



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В.Л. КОМАРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

УТВЕРЖДЕНО

на заседании Ученого совета БИН РАН
протокол № 8 от «01» июня 2015

Директор БИН РАН,
д.б.н., проф.
В.Т.Ярмишко



**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»

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

2.1. 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».

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

2.3. Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке к кандидатскому экзамену по специальности 03.01.05 – «Физиология и биохимия растений» и также при подготовке и написании научно-квалификационной диссертации по специальности 03.01.05 – «Физиология и биохимия растений».

Санкт-Петербург
2015

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Механизмы морфогенеза высших растений» подразумевает на

Составитель рабочей программы:

Войцеховская Ольга Владимировна., к.б.н., с.н.с. лаб. 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 на основе паспорта научной специальности 03.01.05 - «Физиология и биохимия растений» 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, в соответствии с учебным планом подготовки аспирантов в БИН РАН и с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 03.01.05 - «Физиология и биохимия растений».

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ 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

2.1. 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».

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

2.3. 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 по специальности 03.02.01 — «Физиология и биохимия растений».

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).

3.4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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, заочная, 2-й год аспирантуры; вид отчетности — зачёт

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
Трудоемкость изучения дисциплины	108/3
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	18/0,5
в том числе:	
-лекции	18
-семинары	0
-практические занятия	0
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	90/2,5

в том числе:	
-Подготовка к практическим занятиям	0
-Подготовка реферата	0
-Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	54

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах и зачетных единицах)

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц	
		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 лекционных 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. Апикальные меристемы побега: меристемы с единственной апикальной инициальной и множественными апикальными инициалами. 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 апикальной меристемы побега высших растений различных таксонов. Структурно-функциональные модели апикальной меристемы побега цветковых растений, основанные на данных молекулярно-генетических исследований. Симпластическая (надклеточная) структура апикальной 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. Тематика 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 окончанию: ... 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 «ABC».
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. Barton M.K. Twenty years on: The inner workings of the shoot apical meristem, a developmental dynamo. *Developmental Biology* 341 (2010) 95 –113.
4. Buchanan B.B., Gruissem W., Jones P.L., ed, *Biochemistry and Molecular Biology of Plants.*, Rockville, Maryland, American Society of Plant Physiologists, 2000, 1367 p.
5. Fukaki H., Tasaka M. Hormone interactions during lateral root formation. *Plant Molecular Biology*. 2009. 69(4): 437-449.
6. 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.
7. Mary Byrne. Making Leaves. *Current Opinion in Plant Biology* 2012, 15:24–30.
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. Turck F., Fabio Fornara and George Coupland. Regulation and Identity of Florigen: FLOWERING LOCUS T Moves Center Stage. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. 59:573–94.

10. Хоconostle-Ca' zares, 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.

7.2. *Дополнительная литература*

1. Barthelemy 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.
2. 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.
3. Heldt H-W. *Plant Biochemistry*. 2011 г. 622 p.
4. 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.
5. Melnyk Charles W, Attila Molnar and David C Baulcombe. Intercellular and systemic movement of RNA silencing signals. *The EMBO Journal* (2011) 30, 3553– 3563.
6. 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.

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

7. 3. *Учебно-методические материалы по дисциплине*

1. Физиология и биохимия растений: Программы-минимум кандидатских экзаменов / Одобрено экспертным советом ВАК Министерства образования РФ по биологическим наукам; Утверждено приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 г. М.: Изд-во «Икар», 2004.

7.4. *Интернет-ресурсы*

№	Ссылка на интернет-ресурс	Компания-производитель
	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://uisrussia.msu.ru/	Университетская информационная система Россия
	http://www.rsl.ru/	Российская государственная библиотека
	http://www.scopus.com/	SciVerse Scopus
	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека РФФИ (Elibrary)
	http://isiwebofknowledge.com/ http://webofknowledge.com/	Thomson Reuters / Web of Knowledge

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 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, оснащенные операционной системой Windows и пакетом программ Microsoft Office;
- библиотека с информационными ресурсами на бумажных и электронных носителях;

- офисная оргтехника.