



ПРИЛОЖЕНИЕ 13 к ООП ВО
**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.В.Л.КОМАРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

УТВЕРЖДЕНО

на заседании Ученого совета БИН РАН

протокол № 7 от 13 мая 2019 года

Директор БИН РАН,

д.б.н.,

Д.В. Гельтман



Рабочая программа дисциплины (Б1.В.ДВ.2.2)

«МЕХАНИЗМЫ МОРФОГЕНЕЗА ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ»

по направлению подготовки кадров высшей квалификации –
программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

06.06.01 Биологические науки

профиль 03.01.05 Физиология и биохимия растений

Санкт-Петербург

2019

Составитель рабочей программы:

Войцеховская Ольга Владимировна., к.б.н., вед.н.с. с возложением обязанностей рук.лаб. Молекулярной и экологической физиологии БИН РАН

ДИСЦИПЛИНА «Механизмы морфогенеза высших растений»

Профиль 03.01.05 Физиология и биохимия растений

Цикл дисциплин (по учебному плану): Б1.В.ДВ.2.2

Курс: 2 курс

Трудоёмкость в ЗЕТ - 3

Трудоёмкость в часах - 108

ПРЕДИСЛОВИЕ

Рабочая программа дисциплины «Механизмы морфогенеза высших растений» (Б1.В.ДВ.2.2) разработана и составлена на основании Федеральных государственных образовательных стандартов основных образовательных программ высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 06.06.01 Биологические науки профиль 03.01.05 Физиология и биохимия растений, в соответствии с учебным планом подготовки аспирантов в БИН РАН и паспортом научной специальности 03.01.05 - «Физиология и биохимия растений».

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели изучения дисциплины «Механизмы морфогенеза высших растений»

- приобретение аспирантами фундаментальных знаний о процессах, лежащих в основе морфогенеза высших растений, и о новейших открытиях в данной области.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление об основных факторах и механизмах, регулирующих образование вегетативного тела растения и его генеративных органов, а также об основных научных проблемах и дискуссионных вопросах в данной области физиологии и биохимии растений;
- сформировать представление о спектре современных методов, применяемых для исследований морфогенетических процессов высших растений;
- подготовить к применению полученных знаний при осуществлении собственных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Учебная дисциплина «Механизмы морфогенеза высших растений» входит в вариативную часть ООП по направлению 06.06.01 Биологические науки, профиль 03.01.05 Физиология и биохимия растений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания по физиологии и биохимии растений, ботанике, биофизике, биоорганической химии и биологической статистике в объеме программы высшего профессионального образования.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке к кандидатскому экзамену по специальности, а также при подготовке и написании научно-квалификационной диссертационной работы.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Механизмы морфогенеза высших растений» направлено на формирование следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению 06.06.01 Биологические науки, профили: 03.01.05 Физиология и биохимия растений.

3.1. Универсальные компетенции:

-

3.2. Общепрофессиональные компетенции:

-

3.3. Профессиональные компетенции:

- готовность использовать полученные знания в области биологических наук, соответствующей избранному профилю обучения, для решения собственных исследовательских задач, включая постановку проблемы, формирование целей, выбора методов исследования и проведения анализа (ПК-2).

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны

знать:

- о генных комплексах, регулирующих процессы функционирования апикальных меристем побега и корня, перехода растений к цветению, а также о гормональной и эпигенетической регуляции их экспрессии;
- о структурных основах морфогенеза побега и корня высших растений;

уметь:

- применять полученные представления при разработке стратегий решения собственных исследовательских задач.

владеть:

— навыком использования освоенной терминологии в личной научно-исследовательской работе

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Приводимая ниже таблица показывает распределение бюджета учебного времени, отводимого на освоение основных разделов курса согласно учебному

плану

Форма обучения очная, 2-й год аспирантуры; вид отчетности — зачёт

Вид учебной работы	Объем часов	Объем зачетных единиц
Трудоемкость изучения дисциплины	108	3
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	18	0,5
в том числе:		
-лекции	12	0,33
-семинары	0	
-практические занятия	6	0,17
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	90	2,5
в том числе:		
-Подготовка к практическим занятиям	0	0
-Подготовка реферата	0	0
-Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	90	2,5

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем (в учебных часах)	
		лекции	самостоят. работа
1	Типы роста растений. Клеточный цикл и его регуляция.	1	10
2	Различные типы структурной и молекулярно-генетической организации меристем высших растений.	2	16
3	Структурные и молекулярно-генетические механизмы развития корня.	7	16
4	Клеточные и молекулярно-генетические механизмы формирования побега.	4	16
5	Регуляция цветения растений.	2	16

6	Межклеточный и системный транспорт макромолекул в регуляции морфогенеза растений.	2	16
	ИТОГО:	18/0.5	90/2,5

4.3. Содержание разделов и темы занятий

Тема 1. Типы роста растений. Клеточный цикл и его регуляция.

Репликация ДНК. Митоз. Механизмы контроля клеточного цикла: циклины, циклин-зависимые киназы. Регуляторы роста растений и клеточный цикл. Роль протеасомной убиквитин-зависимой деградации в регуляции клеточного цикла. Тотипотентность клеток. Взаимодействие ядерного и органелльных геномов при делении клеток. Пloidность клеток.

Тема 2. Различные типы структурной и молекулярно-генетической организации меристем высших растений.

Структурная и молекулярно-генетическая организация меристем корня. Апоикальные меристемы побега: меристемы с единственной апоикальной инициальной и множественными апоикальными инициальными. Распределение молекулярных маркеров в меристемах различной структурной организации.

Тема 3. Структурные и молекулярно-генетические механизмы развития корня.

Структурные модели формирования боковых корней. Ауксины. Рецепция и межклеточный транспорт ауксинов, их роль в развитии корня. Цитокинины. Рецепция и межклеточный транспорт цитокининов, их роль в развитии корня. Гены, контролирующие инициацию примордиев боковых корней. Контроль дифференциации тканей корня: роль неклеточноавтономных факторов транскрипции и микроРНК.

Тема 4. Клеточные и молекулярно-генетические механизмы формирования побега.

Структура апоикальной меристемы побега высших растений различных таксонов. Структурно-функциональные модели апоикальной меристемы побега цветковых растений, основанные на данных молекулярно-генетических исследований. Симпластическая (надклеточная) структура апоикальной меристемы. Регуляторный комплекс *CLAVATA-WUSCHEL*. Роль цитокининов в меристематической активности. *KNOTTED1* – подобные гомеобокс- гены, их роль в морфогенезе растений. Ауксины, цитокинины, гиббереллины, их роль в закладке листовых примордиев, взаимодействие с генами *KNOTTED1*. Становление аб/адаксиальной полярности листа. Филлотаксис. Регуляция формирования меристем придаточных побегов.

Тема 5. Регуляция цветения растений.

Развитие цветка: модель «ABC». Гены *CO*, *GI* и *FT* у арабидопсиса. FLOWERING LOCUS T, его системный транспорт по флоэме, роль в регуляции цветения. Фотопериодизм и гормональная регуляция цветения. Гены *Vrn* и *Ppd* в регуляции инициации цветения, их взаимодействие. Яровизация (вернализация) как фактор приобретения проростками способности к образованию

генеративных меристем под воздействием низких положительных температур. Метилирование гистонов: белковый комплекс Polycomb group.

Тема 6. Межклеточный и системный транспорт макромолекул в регуляции морфогенеза растений.

Основные структурные компоненты плазмодесм. Изменения границ симпластных доменов в онтогенезе растений. Изменение пропускной способности плазмодесм под воздействием вирусных белков и эндогенных факторов. Неклеточноавтономные факторы транскрипции растений. Транспорт макромолекул как фактор позиционной информации в развитии растений. Системный транспорт эндогенных факторов транскрипции, мРНК и микроРНК по флоэме, его роль в развитии растений.

4.4. Самостоятельная работа аспиранта

Тема 1. Типы роста растений. Клеточный цикл и его регуляция.

Типы роста растений. Программируемая смерть клеток.

Тема 2. Различные типы структурной и молекулярно-генетической организации меристем высших растений.

Структурные модели организации апикальных меристем растений различных систематических групп.

Тема 3. Структурные и молекулярно-генетические механизмы развития корня.

Сходства и различия генных комплексов, участвующих в функционировании апикальных меристем побега и корня цветковых растений.

Тема 4. Клеточные и молекулярно-генетические механизмы формирования побега.

Структурные и молекулярные механизмы филлотаксиса.

Тема 5. Регуляция цветения растений.

Ортологи генов *CO*, *GI* и *FT* арабидопсиса у других растений. Процессы яровизации злаковых: сходство и отличие с таковыми у арабидопсиса.

Тема 6. Межклеточный и системный транспорт макромолекул в регуляции морфогенеза растений.

Защита от вирусов: посттранскрипционный сайленсинг. Образование малых интерферирующих РНК. Типы сигналов локального и системного сайленсинга. Амплификация сигналов локального сайленсинга, их распространение по плазмодесмам. Системное распространение сайленсинговых сигналов по флоэме.

4.5. Темы рефератов

Не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология процесса обучения аспирантов включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекции, практические занятия);

- самостоятельная работа аспирантов;
- контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончании: ... зачет в 3-ем семестре.

В процессе изучения дисциплины, как лектором, так и обучающимися используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное чтение аспирантами учебной, учебно-методической и справочной литературы, анализ информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по актуальным проблемам и последующие свободные дискуссии по освоенному ими материалу.

Аудиторные занятия проводятся с использованием информационно-телекоммуникационных технологий: учебный материал представлен также в виде мультимедийных презентаций. Презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Самостоятельная работа аспирантов организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- поиск научной информации в открытых источниках с целью ее анализа и выявления ключевых особенностей исследуемых явлений;
- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы, постановка которых отвечает целям освоения дисциплины;
- решение проблемных задач стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений.

6.2. Промежуточная аттестация

В форме зачета

Перечень вопросов

1. Механизмы контроля клеточного цикла.
2. Взаимодействие ядерного и органелльных геномов при делении клеток.
3. Типы роста растений.
4. Рецепция и межклеточный транспорт ауксинов, их роль в развитии корня.
5. Рецепция и межклеточный транспорт цитокининов, их роль в развитии корня.
6. Контроль дифференциации тканей корня: роль неклеточноавтономных факторов транскрипции и микроРНК.
7. Гены, контролирующие инициацию примордиев боковых корней.

8. Структура апикальной меристемы побега высших растений различных таксонов.
9. Структурно-функциональные модели апикальной меристемы побега цветковых растений, основанные на данных молекулярно-генетических исследований.
10. Регуляция закладки листовых примордиев и становления аб/адаксиальной полярности листа.
11. Регуляция формирования меристем придаточных побегов.
12. Развитие цветка: модель «АВС».
13. Функции генов *CO*, *GI* и *FT* у арабидопсиса.
14. Гены *Vrn* и *Ppd* в регуляции инициации цветения, их взаимодействие.
15. Белковый комплекс Polycomb group, его функции у растений.
16. Плазмодесмы, их образование, строение, модели формирования.
17. Основные структурно-функциональные элементы флоэмы.
18. Роль транспорта информационных молекул по флоэме на примере «флоригена».
19. Механизм амплификации сигналов межклеточного сайленсинга.
20. Примеры неклеточноавтономных факторов транскрипции растений, их функции в регуляции развития растений.

6.3. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

6.3.1. Критерии оценивания для зачета

Оценка «Зачтено». Систематическое посещение занятий в течение учебного года. Наличие глубоких исчерпывающих знаний (в объеме утвержденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения); грамотное и логически стройное изложение материала, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой.

Оценка «Не зачтено». Пропущено значительное количество занятий без уважительной причины. Наличие недостаточно полных знаний (в объеме утвержденной программы), изложение материала с отдельными ошибками, не правильные в целом действия по применению знаний на практике.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

1. Медведев С.С. Физиология растений: учебник. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 512 с.
2. Полевой В.В. Физиология растений. М.: Высшая школа, 1989 г., 464 с.

3. Buchanan B.B., Gruissem W., Jones P.L., ed, *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. 2nd Edition, Rockville, Maryland, American Society of Plant Physiologists, 2015, 1222 p.
4. Evert, R. F. *Esau's Plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development* /Ray F. Evert.—3rd ed. 2006. 624 p.
5. Lee, J.Y., Yoo, B.C., Rojas, M.R., Gomez-Ospina, N., Staehelin, L.A., Lucas, W.J., 2003. Selective trafficking of non-cell-autonomous proteins mediated by NtNCAPP1. *Science* 299, 392 – 396.
6. Franziska Turck, Fabio Fornara and George Coupland. Regulation and Identity of Florigen: FLOWERING LOCUS T Moves Center Stage. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. 59:573–94.
7. Fukaki H., Tasaka M. Hormone interactions during lateral root formation. *Plant Molecular Biology*. 2009. 69(4): 437-449.
8. Melnyk C.W., Molnar A., Baulcombe D.C. Intercellular and systemic movement of RNA silencing signals. *The EMBO Journal* (2011) 30, 3553– 3563.
9. Mary Byrne. Making Leaves. *Current Opinion in Plant Biology* 2012, 15 :24–30/
10. MK Barton. Twenty years on: The inner workings of the shoot apical meristem, a developmental dynamo. *Developmental Biology* 341 (2010) 95 –113

7.2. Дополнительная литература

1. Хелдт Г.-В. Биохимия растений. Изд-во БИНОМ: 2011 г. 472 с.
2. Oparka KJ (2005) *Annual plant reviews. Plasmodesmata*, vol 18. Blackwell, Oxford
3. Fitzgibbon J, Bell K, King E, Oparka K (2010) Super-resolution imaging of plasmodesmata using 3D-structured illumination microscopy (3D-SIM). *Plant Physiol* 153:1453– 1463.
4. Voinnet, O. and Baulcombe, D.C. (1997) Systemic signalling in gene silencing. *Nature*, 389, 553.
5. Charles W Melnyk, Attila Molnar and David C Baulcombe. Intercellular and systemic movement of RNA silencing signals. *The EMBO Journal* (2011) 30, 3553– 3563.
6. Lough, T.J., Lucas, W.J. Integrative plant biology: role of phloem long-distance macromolecular trafficking. *Annu. Rev. Plant Biol.*
7. Shoudong Zhang, Li Sun , and Friedrich Kragler. The Phloem-Delivered RNA Pool Contains Small Noncoding RNAs and Interferes with Translation. *Plant Physiology*, 2009, Vol. 150, pp. 378– 387.
8. Barthélemy Tournier, Martin Tabler, and Kriton Kalantidis. Phloem flow strongly influences the systemic spread of silencing in GFP *Nicotiana benthamiana* plants. *The Plant Journal* (2006) 47, 383–394.
9. Lucas M., Guédon Y., Jay-Allemand C., Godin C., Laplaze L. An Auxin Transport-Based Model of Root Branching in *Arabidopsis thaliana*. *PLoS ONE*. 2008. 11(3): e3673.
10. Xoconostle-Cazares, B., Xiang, Y., Ruiz-Medrano, R., Wang, H.L., Monzer, J., Yoo, B.C., McFarland, K.C., Franceschi, V.R., Lucas, W.J., 1999. Plant paralog to

viral movement protein that potentiates transport of mRNA into the phloem. Science 283, 94 – 98.

Рекомендуются для дополнительного изучения обзорные и экспериментальные статьи в журналах «Физиология растений», «Биохимия», «Генетика», «Nature», «Plant Cell», «Plant Physiology» и др.

7.3. Электронные образовательные ресурсы

Наименование ресурса	Краткая характеристика
http://www.edu.ru	Федеральный образовательный портал
http://www.rsl.ru	Российская государственная библиотека
http://www.library.spbu.ru	Научная библиотека СПбГУ
http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека
http://e.lanbook.com	ЭБС издательства Лань
http://uisrussia.msu.ru/	Университетская информационная система Россия
http://www.ncbi.nlm.nih.gov	БД и ресурсы Национального центра биотехнологической информации США
http://www.ebi.ac.uk/embl/	БД Европейского института биоинформатики Европейской лаборатории молекулярной биологии
http://www.viniti.ru/	Реферативный журнал ВИНТИ «Биология»
http://www.arabidopsisbook.org/	Продолжающаяся серия рецензируемых публикаций Американского общества биологов растений
http://www.scopus.com/	SciVerse Scopus

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения обучения имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- помещения для проведения занятий, оборудованные комплектом мебели;
- комплект проекционного мультимедийного оборудования;
- компьютеры с доступом к сети Интернет;
- библиотека с информационными ресурсами на бумажных и электронных носителях;
- офисная оргтехника.