

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

**Л.Б. Луковникова
А.В. Калугин
Г.А. Кравченко**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО КУРСУ
«Вирусология»**

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией
Института биологии и биомедицины для студентов ННГУ,
обучающихся по направлениям подготовки
06.03.01 «Биология», 30.05.01 «Медицинская биохимия»,
30.05.02 «Медицинская биофизика», 30.05.03 «Медицинская
кибернетика»

Нижний Новгород
2021

УДК 578 (072)
ББК Е 491 р30
Л 84

Л 84 Луковникова, Л.Б. Методические рекомендации к семинарским занятиям по курсу «Вирусология»: учебно-метод. пособие /Л.Б. Луковникова, А.В. Калугин, Г.А. Кравченко. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2021. – 11 с.

Рецензент: к.б.н. **В.В. Зверев**

Методические рекомендации предназначены для студентов очной формы обучения Института биологии и биомедицины. Разработаны в соответствии с программой курса «Вирусология» и включают перечень вопросов, предлагаемых к обсуждению на семинарских занятиях, а также список литературы.

Ответственный за выпуск:
председатель методической комиссии Института биологии и
биомедицины ННГУ, к.б.н. **Е.Л. Воденеева**

УДК 578 (072)
ББК Е 491 р30

© Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского, 2021
© Луковникова Л.Б., Калугин А.В.,
Кравченко Г.А., 2021

Введение

Учебный курс «Вирусология» включает разделы общая вирусология и частная вирусология, что позволяет студентам получить необходимые знания в области фундаментальных основ вирусологии и биологическом разнообразии вирусов.

В задачи изучения дисциплины входит ознакомление студентов с данными о природе вирусов, структурной и молекулярной организации вирусов, о процессах взаимодействия вирусов с клеткой, таксономии и эволюции вирусов. Дисциплина позволяет сформировать умение ориентироваться в большом объеме данных, получаемых о конкретных вирусах бактерий, растений, животных и человека, а также получить навыки владения основными понятиями и терминологией вирусологии.

Семинарские занятия являются важным звеном в процессе освоения студентами курса «Вирусология». Каждому занятию должно предшествовать обязательное ознакомление с материалом лекционного курса и соответствующей литературой.

Тема 1. История вирусологии. Концепция о природе вирусов.

Учебные вопросы

1. Описательный этап развития вирусологии: работы Эдуарда Дженнера, Луи Пастера, Фридриха Лёффлера, Д.И. Ивановского, Мартинуса Бейеринка. Аналитический этап развития вирусологии: работы Уэндела Стэнли, Густава Кауше, Хайнца Френкель-Конрата Альфреда Херши и Марты Чейз. Молекулярно-биологический этап развития вирусологии: работы Макса Дельбрюка, Сальваторе Лурия, Альфреда Херши, Джона Вейгла. Современный этап. Культивирование вирусов.
2. Концепция о природе вирусов. Основные отличия вирусов от других форм жизни.

Тема 2. Структурная организация вирусов.

Учебные вопросы

1. Структура вириона. Капсид, суперкапсид. Капсомеры, протомеры, пепломеры. Размер и форма вирионов. Симметрия вириона: икосаэдрическая, спиральная, сложная. Триангуляционное число.
2. Химический состав вирусов. Нуклеиновые кислоты, белки, ферменты, углеводы. Компоненты клетки хозяина. Биофизические свойства вирусов. Устойчивость вирусов в окружающей среде.
3. Вирусный геном. Размер генома. Тип нуклеиновой кислоты: ДНК-геномы, РНК-геномы. Информационная емкость генома.

Тема 3. Онтогенез вирусов. Стратегия вирусного генома.

Учебные вопросы

1. Прикрепление вириона к клетке-хозяину (адсорбция). Белки прикрепления (VAR-белки). Рецепторы: бактериофагов, вирусов животных (оболочечных и безоболочечных).
2. Транслокация вириона. Транслокация вириона через клеточную стенку. Транслокация вириона с помощью локомоторных систем хозяина. Белки движения.

3. Проникновение и раздевание вирусов. Полное раздевание вируса на цитоплазматической мембране. Частичное раздевание вируса на цитоплазматической мембране. Частичное раздевание вируса внутри эндосомы. Декапсидирование. Проникновение безоболочечных вирусов.
4. Репродукция вирусов: стратегия генома вирусов (днДНК-вирусов, онРНК(+)-вирусов, днРНК-вирусов, онРНК(-) вирусов, ретровирусов, параретровирусов). Дефектные вирусные геномы, вирусы-сателлиты.
5. Морфогенез вириона: сборка капсида, инкапсидирование нуклеиновой кислоты, созревание безоболочечных вирусов, созревание оболочечных вирусов. Выход вирусного потомства из клетки.

Тема 4. Вирусная инфекция и защита от нее.

Учебные вопросы

1. Вирусные инфекции со стороны вируса: эффективная, рестриктивная, abortивная инфекция. Вирусная инфекция со стороны клетки-хозяина: острая инфекция, персистентная инфекция (латентная, хроническая, медленная).
2. Системы естественной антивирусной защиты бактерий (рестрикция/модификация, CRISPR/CAS).
3. Системы естественной антивирусной защиты растений и животных: РНК-сайленсинг, апоптоз, антивирусное действие интерферона.

Тема 5. Систематика вирусов. Роль вирусов в экосистемах.

Происхождение и эволюция вирусов.

Учебные вопросы

1. Систематика вирусов: Международный комитет по таксономии вирусов; основные характеристики, которые используют при классификации вирусов; классификация Дэвида Балтимора; понятие «вид» у вирусов.

2. Роль вирусов в экосистемах: участие вирусов в перераспределении потоков органического вещества; регулирование вирусами численности организмов-хозяев. Вирусы как генетические векторы.
3. Эволюция вирусов. Изменчивость геномов вирусов. Происхождение вирусов: вирусы как потомки деградировавших клеток, вирусы как потомки субклеточных структур, вирусы как самостоятельно возникшие живые существа, альтернатива живой клетке.

Тема 6. Вирусы бактерий.

Учебные вопросы

1. Особенности систематики бактериофагов, классификация Дэвида Брэдли.
2. Особенности онтогенеза бактериофагов:
 - 1) особенности адсорбции фагов (рецепторы бактериофагов: липополисахариды, белки наружной мембраны, тейхоевые кислоты, капсулы, экзополисахариды, жгутики, фимбрии);
 - 2) особенности проникновения фагов: транслокация, впрыскивание нуклеиновой кислоты, защита ДНК фага от рестрикции;
 - 3) особенности размножения фагов: репликация генома (ог_i-зависимая репликация кольцевой ДНК, ог_i-зависимая репликация линейной ДНК, ог_i-независимая репликация (механизм по типу катящегося кольца)), регуляция транскрипции;
 - 4) сборка и освобождения вирионов фагов: сборка предшественника капсида (прокапсида) с дальнейшей упаковкой в него геномной нуклеиновой кислоты, коагрегация генома и структурных белков, освобождение вирионов.
3. Лизогения (интеграция и эксцизия фага λ). Лизогенная конверсия. Псевдолизогения.
4. Трансдукция. Общая трансдукция. Специализированная трансдукция.
5. Бактериофаги с геномной днднк: сем. *Myoviridae* (фаг T4), сем. *Podoviridae* (фаг T7), сем. *Siphoviridae* (фаг λ), сем. *Tectiviridae* (фаг PRD1).
6. Бактериофаги с геномной онднк(+): сем. *Inoviridae* (фаг M13), сем. *Microviridae* (фаг фX174).

7. Бактериофаги с геномной РНК: сем. *Cystoviridae* (днРНК), сем. *Leviviridae* (онРНК(+)).

Тема 7. Вирусы высших растений.

Учебные вопросы

1. Особенности проникновения и транслокации. Специфичность фитовирусов. Симптомы фитовирусной инфекции. Способы заражения фитовирусами.
2. Вирусы растений с онДНК (сем. *Geminiviridae*): строение вириона, строение генома, цикл размножения. Вирусы растений с днДНК (сем. *Caulimoviridae*): строение вириона, строение генома, цикл размножения вируса мозаики цветной капусты (*Cauliflower mosaic virus*, CaMV).
3. Вирусы растений с днРНК (сем. *Reoviridae*): вирус карликовости риса (*rice dwarfism virus*, RDV) и вирус раневых опухолей (*wound tumor virus*, WTV).
4. Вирусы растений с онРНК (+): сем. *Alphaflexiviridae* (X-вирус картофеля (*Potato virus X*, PXV)); сем. *Bromoviridae*; сем. *Potyviridae* (Y-вирус картофеля (*Potato virus Y*, PVY)), сем. *Virgaviridae* (вирус табачной мозаики (*tobacco mosaic virus*, TMV)).
5. Вирусы растений с онРНК (-): сем. *Bunyaviridae* (вирус бронзовости томата (*tomato spotted wilt virus*, TSWV)), сем. *Rhabdoviridae* (*Nucleorhabdovirus*, *Cytorhabdovirus*).
6. Вироиды: сем. *Pospiviroidae* (вироид веретеновидности клубней картофеля (*potato spindle tuber viroid*, PSTVd)), сем. *Avsunviroidae* (вироид солнечного пятна авокадо (*avocado sunblotch viroid*, ASBVd)). Репликация вироидов: асимметричный вариант, симметричный вариант. Транспортировка вироидов. Механизм патогенности вироидов.

Тема 8. Вирусы животных.

Учебные вопросы

1. Вирусы животных, содержащие днДНК. Сем. *Adenoviridae*: структура семейства, строение вириона, строение генома, цикл репродукции, особенности репликации.

2. Вирусы животных, содержащие днднк. Сем. *Herpesviridae*: структура семейства, строение вириона вируса простого герпеса 1 (Human herpesvirus 1, HHV-1), строение генома HHV-1, цикл репродукции HHV-1. Другие герпесвирусы человека.
3. Вирусы животных, содержащие днднк. Сем. *Papillomaviridae*: структура семейства, строение вириона, строение генома, цикл размножения.
4. Вирусы животных, содержащие днднк. Сем. *Poxviridae*: структура семейства, строение вириона вируса осповакцины (*Vaccinia virus*, VACV), строение генома, цикл размножения.
5. Вирусы животных, содержащие онднк. Сем. *Parvoviridae*: структура семейства, строение вириона, строение генома и репликация геномной ДНК, цикл репродукции.
6. Вирусы животных, содержащие днрнк. Сем. *Birnaviridae*, сем. *Reoviridae*.
7. Вирусы животных, содержащие онрнк(+), не имеющих стадию обратной транскрипции. Сем. *Caliciviridae*: структура семейства, строение вириона, строение генома, цикл репродукции.
8. Вирусы животных, содержащие онрнк(+), не имеющих стадию обратной транскрипции. Сем. *Picornaviridae*: структура семейства, строение вириона, строение генома, цикл репродукции.
9. Вирусы животных, содержащие онрнк(+), не имеющих стадию обратной транскрипции. Сем. *Coronaviridae*: структура семейства, строение вириона, строение генома, цикл репродукции.
10. Вирусы животных, содержащие онрнк(+), не имеющих стадию обратной транскрипции. Сем. *Flaviviridae*: структура семейства, строение вириона, строение генома, цикл репродукции.
11. Вирусы животных, содержащие геномную онрнк(-). Сем. *Orthomyxoviridae*: структура семейства, строение вириона вируса гриппа А (*Influenzavirus A*), строение генома, цикл репродукции, антигенные свойства.
12. Вирусы животных, содержащие геномную онрнк(-). Сем. *Paramyxoviridae*: структура семейства, строение вириона, строение генома, цикл репродукции.
13. Вирусы животных, содержащие геномную онрнк(-). Сем. *Rhabdoviridae*: структура семейства, строение вириона, строение генома, цикл репродукции.

14. Вирусы животных, содержащие онРНК(+), имеющие стадию обратной транскрипции. Сем. *Retroviridae*: структура семейства, строение вириона, строение генома, особенности репликации геномной РНК (процесс обратной транскрипции), цикл репродукции.
15. Вирусы животных, содержащие днДНК и имеющие стадию обратной транскрипции. Семейство *Herpadnaviridae*: структура семейства, строение вириона вируса гепатита В человека (*Hepatitis B virus*, HBV), строение генома, особенности репликации геномной ДНК, цикл репродукции.
16. Вирус гепатита D (*Hepatitis delta virus*, HDV).

Список литературы

1. Вирусология: учеб. пособие для подготовки студентов по биол. специальностям / Н. А. Новикова, В. В. Новиков, Н. А. Добротина, В. Н. Мазепа – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2002. – 242 с.
2. Вирусология: учебник / А.В. Пиневиц, А.К. Сироткин, О.В. Гаврилова, А.А. Потехин; под ред. А.В. Пиневица. 2-е изд., доп. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2020. – 442 с.
3. Вирусология. В 3-х т.: пер. с англ. / Б. Н. Филдс, Д. М. Найп, Ф. А. Мэрфи, С. Харрисон, Д. Уайли, Б. Ройзман, Д. Дж. Холланд, Р. Ф. Рэмиг, Р. Шоуп, Р. Кауфман, Ш. Пенмен, М. Грин, Д. Р. Лоуи; под ред. Б. Филдса, Д. Найпа, Р. Ченока, Б. Ройзмана, Дж. Мелника, Р. Шоупа. – М.: Мир, 1989.
4. Зверев В.В., Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: учебник / под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 472 с. – ISBN 978-5-9704-5836-5 – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970458365.html> (дата обращения: 02.09.2020). – Режим доступа: по подписке.
5. Новикова Н.А. Молекулярные аспекты взаимодействия вирусов с клеткой: Учебное пособие. Зарегистрировано в ФЭОР ННГУ 30.06.15. http://www.unn.ru/books/met_files/MolVir.pdf.
6. Общая вирусология с основами таксономии вирусов позвоночных: учебное пособие / А. Н. Сизенцов, А. О. Плотников, Е. А. Дроздова, Е.С.

Алешина, И.В. Грязева; Оренбургский гос. ун-т – Оренбург: ОГУ, 2012. – 624 с.

7. Руководство по вирусологии: Вирусы и вирусные инфекции человека и животных / под ред. академика РАН Д. К. Львова. – М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2013. – 1200 с.

Содержание

Введение	3
Тема 1. История вирусологии. Концепция о природе вирусов	4
Тема 2. Структурная организация вирусов	4
Тема 3. Онтогенез вирусов. Стратегия вирусного генома	4
Тема 4. Вирусная инфекция и защита от нее	5
Тема 5. Систематика вирусов. Роль вирусов в экосистемах.	5
Происхождение и эволюция вирусов	
Тема 6. Вирусы бактерий	6
Тема 7. Вирусы высших растений	7
Тема 8. Вирусы животных	7
Список литературы	9

Любовь Борисовна **Луковникова**
Александр Вадимович **Калугин**
Галина Анатольевна **Кравченко**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ
ПО КУРСУ «ВИРУСОЛОГИЯ»**

Учебно-методическое пособие

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского».
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23.

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. . Уч-изд. л.
Заказ № . Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии Нижегородского госуниверситета
им. Н.И. Лобачевского
603600, г. Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, 37