

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан биологического факультета МГУ

Академик

М.П.Киричников

2015 г.



Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля) **«Введение в симбиологию»**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки- **06.06.01**. Направленность программы - **клеточная биология, цитология, гистология**.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП , вариативная часть ООП спецкурс по выбору, весенний семестр (читается на кафедре биоинженерии).
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении	Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских

	<p>исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Владеть:</p> <p>навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Код B1 (УК-1)</p>
УК-2	<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</i></p> <p>УК-3:</p> <p><i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i></p> <p>УК-4:</p> <p><i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i></p>
	<p>Знать:</p> <p>методы научно-исследовательской деятельности</p> <p>Код 31 (УК-2)</p> <p>Владеть:</p> <p>технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке</p> <p>Код B2 (УК-3)</p>
	<p>Знать:</p> <p>навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках</p> <p>Код B1 (УК-4)</p> <p>Знать:</p> <p>стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках</p> <p>Код 32 (УК-4)</p>
ОПК-1	<p>Уметь:</p> <p>собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять</p>
Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в	

<p><i>соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследований и информационно-коммуникационных технологий</i></p> <p>ОПК-2</p> <p><i>Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования</i></p>	<p>Учебь:</p> <p>донести до обучающихся в доступной и ясной форме содержание выбранных дисциплин биологических наук</p>
---	--

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

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц, всего 108 академических часов, из которых 28 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (28 часов занятия лекционного типа, 4 часа занятия семинарского типа, 76 часов самостоятельная работа аспиранта).

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

ЗНАТЬ: клеточную биологию прокариот и эукариотических микроорганизмов, основы биохимии и физиологии растений, молекулярной биологии и генетики, теоретические и методологические основы экспериментальных научных исследований.

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах структурно-функциональной организации микроорганизмов и их симбиозов с растениями и животными, межклеточных и межорганизменных взаимодействий, отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области симбиологии, физиологии и цитологии микроорганизмов, растений, животных, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

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

Наименование краткое разделов и дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	В том числе		Самостоятельная работа обучающегося, часы		
	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем ¹), часы из них	Всего	Всего	
История открытия, основные этапы изучения симбиоза. Система понятий для изучения симбиоза.	4	Занятия типа лекционного	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Выполнение домашних заданий	Приемы рефератов и т.п.
Общие закономерности формирования и функционирования симбиозов. Факторы, определяющие формирование симбиоза. Категории взаимных	10	Занятия типа семинарского	Групповые консультации Индивидуальные консультации	Приемы рефератов и т.п.	Приемы рефератов и т.п.
			4	6	6
			8	24	6
			30		30

Многообразие природных симбиозов и основные группы.	Характеристика основных групп симбиозов. Методология экспериментального изучения симбиоза Реконструирование природных симбиозов	16	16	24	20	44	
Промежуточная аттестация	зачет	68					
Итого		108	28	28	54	26	80

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

11. Ресурсное обеспечение:
Литература:

Основная:

1. Бухарин О.В., Лобакова Е.С., Н.Б. Перунова, Усвяцов Б.Я. Чёркасов С.В. *Симбиоз и его роль в инфекции*. Екатеринбург: УрО РАН. 2011. 300 с.
2. Заика В.Е. *Симбиозы водных животных с водорослями*. Киев:Наукова Думка. 1991. 144 с.
3. Бухарин О.В., Перунова Н.Б. *Микросимбиоценоз*. Екатеринбург: УрО РАН. 2014. 349 с.

4. Воронина Е.Ю. Микоризы в наземных экосистемах: экологические, физиологические и молекулярно-генетические аспекты микоризных симбиозов. В книге «Микология сегодня» Т.1. под редакцией Ю.Т. Дьякова, Ю.В. Сергеева. М.: Национальная Академия Микологии, 2007. С. 142-235.
5. Маргелис Л. Роль симбиоза в эволюции клетки. М.: Мир, 1983. 354 с.
6. Ройтман В.А., Беэр С.А. Паразитизм как форма симбиотических отношений. М.: «Товарищество научных изданий КМК», 2008.310с.
7. Douglas A.E. Symbiotic interaction. Oxford Univer. Press: Oxford:У-N, Toronto. 1994. 148 р.
8. Kutschera U., Niklas K. J. Endosymbiosis, cell evolution, and speciation // Theory in Biosciences. 2005. V. 124. P. 1-24.
9. Paracer S., Ahmadjian V. Symbiosis. An introduction to biological associations. 2nd. Ed. 2000. Oxford Univer. Press:NY. 304 р.
10. Смит С.Э., Рид Дж. Микоризный симбиоз. Товарищество научных изданий КМК, Москва. 2012
11. Шарова И.Х.. Зоология беспозвоночных. Учебник для вузов. М.: Владос. 2004. 592 с.
12. Современная микробиология: Прокариоты. В 2-х т.: Т. 2. Пер. с англ. (Под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля). М.: Мир. 2005. 496 с.
13. наук СССР. Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова. 1991. С. 21 – 29.
14. Rai A.N., Bergman B., Rasmussen U. Cyanobacteria in symbiosis. Kluwer Academic Publisher: Dordrecht, 2002. 355 с.

Дополнительная:

1. Корженевская Т.Г., Лобакова Е.С., Горелова О.А., Гусев М.В. Реконструирование симбиозов на примере лишайников и растительных синцианозов. Материалы 1 Всес. раб. сов. «Физиолог – биохимические и ультраструктурные исследования лишайников в СССР»: Л.: Академия.
2. Goff L.J. (Ed) 1983. Algal symbiosis. Cambridge e.a.: Cambridge University Press. 216 р.
3. Биотехнология. Учеб. пособие для вузов. В 8 кн. (Под ред. Н.С.Егорова, В.Д. Самуилова). Кн. 3: Клеточная инженерия. Р.Г. Бутенко, М.В. Гусев, А.Ф. Киркин, Т.Г. Корженевская, Е.Н. Маркарова. М: Высш. шк. 1987. 127 с.
4. Лобакова Е.С., Смирнов И.А. Экспериментальная лихенология //Журнал общей биологии, том 69, № 5, с. 364-378

Описание материально-технической базы.

Кафедра биоинженерии биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами.

12. Язык преподавания: русский.

13. Преподаватель (преподаватели).



**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Введение в симбиологию»
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом пользуются либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					
	1	2	3	4	5	
Владеть: <i>навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i> Код В1 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: <i>навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i> Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Знать: <i>методы научно-исследовательской деятельности</i> Код З1(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть:	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
Код В2(УК-3)

зачет

**Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения
Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования)**

1. Симбиология междисциплинарная наука о совместном существовании организмов разных видов.
2. История открытия, основные этапы изучения симбиоза.
3. Работы А.С. Фаминицы, О.В. Баранецкого. Открытие двойственной природы лишайников, как комплекса гриба и водоросли.
4. Основные положения симбиотической концепции Ф.С. Фаминицы
5. Основные положения симбиотической концепции К.С.Мережковского
6. Представления К.С.Мережковского (1909) о системе органического мира.
7. Основные положения симбиотической концепции Б.М.Козо-Полянского, К.И. Скрябина, А.П. Генкеля. Понятия симбиопаразитизма (К.И. Скрябин, 1923) и симбиоморфизма (П.А. Генкель, 1936).
8. Множественность симбиозов. Современные молекулярно-генетические доказательства эндосимбиотического происхождения эукариотной клетки.
9. Соотношение понятий ассоциация, симбиоз, паразитизм. Применение понятия «симбиоз» к ассоциациям.
10. Критерии симбиоза: пространственная интеграция партнеров; метаболические взаимодействия между партнерами в симбиотических системах.
11. Пространственная интеграция партнеров в симбиозе.
12. Облигатность и факультативность симбиоза.
13. Диссоциация и реассоциация симбиоза. Понятия свободно живущий и апосимбиотический организм.
14. Специфичность симбиоза для определенного сочетания партнеров. Селекция и узнавание партнеров при формировании симбиоза.
15. Многокомпонентные комплексы симбионтов. Ассоциативный симбиоз.
16. Роль доминантного и ассоциативных симбионтов в функционировании симбиоза.

17. Структурно-функциональные особенности ассоциативного симбиоза. Quorum sensing – особый тип регуляции экспрессии генов, зависящий от плотности клеток в популяции бактерий.

18. Представления о микросимбиоценозе.

19. Ассоциативная азотфиксация. Рост стимулирующие PGPR-бактерии и их влияние на растения.

20. Роль ассоциативных микросимбионтов в бобово-ризобиальном, актиноризном, микоризном симбиозах, растительных синцианозах.

21. Факторы, определяющие формирование симбиоза.

22. Категории взаимных эффектов партнеров в симбиозе. Индекс взаимодействия.

23. Новоприобретения в симбиозе.

24. Соотношение прогрессивных и регрессивных изменений и их роль в эволюции симбиоза.

25. Методология экспериментального изучения симбиоза. Клеточная инженерия.

26. Способы классификации групп симбиозов по функциональной роли микросимбионта.

27. Примеры симбиозов на основе различных групп азотфиксирующих бактерий.

28. Растворительные синцианозы, общая характеристика, основные группы.

29. Актиноциановые симбиозы.

30. Хемосинтезирующие бактерии в симбиозе с поглощонорами, вестиментиферами, двустворчатыми моллюсками.

31. Многокомпонентные комплексы бактерий и простейших в симбиозе с термитами.

32. Эктотрофные микоризы. Общая характеристика, примеры.

33. Эндотрофные микоризы. Общая характеристика, примеры.

34. Основные группы симбиоза беспозвоночных с микроводорослями.

35. Общие представления об экспериментальной симбиологии и ее задачи в реконструировании природного симбиоза.

36. Экспериментальной симбиология. Создание искусственного симбиоза, экстраполяция результатов исследований на нативный симбиоз.

37. Реконструирование природных симбиозов.

38. Экспериментальная лихенология. Основные подходы

39.

40. Реконструирование симбиозов беспозвоночных (параметий, гидры, гидроиды) с целью выявления специфиичности природного симбионта по отношению к хозяину.

41. Использование изолированных микросимбионтов и свободноживущих штаммов микроводорослей в инфицировании апосимбиотического хозяина.

42. Реконструирование природных синцианозов.

43. Использование культур клеток растений для изучения симбиозов растений с азотфиксирующими микроорганизмами.

ПРОГРАММА

Зачета по спецкурсу «ВВЕДЕНИЕ В СИМБИОЛОГИЮ»

Введение. Симбиология – междисциплинарная область исследования, интегрирующая знания основных разделов биологии и других естественнонаучных дисциплин о совместном существовании организмов разных видов. Цель курса – изучение основных групп симбиозов микроорганизмов с представителями разных таксонов живого, выявление как общих закономерностей, так и особенностей возникновения симбиозов в ходе эволюции, их функционирования на молекулярном, клеточном и организменном уровнях, регуляции стабильности, степени специфичности партнеров, роли в современных экосистемах.

1. История открытия, основные этапы изучения симбиоза. Работы А.С. Фаминицы, О.В. Барапецкого. Открытие двойственной природы лишайников, как комплекса гриба и водоросли. Основные положения симбиотической концепции Ф.С. Фаминцева, К.С. Мережковского, Б.М. Козо-Полянского, К.И. Скрябина, А.П. Генкеля. Представления К.С. Мережковского (1909) о системе органического мира. Понятия симбиопаразитизма (К.И. Скрябин, 1923) и симбиоморфизма (П.А. Генкель, 1936). Современные молекулярно-генетические доказательства эндосимбиотического происхождения эукариотной клетки. Множественность симбиозов. Обобщение исследований по многообразию симбиозов, разработка концепции симбиоза (R.Lewin, L.Goff, V.Ahmajian, D.Smith, A.Douglas и др.). Актуальность исследований симбиозов на современном этапе.

2. Система понятий для изучения симбиоза. Соотношение понятий ассоциация, симбиоз, паразитизм. Применение понятия «симбиоз» к ассоциациям, в которых осуществляются взаимовыгодные отношения между партнерами (синоним – мутуализм). Критерии симбиоза: •пространственная интеграция партнеров; •метаболические взаимодействия между партнерами; •приобретение симбиозом в целом новых свойств по сравнению со свободноживущими организмами; •способность к существованию в определенном сочетании партнеров на протяжении всего или хотя бы части жизненного цикла хозяина; •наличие у партнеров механизмов узнавания, определяющих специфичность симбиоза. Понятия хозяин и симбионт. Способы пространственной интеграции партнеров. Эндоплобиоз. Облигатность и факультативность симбиоза. Диссоциация и реассоциация симбиоза. Понятия свободноживущий и апосимбиотический организмы. Специфичность симбиоза для определенного сочетания партнеров. Селекция и узнавание партнеров при формировании симбиоза. Многокомпонентные комплексы симбионтов. Ассоциативный симбиоз, видовое и функциональное разнообразие партнеров в его составе.

Ассоциативный симбиоз как многокомпонентная интегральная система, включающая хозяина в качестве макропартера, стабильный доминантный микросимбионт и ассоциированные микросимбионты, динамически меняющиеся в жизненном цикле системы. Многокомпонентные комплексы симбионтов, видовое и функциональное разнообразие партнеров в составе симбиозов (примеры). Роль доминантного и ассоциативных симбионтов в функционировании симбиоза в целом. Структурно-функциональные особенности ассоциативного симбиоза. Quorum sensing – особый тип регуляции экспрессии генов, зависящий от плотности клеток в популяции бактерий. Примеры бактерий, имеющих Qs тип регуляции экспрессии генов и регулируемые ими функции значимые при функционировании симбиотических систем. Микросимбиоценоз. Ассоциативная азотфиксация. Рост стимулирующие PGPR-бактерии и их влияние на растения: синтез фитогормонов, fungistaticкое действие. Роль ассоциативных микросимбионтов в бобово-ризобиальном, актиноризном, микоризном симбиозах, растительных синцианозах.

3. Способы локализации симбионта в организме хозяина. 1). Внутриклеточная локализация прокариот в микроскопических эукариотах (архебактерии метаногены – дипломонады; цианобактерии (цианеллы) – простейшие, красные водоросли; азотфиксирующие планобактерии – диатомовые водоросли). 2). Микроскопические эукариоты в клетках микроскопических эукариот (различные таксоны водорослей с разными группами простейших – инфузории, радиоляриевые, фораминиферы и др.). 3). Про- и эукариотные микроорганизмы в макроорганизмах (низших и высших растениях, беспозвоночных и позвоночных животных) – внутриклеточно, в межклетниках специализированных структур, в специализированных полостях и органах.

4. Общие закономерности формирования и функционирования симбиозов. 4.1. **Факторы, определяющие формирование симбиоза.** 1). Предрасположенность представителей некоторых таксонов вступать в симбиоз с определенными таксономическими группами других организмов. 2). Приобретение ассоциацией в определенном сочетании партнеров – селективных преимуществ перед свободноживущими видами. 3). Формирование в ассоциации механизмов, координирующих соотношения популяции симбионта и биомассы хозяина. 4). Условия среды, неблагоприятные для разделного существования партнеров факультативных симбиозов. 5). Существенные различия в пищевых потребностях потенциальных партнеров. 6). Далекое филогенетическое родство партнеров. 7). Соотношение факторов несовместимости у потенциальных партнеров и 8) их преодоление в результате модификаций. Преадаптации потенциальных партнеров, структурно-морфологические и физиологико-биохимические модификации в ходе совместного существования партнеров. 9). Стабильность ассоциации и степень ее выгодности для партнеров в зависимости от соотношения факторов несовместимости и их компенсации фактором изменчивости. 4.2. **Категории взаимных эффектов партнеров в симбиозе.** 1). Продукты метаболизма одного из партнеров как источник питания для другого партнера. 2). Образование симбионтом видоспецифических продуктов, выполняющих функцию химической защиты хозяина. 3). Хозяин как среда обитания для симбионта, обеспечивающая: •осевые химические условия в организме хозяина, отличные от

- внешней среды; •физическую защиту симбионта от неблагоприятных факторов среды, конкуренции со свободноживущими формами;
- образование специфических продуктов как результат наложения метаболических путей партнеров. **4.3. Новоприобретения в симбиозе.** •Эффекторы со стороны хозяина в растительных синцианозах, инигирующие уровень синтеза или активности фермента глютаминсигматазы цианобактерий с целью обеспечения связанным азотом растения-хозяина. •Образование лишайниковых веществ в составе лишайника, к синтезу которых не способен ни один из партнеров в свободноживущем состоянии (аскомицеты, зеленые водоросли, цианобактерии).
 - Образование гемоглобинов у погонофор в симбиозе с метанокисляющими бактериями и у вестиментифер с сероводородокисляющими бактериями, обладающих функциями переноса, помимо О₂ и СО₂, метана и сероводорода соответственно. •Образование специализированных структур и органов в организме хозяина в подавляющем числе симбиозов для локализации симбионта. •Структура (морфология) непосредственно симбиотического организма (лишайник). •Симбиотические организмы как новые виды (на примере простейшего Суапорфага *paradoxa*, красных водорослей *Glaucocystis nostochinerianum*, утративших собственные хлоропласти, в симбиозе с видоизмененными цианобактериями в качестве фотосинтезирующих органелл – цианелл). **4.4. Утрата симбионтами определенных признаков, не обязательных для симбиоза в целом.** •Утрата жгутиков, клеточных стенок, редукция чехлов, панцирей у водорослей – симбионтов беспозвоночных. Значение для контроля симбионта со стороны хозяина, обмена метаболитами между партнерами. **4.5. Соотношение прогрессивных и регressiveных изменений и их роль в эволюции симбиоза.** Эволюционный прогресс для отдельного симбиоза: как приобретение новых признаков, так и утрата некоторых функций и структур.
- 5. Многообразие природных симбиозов и основные группы.** Участие в симбиозе микроорганизмов с представителями всех царств живого. Способы классификации групп симбиозов по функциональной роли симбионта. Многообразие сочетаний партнеров в симбиозах по принципу их taxonomической принадлежности (приведены некоторые основные группы симбиозов). •Бактерии, археи – простейшие, беспозвоночные. •Цианобактерии – диатомовые водоросли. •Прохлорофиты – асцидиевые (внеклеточный симбиоз). •Бактерии, археи – цианобактерии – морские губки. •Водоросли – простейшие, беспозвоночные (гидроидные полипы, черви *Sipuncula*, гигантские моллюски *Tridacnidae* и пр.). •Динофлагелляты, одноклеточные азотфиксующие цианобактерии – коралловые мадрепоровые полипы. •Водоросли, цианобактерии в симбиозе с грибами в лишайниках. •Цианобактерии – высшие растения (синцианозы). •Присутствие в синцианозах ассоциативных бактерий, микоризы – ассоциативный симбиоз. •Клубеньковые бактерии – бобовые растения; •актиномицеты – небобовые растения; •азотфиксующие бактерии (рр. *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Agrobacterium* и др.) – злаковые растения. •Грибы – высшие растения (микоризы). •Хемосинтезирующие бактерии в симбиозе с погофонорами, вестиментиферами, двустворчатыми моллюсками.
- Многокомпонентные комплексы бактерий и простейших в симбиозе с термитами.
- 6. Характеристика основных групп симбиозов по признакам:** •системическая принадлежность партнеров; •распространение в природе; •пространственные взаимоотношения партнеров: локализация симбионта, интеграция партнеров, специализированные структуры

хозяина для локализации симбионта; •компартментализация симбионта в клетках, тканях, специализированных структурах, органах хозяина; •метаболические взаимодействия; •степень взаимозависимости партнеров; •регуляция популяции симбионта хозяином; •физиологобиохимические и структурно - морфологические модификации партнеров симбиоза; •механизмы возобновления симбиоза *de novo* в поколениях хозяина; •специфичность и механизм узнавания; •новоприобретения; •механизмы и регуляция особых биосинтезов (известняковый скелет коралловыми полипами, лигайниковые вещества лишайниками, леттегиолобин клубеньками бобовых растений); •генетическая регуляция симбиотических взаимодействий. Системы критерии для оценки характера взаимодействия партнеров.

7. Методология экспериментального изучения симбиоза. Вклад различных разделов биологии в изучение организации и функционирования симбиозов - зоологии, ботаники, альгологии, микологии, физиологии микроорганизмов, цитологии, биохимии, генетики, молекулярной биологии, молекулярной генетики и др. Общие представления об экспериментальной симбиологии и ее задачи в реконструировании природного, создании искусственного симбиоза с экстраполяцией результатов исследований на нативный симбиоз.

Ограничения в изучении интактного симбиоза. Диссоциация природного симбиоза с выделением хозяина и/или симбионта в апосимбиотическое состояние.

Ферментативная обработка организма хозяина и сепарация клеток хозяина, содержащих клетки симбионта.

Разрушение организма хозяина (или специализированных структур для локализации симбионта) в режиме сохранения целостности клеток симбионта с последующим дифференциальным центрифугированием для выделения фракции симбионта и его последующего культивирования в лабораторных условиях. Создание коллекции микросимбионтов.

8. Реконструирование природных симбиозов.

Реконструирование симбиозов беспозвоночных (пармелей, гидры, планарий), грибов, клеток растений с целью выявления специфичности природного симбионта по отношению к хозяину. Использование изолированных симбионтов и свободноживущих штаммов микроводорослей в инфицировании апосимбиотического хозяина.

Варианты инфицирования: химерная инфекция; реинфицирование хозяина несимвиотическими штаммами; конкурентное инфицирование свободноживущими штаммами и собственным симбионтом.

Способы инфицирования беспозвоночных симбиотическими водорослями в природе, передача симбионта в поколениях хозяина. Экстраполяция результатов по реконструированию симбиозов на природный процесс избирательной селекции хозяином симбионта на уровне клеток.