеток и тканей растений при получении лекарственных средств;
8. Особенности культивирования изолированных клеток и тканей растений. Определение каллусной культуры (получение каллуса, особенности питательной среды, стадии получения биомассы, преимущества каллусных и суспензионных культур);
9. Факторы увеличения накопления вторичных метаболитов (питательные среды, значение регуляторов роста растений – ауксины, цитокинины, влияние предшественников на рост клеток, оптимизация технологических параметров – температура, рН, перемешивание в суспензионных культурах). Технологический режим выращивания растительных клеток.
0. Методы культивирования изолированных клеток и тканей



Характеристика нормофлоры человека



Нормальная микрофлора, заселяющая кишечник человека, имеет важное значение для регулирования оптимального уровня метаболических процессов, протекающих в организме, а также для создания высокой колонизационной резистентности кишечного тракта к условно-патогенным микроорганизмам. Впервые на существенную роль нормальной микрофлоры кишечника в жизнедеятельности человека, поддержании его здоровья указал в своих работах выдающийся русский учёный И.И. Мечников. И.И. Мечников впервые предложил поддерживать нормальную микрофлору кишечника на оптимальном уровне с помощью микробов и продуктов их жизнедеятельности.



По существующей классификации (Шендеров Б А., 1996) препараты для коррекции микробиоценоза можно разделить на 6 групп:

I - препараты, содержащие монокультуры живых микроорганизмов представителей нормальной микрофлоры кишечника;

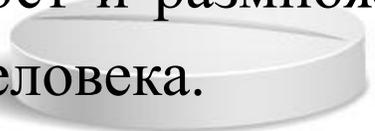
II - препараты, содержащие комплекс живых микроорганизмов,

III - препараты, содержащие субстанции, которые при оральном введении стимулируют рост и размножение индигенной флоры, и прежде всего - бифидо- и лактобактерий;

IV - препараты, содержащие монокультуры или комплекс микроорганизмов и субстанций, стимулирующих их приживление, рост и размножение;

V - препараты, содержащие генноинженерные штаммы микроорганизмов с заданными характеристиками:

VI - препараты, содержащие помимо микроорганизмов или средств, стимулирующих их рост и размножение, другие соединения, влияющие на функции клеток органов и тканей человека.





Положительное действие этих препаратов на организм связано с влиянием на различные звенья функционирования микрофлоры кишечника:

- препараты обладают антагонистической активностью по отношению к широкому спектру патогенных и условно-патогенных микроорганизмов за счет продукции антибактериальных веществ и конкуренции за лимитируемые питательные субстраты и места адгезии на эпителиоцитах слизистой кишечника влияют на ферментативную и синтетическую активность и кишечных микроорганизмов;
- стимулируют иммунную систему макроорганизма.





Пробиотики — это живые, ослабленные штаммы нормальной микрофлоры кишечника, которые при применении в адекватных количествах вызывают улучшение здоровья организма-хозяина.



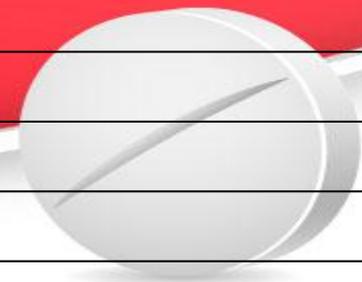
Пробиотики:

- Должны быть фено- и генотипически классифицируемыми
- Не должны обладать патогенностью
- Должны сохраняться живыми
- Должны быть кислотоустойчивыми или заключены в кислотоустойчивую капсулу
- Способны к адгезии к кишечному эпителию
- Способны к колонизации кишечника
- Должны быть безопасными



Виды и штаммы микроорганизмов, входящих в состав пробиотиков

Род	Вид	Штамм
Lactobacillus	L. acidophilus	L. gasseri
	L. rhamnosus	L. rhamnosus GG
	L. plantarum	L. plantarum 299 v
	L. reuteri	
	L. fermentum	L. fermentum KLD
	L. lactis	
	L. casei	L. Shirota
	L. bulgaricum	
Bifidobacterium	B. longum	B. infantis; BB536
	B. bifidum	
	B. breve	
	B. adolescentis	
	B. animalis	B. lactis Bb 12
Streptococcus	S. thermophilus	
Enterococcus	E. faecium	Enterococcus SF68



Показания к назначению пробиотиков



- Острые кишечные инфекции легкой и средней степени тяжести, особенно вирусные
- Затяжные диареи, обусловленные условно-патогенной флорой
- Антибиотикоассоциированная диарея — лечение и профилактика
- Инфекция *H. pylori* — на фоне и после эрадикации
- Лямблиоз — на фоне и после лечения
- Воспалительные заболевания кишечника — поддержание ремиссии
- Пищевая аллергия — лечение и профилактика
- На фоне и после лечения обострений хронических очагов инфекций, ОРВИ и их осложнений.





Пребиотики – это пищевые добавки, селективно стимулирующие рост и размножение полезных бактерий. Это низкомолекулярные углеводы (фруктозоолигосахариды, инулин, лактулоза и др.), которые не должны подвергаться гидролизу пищеварительными ферментами.



Свойства пребиотиков:



- не перевариваются и не всасываются в верхних отделах пищеварительного тракта;
- селективно ферментируются микрофлорой толстой кишки, вызывая активный рост полезных микроорганизмов.



<p>Пробиотики Для заселения кишечника чужеродной микрофлорой</p>	<p>Пребиотики Для стимуляции роста собственной микрофлоры</p>
<p>Препараты: Линекс, Бифидумбактерин, Лактобактерин, Ацепол, Пробифор и проч.</p>	<p>Препараты: Лактусан, Нормазе, Дюфалак, Прелакс (чистые), Лактофильтрум Максилак (комбинированные), , Инулин, Отруби, Хилак-форте и проч.</p>
<p>Состав: Препараты-пробиотики содержат живые клетки нормофлоры кишечника: бифидобактерии, лактобациллы и проч.</p>	<p>Состав: Препараты-пребиотики содержат вещества, являющиеся нутрицевтиками (пищей) для нормофлоры кишечника</p>
<p>Стратегия лечения: пробиотики инфицируют (заселяют) кишечник экзогенной (чужеродной) микрофлорой</p>	<p>Стратегия лечения: пребиотики стимулируют рост индигенной (собственной) микрофлоры кишечника</p>
<p>Проходимость: только 5-10 процентов живых бактерий, содержащихся в пробиотиках, достигает толстой кишки.</p>	<p>Проходимость: пребиотики не перевариваются в верхних отделах ЖКТ и в неизменном виде достигают толстой кишки</p>
<p>Хранение: пробиотики нужно хранить в темном, прохладном месте: количество живых бактерий в пробиотиках зависит от условий и срока хранения</p>	<p>Хранение: пребиотики представляют собой углеводы (сахара), условия и сроки хранения которых почти не влияют на их бифидогенные свойства.</p>
<p>Селективность:</p>	<p>Селективность:</p>



Симбиотики – это лекарственные препараты, в состав которых входит несколько видов микроорганизмов-пробиотиков или несколько штаммов одного и того же типа бактерий.

Например, любой препарат, содержащий 2-3 вида лактобактерий или бифидобактерий и молочнокислые стрептококки, будет являться симбиотиком (Ацидобак, Аципол, Бифидобак и др.).

Синбиотики – это лекарственные препараты, которые содержат комбинацию из пробиотиков и пребиотиков. То есть, синбиотики являются комплексными препаратами, которые объединяют в одной капсуле и пробиотики и пребиотики (Наринэ форте, Альгибиф. Бион-3, Бифилар, Бифилиз, Бифистим, Максилак, Нормофлорин и др.).

Группы пробиотиков	Характеристика пробиотического препарата	Примеры препаратов
Монокомпонентные	Содержат один штамм бактерий <ul style="list-style-type: none"> • лактосодержащие • бифидосодержащие • колисодержащие 	Ацилакт Бифидумбактерин Лактобактерин Колибактерин Мутафлор
Поликомпонентные (симбиотики)	Состоят из нескольких штаммов бактерий одного или разных видов, усиливающих действие друг друга	Линекс Бификол
Комбинированные (синбиотики)	Комбинация пробиотиков и пребиотиков (добавки, которые способствуют выживанию и усиливают действие пробиотиков)	Бифиформ Полибактерин Бифидумбактерин форте
Рекомбинантные (генно-инженерные)	Созданы на основе генно-инженерных штаммов микроорганизмов	Субалин
Самозлиминирующиеся антагонисты (спорообразующие)	Содержат не свойственные биотопу человека самозлиминирующиеся микроорганизмы рода <i>Bacillus</i> (<i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i>)	Бактисубтил Биоспорин
Сорбированные	Иммобилизованные на сорбенте живые бактерии	Пробифор Бифидумбактерин форте Флорин форте
Метаболические	Продукты жизнедеятельности пробиотических штаммов	Хилак форте
Мультипробиотики	Состоят из 7 и более симбиотических штаммов бактерий	Симбитер-2 Пробиз Фемина

Официально зарегистрированные биологические лекарственные препараты (пробиотики, пребиотики)

В настоящее время в медицинской практике широко применяются официально зарегистрированные биологические лекарственные препараты, созданные на основе ослабленных штаммов нормальной микрофлоры кишечника:

- Аципол
- Ацилакт
- Биоспорин
- Бактисубтил
- Бифидумбактерин
- Бифиформ
- Бификол
- Колибактерин
- Лактобактерин
- Лайфпак Пробиотикс
- Линекс
- Нутрилин В
- Тревис
- Хилак форте (пребиотик)
- Флонивин
- Энтерол

Биологически активные добавки к пище содержащие эубиотики:

- Ацидофилюс
- Бебилайф
- Вита Баланс 3000
- Мальтидофилюс
- Примадофилюс
- Пробионик
- Флорадофилус
- Наринэ (синбиотик)



Производство препаратов нормофлоры

Необходимым условием массового производства препаратов эубиотиков является сохранение их стабильности в течение длительного времени. К факторам, оказывающим влияние на выживаемость микроорганизмов в препаратах сухих эубиотиков при хранении, следует отнести:

Регламентированное содержание остаточной влаги;

Наличие защитных сред;

Хранение сухих препаратов в атмосфере не содержащей кислород.

В целях защиты эубиотиков от кислой среды желудка на таблетированные и капсулированные формы наносят ацидорезистентные покрытия или проводят иммобилизацию бактерий на сорбенте.



Общая схема технологического процесса производства пробиотиков

1. подготовка производственных помещений, оборудования, посуды, персонала, вентиляционной системы- проводят в соответствии с требованиями инструкций, регламентирующих условия работы со стерильными лекарственными средствами.
2. подготовка и стерилизация сред. Предварительные работы включают:
 - Качественный набор необходимых для данной культуры веществ;
 - Оценку влияния отдельных компонентов на выход целевого продукта;
 - Нахождение оптимального соотношения составляющих и удешевление сред.
3. выращивание маточных (до шести пассажей) и производственных культур. Вначале выращивают маточную культуру из специального штамма при температуре 37 °С, используя различные питательные среды. Производственную культуру выращивают методом глубинного культивирования в реакторах, установленных в боксах и оснащенных магнитной мешалкой и паровой рубашкой.
4. розлив жидкого полуфабриката во флаконы. Розлив микробной суспензии в ампулы и флаконы проводят на аппаратах розлива и запайки ампул. Заполненные ампулы и флаконы поступают на сублимацию.
5. сублимационная сушка. Ампулы помещают в морозильные камеры под углом 75° °С. Содержимое ампул замораживают при температуре -400 °С, выдерживают при этой температуре 18-24 ч подвергая сублимации.
6. укупорка. Ампулы с сухой микробной массой запаивают с газовой защитой.
7. маркировка, упаковка. Ампулы маркируют и упаковывают в пачки по 10 штук.
8. контроль качества готовой лекарственной формы.



Культуры клеток и тканей растений. Условия и факторы влияющие на процесс культивирования клеток и тканей растений. Микроклональное размножение растений.



Культура клеток, тканей и органов растений представляет собой части растений, выращиваемые в асептических условиях на искусственных питательных средах, и включает:

каллусные культуры на гелеобразной (твердой) питательной среде,
суспензионные культуры клеток в жидкой питательной среде,
культуру протопластов, изолированные органы растений.

В основе перспективного развития биотехнологического направления в получении веществ растительного происхождения, помимо решения экологических проблем лежит:

- независимость от влияния климатических, сезонных и географических условий,
- уменьшение (освобождение для других нужд) площадей почвы в хозяйственном обороте страны (мы уходим от истощения почвы также или дополнительных экономических затрат),
- получение уже известных веществ, присущих интактному растению (например, никотин, кодеин, хинин, диосгенин и т.д.)
- синтез новых продуктов, веществ,
- использование культуры клеток для биотрансформации конечного продукта.





Промышленный способ выращивания изолированных культур дает возможность за короткий срок 30-45 суток получать значительный объем ценного лекарственного сырья.

Метод биотехнологии получения ЛС на основе культур клеток растений, начинается с процесса получения культуры каллусной ткани или каллуса.

Каллусная культура впервые была получена в 1902 году Хаберландом.

Культура каллусной ткани состоит из сообщества клеток, выращиваемых на искусственной питательной среде.



Тотипотентность — это способность любой клетки образовывать полноценное растение, что предопределено его генетическим и физиологическим потенциалом (или естественными возможностями), необходимым для образования вторичных метаболитов.

Стабильность по выходу продукта вторичных метаболитов связывают с двумя параметрами:

1. с дифференцировкой клеток,
2. со стадией культивирования

Например, дифференцированные корневые каллусы *Atropa belladonna* синтезируют тропановые алкалоиды, а недифференцированные уже не способны к их синтезу. Но с другой стороны *Rauwolfia serpentina* способна синтезировать индолиловые алкалоиды недифференцированными клетками с достаточно большим выходом метаболитов. Отсюда можно сделать вывод, что морфологическая специализация клеток не является основной предпосылкой БАВ, т.е. здесь нет прямой связи.

Особенности культивирования изолированных клеток и тканей

Клетка *in vitro* – это морфологическая, дифференцированная структурная живая система, основными составляющими которой являются клеточные стенки, ядро, протопласт, система вакуолей.

Что касается основного способа деления клеток, то это митоз, который подразделяется на 4 фазы:

1. Профаза - строятся структурные элементы хромосом, оболочка ядра исчезает
2. Метафаза – меняется положение хромосом, они располагаются в виде метафазной пластинки, из которой ведется подсчет и морфологическое описание хромосом
3. Анафаза – расхождение хромосом к противоположным полюсам клетки и формирование двух полностью идентичных наборов хромосом
4. Телофаза – группа хромосом собранная на полюсах.

Технология получения каллуса

Выбранный эксплантант, представляющий вырезанные маленькие кусочки (2-4 мм) растительной ткани, которые находятся в подходящем биологическом состоянии (молодые, здоровые), что необходимо для получения каллусных культур. Этот растительный материал тщательно моют, стерилизуют гипохлоридом натрия, 96% спиртом или 0,1% сулемы, затем тщательно промывают дистиллированной водой и помещают на синтетическую агаризованную питательную среду. Сосуды закрывают ватно-марлевыми тампонами. Конечно, при этом необходимо соблюдать строгие правила антисептики (работают только в боксах). Для образования каллуса и роста ткани сосуды переносят в темное помещение, где строго поддерживают определенный режим. Это касается температуры и влажности. Известно, что для большинства культур эти параметры таковы: температура +24-26 °С, а влажность 65-70%. Через 2-3 недели на раневой поверхности образуется первичный каллус.

Весьма существенным в вопросе обеспечения роста и синтеза продуктов вторичного метаболизма является подбор ингредиентов среды культивирования, что определяется конечной целью биотехнолога. Это:

1. формирование биомассы
2. синтез вторичных продуктов.

Технология получения биомассы:

1. Приготовление оборудования
2. Приготовление питательной среды
3. Стерилизация питательной среды
4. Посев ткани на питательную среду
5. Выращивание биомассы
6. Съем сырой биомассы и высушивание.

Что касается особенностей 2-ой стадии, то компоненты среды можно разделить на 6 групп, что будет отражать и ее приготовление:

1. макроэлементы
2. микроэлементы
3. источники железа
4. органические добавки – витамины
5. источники углерода
6. органические добавки – регуляторы роста растений – ауксины и цитокинины (играют роль пусковых механизмов).

Культивирование ведется на жидких и твердых питательных средах.



Факторы увеличения накопления вторичных метаболитов

Первый фактор. Обязательными компонентами питательных сред должны быть фитогормоны. В качестве регуляторов роста и синтеза продуктов вторичного метаболизма выступают

- ауксины (индолилтриуксусная кислота (ИУК), нафтилуксусная кислота (НУК) и 2,4 дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4Д)
- цитокинины -6-бензиламинопурин (БАП), N-изоптен и 6-фурфуриламинопурин (кинетин)

Второй фактор. Для синтеза вторичных метаболитов весьма существенным является внесение в питательную среду известных предшественников, стимулирующих определенные ферментативные пути метаболизма. Например, внесение всем известного фенилаланина в среду для культивирования клеток увеличивает выход диосгенина на 100%.

Третий фактор. На рост и развитие растительных тканей и клеток *in vitro* большое влияние оказывают физические факторы: свет, температура, аэрация, влажность воздуха. Большинство изолированных культур выращиваются в темноте. Для освещения чаще используют люминесцентные лампы с интенсивностью светового потока 1000—1500 люкс. Оптимальная температура для успешного роста большинства культур составляет 25-27 °С; для индукции их морфогенеза требуются более низкие температуры (18-25 °С). Влажность в помещении, где растут культуры, должна составлять 60-70%.

Четвертый фактор. Рентабельность производства на примере женьшеня стала преобладать в технологии получения «бородатых корней», где по условиям роста и скопления клеток возникают субпопуляции с повышенной дифференцировкой – это самые продуктивные клетки по биоактивным веществам.



Преимуществами каллусных культур в технологии получения растительного сырья являются:

- ❖ надежность и стабильность по выходу биомассы и продуктов вторичного метаболизма
- ❖ возможность использования каллусной системы для иммобилизации и последующей биотрансформации

Недостаток: в необходимости применения ручного труда



Иммобилизованные клетки с низкой скоростью роста, способны к интенсивной выработке метаболитов.

Одним из основных условий иммобилизации является:

- выделение метаболита в питательную среду
- свободное извлечение метаболита из питательной среды. (например, к таким клеткам относятся клетки, продуцирующие алкалоиды)

Способы иммобилизации

- клетки встраивают в альгинат кальция
- клетки встраивают в агарозные шарики
- клетки встраивают в трехмерные сетчатые структуры из нейлона, порошкового металла, полиуретана. (в частности такие системы используются для *Digitalis lanata* и др. Каковы преимущества иммобилизованных клеток по сравнению с суспензионными культурами? Это:

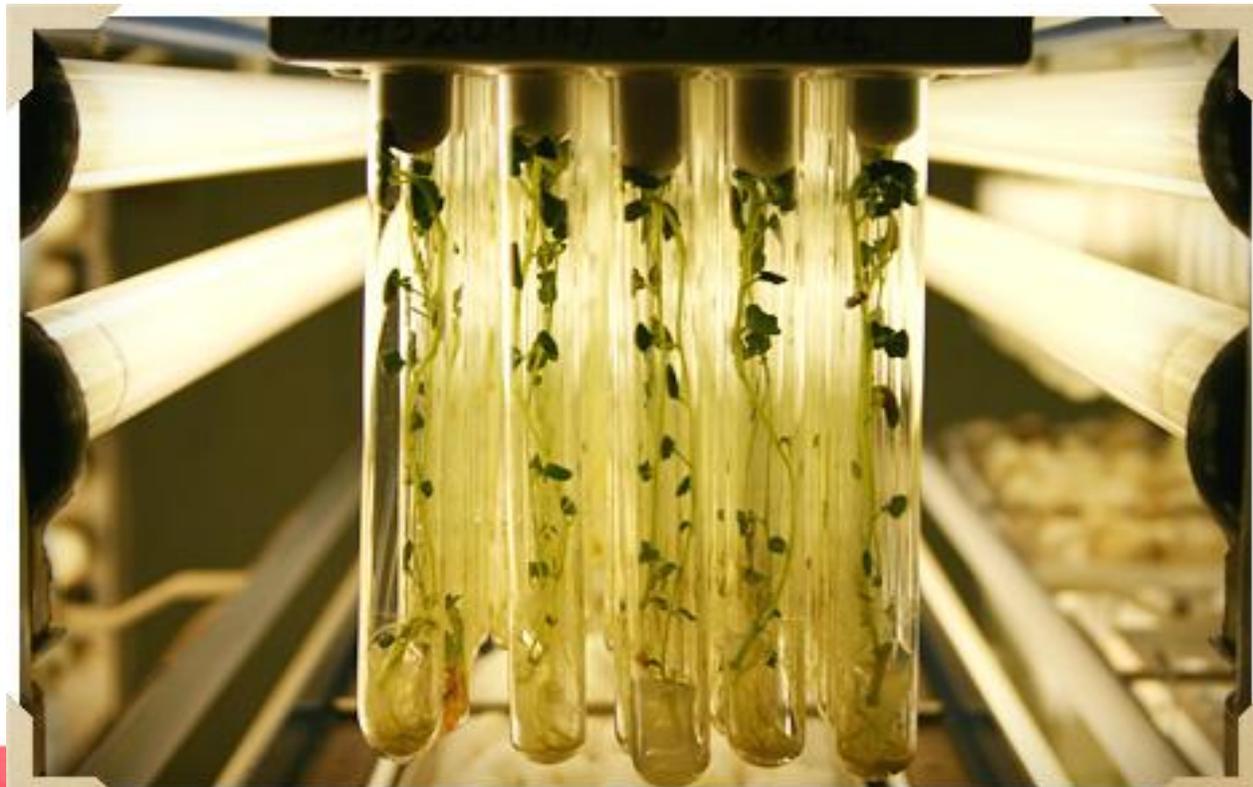
- многократное использование
- четкое отделение биомассы от продуктов метаболизма
- увеличение продолжительности культивирования на стадии продуцирования
- получение большого количества вторичных метаболитов.

Биотрансформация – это метод, использующий ферменты, локализованные в клетке растения и способные менять функциональные группы добавленных извне химических соединений. Метод используется для повышения биологической активности конкретной химической структуры и проведения серий специфических химических реакций за счет включения одного или нескольких последовательно связанных ферментов. В качестве примера можно привести превращение дигитоксина в дигогсин клетками *Digitalis lanata*.

Недеференцированные культуры клеток *Digitalis lanata* сами не образуют сердечных гликозидов, но могут осуществлять реакции биотрансформации субстратов, добавленных в питательную среду. Биотрансформация дигитоксина в дигогсин идет за счет реакции 12-гидроксилирования, катализируемой ферментом, находящимся в клетках *Digitalis lanata*.

Методы культивирования изолированных клеток и тканей

1. Твердофазный способ культивирования. Каллусные культуры
2. Глубинное суспензионное культивирование
3. Культура протопластов
4. Микроклональное размножение (культура органов растений)



1. Твердофазный способ культивирования. Каллусные культуры

При этом способе культивирования используются так называемые твердые питательные среды, содержащие гелеобразующий компонент, чаще всего агар-агар как наиболее близкий по природе субстрат растительного происхождения. Такая среда имеет вид плотного геля, и каллусные клетки находятся на ее поверхности. Твердофазный способ культивирования чаще используется в лабораторных условиях для первичного получения изолированных растительных культур, предварительной оценки культур в качестве возможных продуцентов БАВ, а также для выращивания посевного материала. За 4-6 недель среда истощается, что определяет необходимость производить пересев. В противном случае ткани могут погибнуть.



2. Глубинное суспензионное культивирование

Для посева в жидкую питательную среду необходимо получить посевной материал в виде суспензии клеток. Для отделения крупных агрегатов клеточную массу перед пересевом фильтруют через нейлоновые или металлические сита. При пересевах на 100 мл среды используют 2-3 г свежей каллусной ткани.

В лабораторных условиях для культивирования тканей в жидких питательных средах обычно используют колбы емкостью 100-500 мл с небольшим объемом питательной среды. Сосуды с суспензией клеток помещают на качалки с частотой вращения 100-120 об/мин. В таких условиях обеспечивается аэрация тканей и нарастающая масса клеточных агрегатов распадается на отдельные фрагменты.

В промышленных условиях используется метод непрерывного культивирования в ферментерах (биореакторах) различной конструкции, имеющих конструктивные особенности, которые учитывают специфику растительных клеток. Метод основан на поддержании баланса между разбавлением среды и удалением части суспензии.

Глубинное культивирование в ферментерах имеет ряд преимуществ по сравнению с твердофазным статическим способом:

- автоматически поддерживаются все необходимые параметры: температура, рН среды, степень аэрации, скорость работы мешалки и пр.;
- постоянный контроль содержания в культуральной среде основных элементов питания;
- культуральная система периодически пополняется свежей питательной средой;
- постоянно осуществляется микробиологический контроль с целью предотвращения инфицирования и гибели культур;
- контроль активности роста и деления клеток;
- контроль образования БАВ.



3. Культура протопластов

Протопласт - это клетка, лишенная оболочки. Такая «голая» клетка потенциально способна восстанавливать новую оболочку, делиться, образовывать клеточные агрегаты, из которых можно получить клеточную культуру с новыми свойствами, а затем новое растение - регенерат. Отсутствие клеточной стенки облегчает проведение различных генетических манипуляций, связанных с реконструированием генома, а также дает возможность получать популяции гибридных клеток в результате слияния протопластов.

Существует два способа разрушения клеточной оболочки - механический и ферментативный. Последний менее травматичен для клеток и чаще используется.

В результате слияния протопластов возникают два вида новых клеток:

- гомокарионы (гомокариоциды), состоящие из клеток одного родителя;
- гетерокарионы (гетерокариоциды), состоящие из клеток обоих родителей.

Большой интерес представляют гетерокарионы, которые после слияния отбирают микроскопически. Для отбора исходные протопласты окрашивают флуоресцентными красителями различных цветов. Если происходит слияние протопластов мезофилла листа (зеленые) и культуры изолированных клеток (бесцветные), то получаются гетерокарионы, состоящие из бесхлорофилльных и хлорофиллосодержащих зон, что позволяет вести отбор без предварительного окрашивания.

Для получения протопластов растительный материал (например, суспензия клеток мезофилла листа или суспензия культуры изолированных клеток) обрабатывается препаратами пектиназ и целлюлаз или более сложными смесями ферментов. Для получения суспензии клеток целого растения предпочтительнее использовать листья стерильных растений, культивируемых *in vitro*, поскольку при получении «голых» протопластов также необходимо соблюдать стерильность.

После разрушения клеточных стенок суспензию протопластов очищают от остатков клеток и тканей фильтрованием, смесь ферментов удаляют центрифугированием с последующим промыванием в культуральной среде. После очистки протопласты ресуспендируют в питательной (культуральной) среде. Изолированные протопласты широко используются в качестве модельных систем в физиологических, цитологических, фитопатологических и других экспериментах, а также генно-инженерных манипуляциях.

4. Микрклональное размножение (культура органов растений)

Культуры клеток и тканей для массового размножения растений и оздоровления посадочного материала, в том числе лекарственных растений, нашли широкое применение в растениеводстве. Этот метод, названный **микрклональным размножением**, позволяет от одной меристемы получить (регенерировать) достаточно большое количество новых растений, в том числе и в культуре *in vitro*.

Обязательным условием для микрклонального размножения является идентичность полученного растительного материала исходному материнскому растению. Для обеспечения максимальной генетической стабильности клонируемого материала в качестве исходного экспланта используют молодые слабодифференцированные ткани, в частности кончики молодых стеблей и корней, пазушные почки, зародыши, части молодых проростков и другие меристематические ткани. Культуры клеток, полученные из меристематических тканей, дают возможность получить безвирусные растения. Распространение вирусов в различных частях растения неравномерное, а меристема, как правило, их лишена.



Преимущества использования клеточных культур заключаются в следующем:

- ❖ решается проблема дефицита исходного сырья, особенно ценных исчезающих видов, не поддающихся плантационному культивированию;
- ❖ возможно получение фитомассы, полностью свободной от гербицидов, пестицидов, тяжелых металлов и др.; имеется возможность получения новых веществ, не синтезируемых соответствующим целевым растением;
- ❖ возможно управление биосинтезом целевых продуктов за счет условий культивирования, состава питательной среды и другими способами;
- ❖ имеется возможность индустриализации и удешевления производства некоторых БАВ, синтез которых пока не разработан или очень дорог.



Благодарю за внимание!

