



Сибирский государственный университет  
науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

---

# МИКРОКЛОНИРОВАНИЕ РАСТЕНИЙ

*Методические указания к выполнению контрольной работы  
для студентов магистратуры по направлению подготовки  
35.04.09 «Ландшафтная архитектура», направленность подготовки  
«Ландшафтное строительство и декоративное растениеводство»,  
заочной формы обучения*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева

## **МИКРОКЛОНИРОВАНИЕ РАСТЕНИЙ**

*Методические указания к выполнению контрольной работы  
для студентов магистратуры по направлению подготовки  
35.04.09 «Ландшафтная архитектура», направленность подготовки  
«Ландшафтное строительство и декоративное растениеводство»,  
заочной формы обучения*

Красноярск 2021

УДК 630.284(07)

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент О. П. КОВЫЛИНА  
(Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева)

Печатается по решению редакционно-издательского совета университета

**Микроклонирование растений** : метод. указания к выполнению контрольной работы для студентов магистратуры по направлению подготовки 35.04.09 «Ландшафтная архитектура», направленность подготовки «Ландшафтное строительство и декоративное растениеводство», заочной формы обучения / сост. Н. П. Братилова ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2021. – 20 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие сведения .....	4
Методические указания .....	5
Содержание курса «Микроклонирование растений» .....	6
Варианты контрольной работы .....	7
Пояснения к выполнению четвертого вопроса контрольной работы .....	10
Библиографический список .....	12
Приложения .....	13
<i>Приложение 1 (обязательное)</i> . Образец оформления титального листа контрольной работы .....	13
<i>Приложение 2 (рекомендуемое)</i> . Термины и определения .....	14
<i>Приложение 3 (рекомендуемое)</i> . Питательные среды для микроклонирования древесных растений .....	17
<i>Приложение 4 (рекомендуемое)</i> . Состав питательных сред, мг/л .....	18

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся расширенных и углубленных знаний, умений и навыков по выращиванию древесных и декоративных растений, используемых в ландшафтном строительстве, на искусственных питательных средах.

Задачи изучения дисциплины следующие:

- ознакомить с возможностями микроклонирования для научных исследований генетико-селекционной направленности;
- дать знания по теории и практике эмбриокультуры;
- научить методам размножения растений с использованием искусственных питательных сред;
- содействовать выработке навыков оздоровления посадочного материала *in vitro*.

В процессе изучения дисциплины обучающиеся должны получить достаточно полные сведения о современных научных достижениях в области микроклонирования растений в России и за рубежом.

Дисциплина «Микроклонирование растений» изучается студентами магистратуры заочной формы обучения направления подготовки 35.04.09 «Ландшафтная архитектура» в 3-м и 4-м семестрах обучения. Учебной программой предусмотрено 4 часа лекций и 4 часа лабораторных занятий. Самостоятельная работа предполагает изучение обучающимися теоретического курса и выполнение контрольной работы. По завершении теоретического курса, после защиты контрольной работы сдается зачет.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Вариант контрольного задания студент выбирает по последней цифре номера зачетной книжки.

Структурными элементами контрольной работы являются:

- титульный лист (прил. 1);
- контрольное задание;
- основная часть;
- список использованных источников.

Контрольная работа должна быть выполнена машинописным текстом на одной стороне белой нелинованной бумаги формата А4 (210×297 мм) и оформлена только с использованием односторонней печати. Не допускается выполнение документа рукописным способом. При выполнении контрольной работы необходимо придерживаться следующих требований: объем – 15–20 страниц рукописного текста с приведением рисунков, фотографий, табличных данных. Ответы на вопросы должны быть краткими и исчерпывающими. Желательно высказывать свое мнение, суждение, давать оценку изучаемым вопросам.

Текст контрольной работы печатают на листах (без рамки) с соблюдением следующих размеров полей:

- левое – 25 мм;
- верхнее и нижнее – 20 мм;
- правое – 15 мм.

Страницы текстового документа нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу, включая приложения, номер страницы проставляют посередине нижнего поля документа на расстоянии не менее 10 мм от нижнего края листа без точки. Титульный лист текстового документа включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

В конце контрольной работы приводят список использованных источников, составленный по СТО 7.5.04–2019. В него включают все литературные источники, правовые и нормативные документы, ресурсы Интернет, использованные автором при написании работы.

При несоблюдении изложенных требований контрольная работа не принимается.

Если после проверки контрольная работа не зачтена, нужно внести в нее дополнения и исправления в соответствии с замечаниями рецензента.

Для изучения дисциплины «Микроклонирование растений» необходимы знания специальных терминов и определений, значения которых приводятся в прил. 2.

# **СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «МИКРОКЛОНИРОВАНИЕ РАСТЕНИЙ»**

## **Раздел 1. Сущность микроразмножения растений**

Тема 1.1. Перспективы и проблемы микроразмножения.

Преимущества и способы вегетативного размножения. Рекомендуемая литература. Перспективы и проблемы клонирования. История развития микроразмножения.

Тема 1.2. Модели микроразмножения растений.

Получение каллусной ткани с последующей регенерацией из нее растений. Индукция образования адвентивных органов непосредственно на экспланте. Пролиферация пазушных побегов. Соматический эмбриогенез.

Тема 1.3. Факторы, влияющие на процесс клонального размножения *in vitro*.

Этапы микроразмножения. Факторы, влияющие на процесс размножения *in vitro*. Физические факторы выращивания: температурный режим, интенсивность и спектральный состав света, консистенция и кислотность питательной среды. Размер, возраст и местоположение экспланта. Общая характеристика питательных сред для культивирования *in vitro*. Минеральное и углеродное питание, витамины, стимуляторы роста. Состав и приготовление питательных сред.

## **Раздел 2. Техника размножения в культуре тканей**

Тема 2.1. Изолирование тканей различного месторасположения у растений.

Условия, при которых целесообразно использовать культуру тканей растений для получения ценных веществ. Преимущества использования метода *in vitro* перед использованием самих растений.

Тема 2.2. Методы хранения изолированных тканей.

Пассирование. Криогенное хранение культур клеток и тканей растений. Этапы криогенного хранения. Способы предотвращения повреждений и мутаций тканей при различных способах их хранения.

Тема 2.3. Выращивание изолированных тканей, клеток растений.

Выращивание изолированных тканей, отдельных клеток и клеточных суспензий. Специальные методы выращивания: культуры-

«няньки», микропрививки органов на ткань, ткани на ткань, совместное выращивание тканей разных видов растений. Методы оценки результатов выращивания.

### **Раздел 3. Использование метода микроклонирования в науке и практике**

Тема 3.1. Использование метода культуры ткани в селекции и генетике.

Селекционно-генетическое применение культуры изолированных клеток и тканей. Использование протопластов в культуре *in vitro*. Цитогенетика клеток и тканей в культуре *in vitro* и особенности полученных из них растений.

Тема 3.2. Оздоровление посадочного материала.

Использование метода культуры тканей для оздоровления посадочного материала. Совместное применение микроразмножения *in vitro* с химио- и термотерапией. Способы выращивания оздоровленных растений.

Тема 3.3. Микроразмножение древесных и декоративных растений.

Размножение древесных и декоративных растений *in vitro*. Международные и российские достижения в микроклонировании растений и практическом применении данного метода.

## **ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Вариант 1**

1. История развития микроклонирования тканей и органов растений.
2. Состав питательных сред для культивирования растений.
3. Каллусогенез.
4. Составить тест из трех вопросов (к каждому вопросу по 3 ответа) по теме «Методы микроклонирования растений».



## **Вариант 2**

1. Достижения микроклонирования растений на современном этапе.
2. Подготовка растительного материала к культивированию.
3. Суспензионная культура и способы ее получения.
4. Составить тест из трех вопросов (к каждому вопросу по 3 ответа) по теме «Этапы микроклонального размножения растений».

## **Вариант 3**

1. Преодоление прогамной несовместимости *in vitro*.
2. Адаптация растений-регенерантов к естественным почвенным условиям.
3. Микроклонирование декоративных растений.
4. Решить задачу. Масса ткани за 10 дней увеличилась на 80 мг. Найти процент прироста ткани за 30 дней, если темп прироста оставался прежним, а масса ткани на 30-й день составила 300 мг.

## **Вариант 4**

1. Преодоление постгамной несовместимости *in vitro*.
2. Этапы микроклонального размножения растений.
3. Влияние физиологического возраста исходного материала и экспланта на микроразмножение растений.
4. Составить тест из трех вопросов (к каждому вопросу по 3 ответа) по теме «Состав питательных сред».

## **Вариант 5**

1. Получение гаплоидов *in vitro*.
2. Криосохранение растений.
3. Влияние состава питательных сред на микроразмножение растений.
4. Решить задачу. Определить массу ткани на 10-й день, если начальная масса ткани была 50 мг, средний прирост за первые 5 дней составил 15 %, с 6-го по 10-й день темп прироста увеличился в 2,5 раза.

## **Вариант 6**

1. Индукция возникновения адвентивных органов тканями экспланта.
2. Влияние генотипа растений на успех микроклонирования.

3. Микроразмножение травянистых растений.
4. Составить тест из трех вопросов (к каждому вопросу по 3 ответа) по теме «Оздоровление посадочного материала».

### **Вариант 7**

1. Индукция соматического эмбриогенеза.
2. Подготовка растительного материала к микроразмножению, стерилизация.
3. Влияние интенсивности освещения и спектрального состава света на микроразмножение растений.
4. Решить задачу. Масса ткани за 15 дней увеличилась на 90 мг. Найти процент прироста ткани за 20 дней, если темп прироста оставался прежним, а начальная масса составляла 30 мг.

### **Вариант 8**

1. Оздоровление посадочного материала от вирусов.
2. Размножение растений методом дифференциации адвентивных почек в первичной и пересадочной каллусной ткани.
3. Микроразмножение плодовых растений.
4. Составить тест из трех вопросов (к каждому вопросу по 3 ответа) по теме «Факторы, влияющие на микроразмножение растений».

### **Вариант 9**

1. Преимущество микроразмножения перед традиционными способами размножения растений.
2. Влияние консистенции и кислотности питательных сред на микроразмножение растений.
3. Микроразмножение лиственных лесных древесных пород.
4. Решить задачу. Масса ткани за 10 дней увеличилась с 20 до 150 мг. Найти массу ткани за 17 дней, если темп прироста оставался прежним.

### **Вариант 10**

1. Размножение растений методом активации развития существующих меристем.
2. Микроразмножение хвойных древесных пород.
3. Влияние температурного режима на микроразмножение растений.

4. Составить тест из трех вопросов (к каждому вопросу по 3 ответа) по теме «Этапы микроразмножения растений».

### **ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕТВЕРТОГО ВОПРОСА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Для решения задач необходимо ознакомиться с методами оценки результатов микроразмножения.

Определение влияния внешних факторов на рост ткани при микроразмножении проводят по следующим количественным критериям:

- а) масса сырой ткани, выросшей за определенный промежуток времени;
- б) масса ткани в абсолютно сухом состоянии;
- в) число клеток в культуре и масса одной клетки.

Для обеспечения точности вычисления этих критериев необходимо в начале опыта брать одинаковые по размеру экспланты (массой не менее 100 мг).

1. Определение сырой массы проводят:

а) в конце опыта – для этого большую часть (примерно 5/6) культур извлекают из колб и взвешивают, а оставшиеся используют для дальнейшего пассирования;

б) в течение всего периода роста (для определения его динамики) – в этом случае взвешивание культуры вместе со средой и культуральным сосудом неприемлемо из-за усыхания агара, чаще применяется взвешивание выборочное (по 1/5–1/6 части культур каждую неделю) или взвешивание всех культур в специальных конвертиках из стерильной бумаги.

Результаты эксперимента выражают в таблицах, диаграммах или графиках.

Обычно для характеристики роста определяют прирост ткани за определенный отрезок времени:

$$\Delta W = 100(W_t - W_0) / W_0,$$

где  $\Delta W$  – прирост ткани за определенный отрезок времени, %;  $W_t$  – конечная масса культуры, мг, за определенное время ( $t$ ) культивирования;  $W_0$  – начальная масса культуры, мг.

## **Пример составления теста по теме варианта контрольного задания**

1. Культура тканей – это выращивание:
  - тканей вне организма на питательной среде;
  - растений в лесных культурах;
  - отдельных тканей на материнском растении.
  
2. Соматический эмбриогенез в культуре ткани – это:
  - превращение соматической каллусной клетки в клетку, подобную зиготе;
  - регенерация эмбрионов после криогенного хранения;
  - культивирование зародышей семян в культуре *in vitro*.
  
3. Эксплант – это:
  - часть растения, переносимая на свежую питательную среду при пассировании;
  - растение, восстановленное после культивирования *in vitro*;
  - часть растения, взятая для выращивания *in vitro*.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО 7.5.04–2019. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению работ учащихся / СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2019. – 102 с.

2. Братилова, Н. П. Культура ткани : учеб. пособие / Н. П. Братилова ; Сиб. гос. технол. ун-т. – Красноярск, 2010. – 72 с.

3. Братилова, Н. П. Культура ткани : лабораторный практикум / Н. П. Братилова, К. В. Шестак ; Сиб. гос. технол. ун-т. – Красноярск, 2004. – 46 с.

4. Жигунов, А. В. Применение биотехнологий в лесном хозяйстве России [Электронный ресурс] / А. В. Жигунов // ИВУЗ. Лесной журнал. – 2013. – № 2. – 6 с. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/6c3/lh2.pdf>. – Загл. с экрана.

5. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. – 2-е изд. – Юрайт, 2020. – 333 с. // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://biblionline.ru/bcode/448580>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Прохорова, Е. В. Вегетативное размножение древесно-кустарниковых растений / Е. В. Прохорова, С. В. Кириллов. – Йошкар-Ола : Поволжский гос. технол. ун-т, 2017. – 148 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/101135/#2>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Слюняев, В. П. Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии / В. П. Слюняев, Е. А. Плошко. – СПб. : СПбГЛТУ, 2012. – 112 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/45315/#2>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Царев, А. П. Селекция и репродукция лесных древесных пород / А. П. Царев, С. П. Погиба, В. В. Тренин. – М. : Логос, 2002. – 520 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

*Приложение 1*  
(обязательное)

### Образец оформления титульного листа контрольной работы

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева»**

Институт лесных технологий

Кафедра селекции и озеленения

**Контрольная работа**  
**по дисциплине «Микроклонирование растений»**  
Вариант № 2

Преподаватель	_____		<u>Н. П. Братилова</u>
	(подпись, дата)		
Обучающийся	<u>БЛСЗ 19-01, 192223011</u>	<u>22.06.2021</u>	<u>А. А. Иванова</u>
	номер группы, зачетной книжки	(подпись, дата)	

Красноярск 2021

## Термины и определения

*Агар* (агар-агар) – полисахарид – вытяжка из морских водорослей, чаще всего входит в состав питательной среды.

*Адвентивные органы* – почки, побеги, возникшие из тканей и клеток, обычно их не образующих.

*Андрогенез* – развитие яйца, имеющего только отцовские хромосомы – мужской партеногенез.

*Ауксины* – вещества, влияющие на деление, растяжение и дифференциацию клеток; стимулируют образование корней.

*Вегетативное размножение* – образование нового организма из части материнского растения без участия полового процесса.

*Витрификация* – появление аномальных побегов.

*Ген* – участок хромосомы, обладающий определенной биохимической функцией и оказывающий специфическое влияние на свойства особи. Функционально неделимая единица наследственного материала.

*Гиббереллины* – вещества, способствующие развитию надземной части растений; усиливают рост и вытягивание стебля, листьев, сформировавшихся почек.

*Дегидратация* – обезвоживание.

*Индукция* – побуждение, активация.

*Исходный растительный материал* – любая часть растения, используемая для извлечения экспланта.

*Каллюс* – раневая ткань, возникающая на месте повреждения тканей, клеток, выполняет функцию защиты и заживления ран, обладает ярко выраженной регенерационной способностью.

*Клетка* – элементарная живая система, основа строения и жизнедеятельности всех животных и растений.

*Клон* – совокупность клеток или организмов, генетически идентичных одной родоначальной клетке. Вегетативное потомство одной особи.

*Клональное микроразмножение* – массовое бесполое размножение растений в культуре тканей и клеток, при котором возникшие формы растений генетически идентичны исходному экземпляру.

*Криопротектор* – вещество, которое добавляют при криогенном хранении для уменьшения кристаллизации и обезвоживания.

*Криосохранение* – глубокое замораживание и хранение культур при температуре ниже 140 °С.

*Культура ткани* – сохранение жизнеспособности и выращивание клеток, тканей, органов растений или животных вне организма на(в) специальной питательной среде.

*Меристема* – образовательная ткань растений, долго сохраняющая способность к делению и образованию новых клеток, отличающаяся высокой метаболической активностью. Точка роста стебля.

*Онтогенез* – развитие особи от оплодотворения до смерти.

*Органогенез* – процесс возникновения, формирования и развития органов. Образование в культуре ткани из каллюса придаточных побегов и корней.

*Ортет* – исходная материнская особь, давшая начало вегетативно размножаемому потомству.

*Партеногенез* – развитие зародыша из неоплодотворенной клетки.

*Пассаж* – однократный перенос экспланта на свежую питательную среду.

*Пассирование* – неоднократная пересадка экспланта на свежую питательную среду.

*Питательная среда* – искусственная среда, включающая такой набор веществ и в таких пропорциях, которые обеспечивают деление, рост и дифференциацию размножаемой ткани.

*Пролиферация* – тип уродливости у растений, прорастание сформировавшегося органа другим. Многократное деление живых клеток, в результате чего образуется каллюс.

*Протопласты* – клетки, лишенные клеточной оболочки.

*Рамета* – особь, индивидуальный представитель клона.

*Регенерация* – восстановление целого организма из его части.

*Реjuvenализация* – омоложение организма.

*Ризогенез* – образование в культуре тканей корней.

*Соматический эмбриогенез* – образование из каллюса клеток, подобных зиготе, способных дать начало новому организму.

*Стерилизация* – процесс уничтожения микробов и вирусов при помощи физических или химических воздействий.

*Суспензия* – смесь питательных веществ, воды и кислорода.

*Суспензионная культура* – выращивание клеток во взвешенном состоянии в жидкой среде при их аэрации и перемешивании

*Термолабильные соединения* (белковые компоненты, витамины, углекислые соли, растительные экстракты и др.) – входят в состав



питательной среды, под воздействием высоких температур и давления разрушаются или превращаются в другие вещества.

*Тотипотентность клетки* – свойство клетки реализовать генетическую информацию ядра, обеспечивающую развитие до целостного организма.

*Цитокинины* – вещества, нарушающие покой и стимулирующие рост покоящихся органов; регулируют рост соматических зародышей и формирование растений, необходимы для дифференциации стеблевых почек в культуре каллюсных клеток и при регенерации побегов из клеток эксплантов.

*Эксплант* – фрагмент ткани или органа, выделенный из материнского организма, культивируемый вне его (на искусственной питательной среде).

*Эмбриокультура* – выращивание в культуре ткани зародышей.

*Энуклеация* – метод размножения, основанный на полном удалении ядерного материала из яйцеклетки.

**Питательные среды для микроклонирования  
древесных растений**

Вид растения	Культивируемая ткань	Питательная среда
Вишня об., груша об., слива, персик об.	зародыши	Тьюкея, Уайта
Магнолия крупноцветная	зародыши	Хеллера
Псевдотсуга	зародыши	Мурасиге и Скуга
Лимон	зародыши	Тьюкея
Ясень обыкновенный	зародыши	Готре + микроэлементы
Ель об., ель сиб., лиственница сиб., пихта сиб., пихта бальзамическая, сосна об., кедровая	окоренные ветви	Мурасиге и Скуга
Тополя: белый, бальзамический, канадский, дрожащий	побеги без коры	Мурасиге и Скуга
Сосны: обыкновенная, кедровая	сегменты древесины 3–5-летних ветвей	Мурасиге и Скуга
Цитрус мелкоплодный	семяпочки	Уайта
Лиственница даурская	корни, гипокотиль, хвоя	Мурасиге и Скуга
Береза пушистая, дуб черешчатый	корни	Сланкиса
Тополь бальзамический	пыльники	Мурасиге и Скуга
Тополя: Максимовича, канадский	пыльники	Уолкера и Скуга

**Состав питательных сред, мг/л**

*Тьюкея:*

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  – 185;  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  – 185;  $\text{KNO}_3$  – 135;  $\text{KCl}$  – 680;  $\text{CaSO}_4$  – 185;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 185.

*Уайта:*

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 200;  $\text{MgSO}_4$  – 360;  $\text{KNO}_3$  – 80;  $\text{KCl}$  – 65;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  – 200;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  – 16,5;  $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$  – 2,5;  $\text{KJ}$  – 0,75;  $\text{MnSO}_4$  – 4,5;  $\text{ZnSO}_4$  – 1,5;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 1,5; витамин  $\text{B}_1$  – 0,1; витамин  $\text{B}_6$  – 0,1; никотиновая кислота 0,5; гликокол – 3,0; сахароза – 20000.

*Сланкиса:*

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – 71,95;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 20,47;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 100; тиамин – 0,05; пиридоксин – 0,1; никотиновая кислота – 0,5; холин-хлорид – 0,5.

*Мурасиге и Скуга:*

$\text{NH}_4\text{O}_3$  – 1650;  $\text{KNO}_3$  – 1900;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 440;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 370;  
 $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 170;  $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$  – 37,3;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 27,8;  $\text{H}_2\text{BO}_3$  – 6,2;  
 $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – 22,3;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – 8,6;  $\text{KJ}$  – 0,83;  
 $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 0,25;  
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – 0,025;  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  – 0,025; гликоколь – 2,0; гидролизат казеина – 1000; мезо-инозит – 100; никотиновая кислота – 0,5; пиридоксин  $\text{HCl}$  – 0,5; тиамин  $\text{HCl}$  – 0,1.

*Хеллера:*

$\text{KCl}$  – 750;  $\text{NaNO}_3$  – 600;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 250;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – 125;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 75; сахароза – 20000; раствор микроэлементов – 1 мл.

*Готре:*

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – 500;  $\text{KNO}_3$  – 125;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 125;  $\text{H}_2\text{PO}_4$  – 125; раствор микроэлементов по Бертелло – 10 капель; сахароза – 30000; цистеин – 10; витамин  $\text{B}_1$  – 1.

*Раствор микроэлементов по Бертелло (модифицированный Готтре):*

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  – 5 000;  $\text{MnSO}_4$  – 2 000;  $\text{KJ}$  – 500;  $\text{NiCl}_2$  – 50;  $\text{CaCl}_2$  – 50;  $\text{TiMgSO}_4$  – 200;  $\text{ZnSO}_4$  – 100;  $\text{CuSO}_4$  – 50;  $\text{BeSO}_4$  – 100;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 50;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 1 мл.

Раствор добавляют к средам в количестве от нескольких капель до 1 мл на 1 литр.

*Смесь витаминов по Жакио (для тканей древесных растений):*

витамин  $\text{B}_1$  – 0,1; пантотенат  $\text{Ca}$  – 0,5; биотин – 0,5; мезоинозит – 500; рибофлавин – 0,1; никотиновая кислота – 1; парааминобензойная кислота – 1; фолиевая кислота – 0,01.

Учебно-методическое издание

## **МИКРОКЛОНИРОВАНИЕ РАСТЕНИЙ**

*Методические указания*

Составитель

**Братилова Наталья Петровна**

Редактор *Т. Л. Патюкова*

Оригинал-макет и верстка *Т. А. Фартышевой*

Подписано в печать 20.08.2021. Формат 60×84/16. Бумага офисная.

Печать плоская. Усл. печ. л. 1,2. Уч.-изд. л. 1,4. Тираж 50 экз.

Заказ                      С 1431.

Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 24.49.04.953.П.000.032.01.03 от 29.01.2003 г.

Редакционно-издательский отдел СибГУ им. М. Ф. Решетнева.  
660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.  
E-mail: rio@mail.sibsau.ru. Тел. (391) 201-50-99.

Отпечатано в редакционно-издательском центре  
СибГУ им. М. Ф. Решетнева.  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82. Тел. (391) 227-69-90.