

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан биологического факультета МГУ

Академик

М.П.Кирпичников

2015 г.



### Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): «Клеточные основы морфогенеза растений»
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – **Ботаника**.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: **вариативная часть** ООП (осенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре высших растений)
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Формируемые компетенции<br>(код компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине<br>(модулю)  |
|--|--|
| <i>УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i> | <b>Владеть:</b><br>навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях<br>Код В1 (УК-1)<br><b>Владеть:</b><br>навыками критического анализа и оценки современных научных |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Код <b>В2 (УК-1)</b></p>   |
| <p><b>УК-2</b></p> <p><i>Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.</i></p>   | <p><b>Знать:</b></p> <p>методы научно-исследовательской деятельности</p> <p>Код <b>З1 (УК-2)</b></p>   |
| <p><b>УК-3:</b></p> <p><i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i></p>   | <p><b>Владеть:</b></p> <p>технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке</p> <p>Код <b>В2 (УК-3)</b></p>  |
| <p><b>УК-4:</b></p> <p><i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i></p>  | <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках</p> <p>Код <b>В1 (УК-4)</b></p> <p><b>Знать:</b></p> <p>стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках</p> <p>Код <b>З2 (УК-4)</b></p> |
| <p><b>ОПК-1</b></p> <p><i>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i></p> | <p><b>Уметь:</b></p> <p>собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа</p>   |

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 академических часов, из которых 28 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (28 часов занятий лекционного типа) и 80 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий, работа с литературой и написание рефератов).

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

**ЗНАТЬ:** общую ботанику, цитологию растительной клетки, анатомию растений, физиологию растений, биохимию (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований

**УМЕТЬ:** выработать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах морфогенеза растений и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области клеточных основ морфогенеза, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

**ВЛАДЕТЬ:** современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)   | Всего (часы) | В том числе   |                           |                        |                             |  |   |                             |                             |           |
|---|--------------|---|---------------------------|------------------------|-----------------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------|
|   |              | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы |                           |                        |                             |  | Самостоятельная работа обучающегося, часы |                             |                             |           |
|   |              | Занятия лекционного типа  | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, коллоквиумы, практические занятия и др)* | Всего                                     | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератов и т.п. | Всего     |
| <b>ПОНЯТИЕ О МОРФОГЕНЕЗЕ. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ МОРФОГЕНЕЗА.</b> Полярность клеток, симметричные и асимметричные деления. Организация апикальных меристем растений.   | <b>38</b>    | 10  |                           |                        |                             |  | <b>10</b>                                 | 24                          | 4                           | <b>28</b> |
| <b>ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЛИФЕРАЦИИ И РОСТА КЛЕТОК.</b> Деления клеток и переход к росту растяжением. Значение размера меристематической клетки для перехода к делению. Роль асимметричных делений при формировании структур. Дифференциация клеток в тканях | <b>52</b>    | 12  |                           |                        |                             |  | <b>12</b>                                 | 36                          | 4                           | <b>40</b> |

|   |            |           |  |  |  |  |           |           |           |           |
|---|------------|-----------|--|--|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| растений.   |            |           |  |  |  |  |           |           |           |           |
| <b>ПОЗИЦИОННАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ЕЕ РОЛЬ В МОРФОГЕНЕЗЕ РАЗНЫХ ОГАНОВ РАСТЕНИЯ.</b> Проблема стволовых клеток у растений. | <b>18</b>  | 6         |  |  |  |  | <b>6</b>  | 8         | 4         | <b>12</b> |
| <b>Промежуточная аттестация - зачет</b>   |            |           |  |  |  |  |           |           |           |           |
| <b>Итого:</b>   | <b>108</b> | <b>28</b> |  |  |  |  | <b>28</b> | <b>68</b> | <b>12</b> | <b>80</b> |

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Барлоу П. Деления клеток в меристемах и значение этого процесса для органогенеза и формообразования растений // Онтогенез. 1994. Т. 25, № 5. С. 5-28.
2. Иванов В.Б. Клеточные механизмы роста растений. 2011. М.: Наука. 104 с.
3. Иванов В.Б. Пролиферация клеток в растениях. М.: ВИНТИ. Итоги науки и техники. Сер. Цитология. 1987. Т. 5. 220 с.
4. Синнот Э. Морфогенез растений. 1963. М.: ИЛ. 590 с.
5. Чуб В.В. Роль позиционной информации в регуляции развития органов цветка и листовых серий побегов. 2010. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 263 с.
6. Эзау К. Анатомия семенных растений. Кн. 1, 2. 1980. М.: Мир. 560 с.
7. Barlow P.W. Positional Controls in Root Development// In: Positional Controls in Plant Development. Eds Barlow P.W., Carr D.J. Cambridge University Press. 1984. P. 281-318.
8. Macieira-Coelho A. Asymmetric Cell Division // Ser.: Progress in Molecular and Subcellular Biology. 2007. Volume 45. 256 P.

Дополнительная литература

1. Barlow P., Lück J. Transformations of Cellular Pattern: Progress in the Analysis of Stomatal Cellular Complexes Using L-Systems. In: Progress in Botany. 2010. Eds.: Lüttge et al. Vol. 71. P. 61-99.
2. Bennett T., Scheres B. Root Development – Two Meristems for the Price of One? In: Current topics in developmental biology. 2010. Ed.: Timmermans M. Vol. 91. P. 67–102.
3. Berleth Th., Sachs T. Plant morphogenesis: long-distance coordination and local patterning // Current Opinion in Plant Biology. 2001. Vol. 4. P. 57–62.
4. Byrne M. Networks in leaf development // Current Opinion in Plant Biology. 2005. Vol. 8. P. 59–66.
5. Fleming A. The co-ordination of cell division, differentiation and morphogenesis in the shoot apical meristem: a perspective // J. Exp. Bot. 2006. Vol. 57. No. 1. P. 25–32.
6. Jurgens G. Growing up green: cellular basis of plant development // Mechanisms of Development. 2003. Vol. 120. P. 1395-1406.
7. Laskowski M.J., Williams M.E., Nusbaum H.C., Sussex I.M. Formation of lateral root meristems is a two-stage process // Development. 1995. V. 121. № 10. P. 3303-3310.
8. Lloret P., Casero P. Lateral root initiation. In: Plant roots: the hidden half. 2002. Eds.: Y. Waisel, A. Eshel, U. Kafkafi. New York: Marcel Dekker, Inc. P. 198-242.
9. Sachs T. Cell polarity and tissue patterning in plants // Development Supplement I. 1991. P. 83-93.
10. Sprunck S., Groß-Hardt R. Nuclear behavior, cell polarity, and cell specification in the female gametophyte // Sex Plant Reprod. 2011. Vol. 24. P. 123–136.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Описание материально-технической базы.

Кафедра высших растений биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): ассистент кафедры высших растений М.Е. Площинская

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Клеточные основы морфогенеза растений»  
на основе карт компетенций выпускников**

| РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ<br>по дисциплине (модулю)   | КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ<br>ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА<br>ОБУЧЕНИЯ<br>по дисциплине (модулю), баллы БРС |           |            |            |             | ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА                               |
|--|---|-----------|------------|------------|-------------|--|
|  | 1,<br>0   | 2<br>1-29 | 3<br>30-59 | 4<br>60-89 | 5<br>90-100 |  |
| <b>Владеть:</b><br>навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях<br>Код В1 (УК-1)  | 0   | 1-29      | 30-59      | 60-89      | 90-100      | - индивидуальное собеседование, реферат, зачет   |
| <b>Владеть:</b><br>навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях<br>Код В2 (УК-1) | 0   | 1-29      | 30-59      | 60-89      | 90-100      | - - индивидуальное собеседование, реферат, зачет |
| <b>Знать:</b><br>методы научно-исследовательской деятельности<br>Код З1(УК-2)  | 0   | 1-29      | 30-59      | 60-89      | 90-100      | - индивидуальное собеседование, реферат, зачет   |
| <b>Владеть:</b>  | 0   | 1-29      | 30-59      | 60-89      | 90-100      | - индивидуальное собеседование, реферат,         |

|  |   |      |       |       |        |  |
|--|---|------|-------|-------|--------|--|
| технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке<br>Код В2(УК-3)        |   |      |       |       |        | <i>зачет</i>   |
| <b>Знать:</b><br>стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках<br>Код 32(УК-4) | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, реферат,<br><i>зачет</i> |
| <b>Владеть:</b><br>навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках<br>Код В1(УК-4)  | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, реферат,<br><i>зачет</i> |
| <b>Уметь:</b><br>собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа  | 0 | 1-29 | 30-59 | 60-89 | 90-100 | - индивидуальное собеседование, реферат,<br><i>зачет</i> |

## Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

### Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

1. Асимметричные деления клеток как один из ключевых процессов морфогенеза растений.
2. Теория гистогенов и ее применение для интерпретации строения апикальной меристемы корня. Какие особенности строения апикальной меристемы побега не позволяют применять для нее данную теорию?
3. Происхождение структурно и функционально различных сестринских клеток при гаметогенезе.
4. Сравнение процессов развития трихом надземных органов и корневых волосков. Сходство и различие.
5. Последовательность клеточных делений при формировании устьичного аппарата. Значение размера меристемоида для его перехода к делению.
6. Структурные, биохимические и физиологические аспекты полярности меристематических клеток. Значение полярности клеток для морфогенеза органов растений.
7. Рост клеток растяжением. Особенности перехода клеток меристемы к росту растяжением в корнях и побегах.
8. Обособление инициальных клеток боковых корней, их дедифференциация и возможные механизмы регуляции. Направление первых делений. Последовательные стадии образования меристематического примордия бокового корня.
9. Направления делений сестринских клеток одного клеточного пакета и их значение для формирования радиальной структуры корня.
10. Различные представления о стволовых клетках у растений.

**ПРОГРАММА**  
**зачета по спецкурсу «КЛЕТОЧНЫЕ ОСНОВЫ МОРФОГЕНЕЗА РАСТЕНИЙ»**

**ПОНЯТИЕ О МОРФОГЕНЕЗЕ. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ МОРФОГЕНЕЗА.**

Понятие морфогенеза и его содержание. Морфогенез как процесс. Современные представления о морфогенезе как о механизме реализации генетической информации и его регуляции. Основные отличия морфогенеза растений от морфогенеза животных. Постоянный открытый рост и циклическое изменение состояния последовательно возникающих метамеров как основа строения и функции органов растений. Роль клетки в становлении формы у растения.

Значение симметричных и асимметричных делений клеток при образовании новых органов растения. Асимметричные деления как источник клеток, различных по строению и различным по свойствам. Значимость для создания структуры возможности выделения в меристеме пула клеток с иными свойствами, чем у окружающих. Свойства клеток, определяющие их полярность. Особенности формирования фрагмопласта при симметричных и асимметричных делениях, определяющие направление деления клетки. Роль цитоскелета в изменении направлении деления клетки при асимметричных делениях.

Формирование апикального и базального полюсов зародыша. Образование радиальной структуры зародыша и клеточных слоев. Формирование апикальных меристем растения в эмбриогенезе. Принципы расположения и деления клеток в меристемах. Понятие об инициальных клетках. Инициальные клетки в меристемах и их производные. Особенности деления единственной инициальной клетки в апикальных меристемах споровых растений.

Структура апикальной меристемы корня. Гистогены. Открытые и закрытые меристемы. Покоящийся центр и периферическая часть меристемы. Частота делений и длительность митотического цикла в клетках разных частей меристемы. Направления делений. Ряды клеток меристемы и соотношения между ними. Деления клеток гистогенов как самые ранние стадии дифференцировки постоянных тканей.

Различные подходы к описанию структуры апикальной меристемы побега. Теория гистогенов и туники-корпуса. «Меристема ожидания». Функциональные домены меристемы побега. Производные клеток разных зон апикальной меристемы как предшественники постоянных тканей. Формирование листового примордия как элемента метамера побега. Деления и рост клеток метамера после выхода из почки. Взаимное расположение делящихся и растущих клеток в разных частях метамера.

**ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЛИФЕРАЦИИ И РОСТА КЛЕТОК.**

Особенности пролиферации клеток в меристеме. Длительность митотического цикла и продолжительность жизни меристематической клетки. Механизмы поддержания определенного числа пролиферирующих клеток в меристеме. Особенности и регуляция перехода клеток к росту растяжением в апикальных меристемах корня и побега. Последовательное изменение размеров меристематической клетки и растущей клетки и его значение для морфогенеза органа. Изменение скорости роста клетки и способы его определения.

Количественный и качественный рост клетки. Представления о значимости величины удельной поверхности клетки для перехода к делению. Различия в размерах клеток меристемы как первая стадия их дифференцировки. Корреляция размеров клеток и частоты их делений. Роль «критического размера» для перехода клетки к делению.

Инициальные клетки боковых корней, их локализация и свойства. Процессы, приводящие к возобновлению пролиферации инициальных клеток. Последовательность клеточных делений при инициации бокового корня. Стадии развития примордия бокового корня как пула особым образом организованных меристематических клеток среди постоянных тканей корня. Направления делений клеток. Формирование апикальной меристемы нового органа. Ранние стадии дифференцировки проводящих тканей и встраивание их в проводящую систему материнского органа. Влияние роста и деления клеток бокового корня на окружающие его клетки материнского корня. Представления о развитии бокового корня как о двухстадийном процессе.

Устьичный аппарат как комплекс клеток эпидермиса с особым строением и свойствами. Инициальные клетки устьичных аппаратов. Меристемоиды. Симметричные и асимметричные деления меристемоидов при формировании устьица. Направление делений. Зависимость строения дефинитивного устьичного аппарата от размера меристемоидов. Возможные механизмы регуляции размера меристемоида. Вариативные деления сестринских клеток меристемоидов и их связь с распределением устьичных аппаратов в эпидермисе.

Симультантные и сукцессивные деления клеток в тетрадах микроспор. Деления при образовании псевдомонады. Освобождение микроспоры из тетрады и ее полярность. Асимметричные деления микроспор с возникновением сестринских клеток мужского гаметофита, различающихся по размерам, строению и функциям. Особенности строения клеточной стенки микроспоры и цитоскелета, обеспечивающие полярность клетки и прохождение асимметричных делений. Асимметричные деления клеток при образовании зародышевого мешка – комплекса из 8 функционально различных клеток. Заложение и ориентация клеточных стенок при разных типах развития эндосперма.

Симметричные и асимметричные клеточные деления на ранних стадиях дифференциации постоянных тканей. Направление делений. Эпидермис, основные клетки, клетки трихом. Деления клеток в ризодерме. Трихобласты и атрихобласты. Асимметричные деления при дифференциации эндодермы корня. Прокамбий. Особенности делений клеток при дифференциации клеток флоэмы. Латеральные меристемы – камбий и феллоген.

### **ПОЗИЦИОННАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ЕЕ РОЛЬ В МОРФОГЕНЕЗЕ РАЗНЫХ ОРГАНОВ РАСТЕНИЯ.**

Формирование рядности клеток апикальной меристемы корня. Понятие о клеточных пакетах, их возникновение в меристеме. Зависимость скорости деления, направления деления и размера будущих клеток кортекса от их положения в пакете. Синхронные и асимметричные деления сестринских клеток. Корневой чехлик как модель для изучения зависимости структурных и функциональных характеристик дифференцированной клетки от ее положения в меристеме. Позиционный контроль при регенерации органов растения.

Позиционная информация в меристеме побега. Концепция индуктора-ингибитора и временное окно компетентности клеток к дифференциации. Инициация развития листа. Последовательность клеточных делений при формировании листового примордия. Механические факторы развития листового примордия и их значение для формирования филлотаксиса. Теория разметки апикальной меристемы при морфогенезе листовых и флоральных примордиев.

Понятие ствольных клеток, их основные признаки. Разные подходы к проблеме наличия ствольных клеток у растений. Цитологические, физиологические и функциональные особенности клеток покоящегося центра в апикальной меристеме корня и клеток «меристемы ожидания» в апексе побега. Опыты по восстановлению меристемы корня клетками покоящегося центра. Возможность обратимого перехода клеток покоящегося центра корня к активной пролиферации и его регуляция. Корневой чехлик как возможный источник ствольных клеток. Стволовые клетки в эмбриогенезе растений.

Лш (М.Е. Тющилская)