Контрольные вопросы на государственном экзамене и списки литературы для подготовки по направлениям магистратуры

06.04.01.04 *«Гидробиология и ихтиология»*

1. Водная среда как биотоп гидробионтов. Физико-химические свойства воды. Абиотические, биотические и антропические воздействия на гидробионтов. Представление о ключевых факторах водной среды.
2. Гидробиоценоз. Понятие, структура. Показатели разнообразия и сходства.
3. Межпопуляционные отношения в биоценозах (нейтрализм, конкуренция, хищничество, паразитизм, протокооперация, мутуализм, комменсализм, аменсализм).
4. Жизненные формы гидробионтов. Принцип выделения жизненных форм. Бентос, планктон и нектон.
5. Трофические уровни потока вещества и энергии (продуценты, консументы, редуценты) и трофическая структура экосистем. Трофические цепи и трофические сети в водоемах.
6. Питание гидробионтов. Особенности автотрофного, гетеротрофного и миксотрофного способов питания гидробионтов.
7. Первичная, вторичная, конечная продукция. Удельная продукция. P/B – коэффициент. Выражение продукции в единицах энергии и массы.
8. Деструкция органического вещества. Активный, пассивный, стандартный обмены.
9. Проблемы рационального использования водных ресурсов водоемов и управление их продуктивностью.
10. Методы биоиндикации.

*Ихтиология*

1. Рыбы как водный организм. Место рыб в системе животных. Основы современной классификации рыб. Специфика строения рыб как водного животного.
2. Питание рыб. Кормовые ресурсы и кормовая база. Понятие о рыбопродуктивности водоема и его рыбохозяйственной ценности. Классификация рыб по типам питания. Понятие об обеспеченности пищей.
3. Размножение и развитие рыб. Плодовитость и факторы ее определяющие. Механизмы регуляции плодовитости. Экологические группы рыб по характеру и типу нереста.
4. Миграции рыб. Миграционный цикл. Причины миграций, их классификация. Методика изучения миграций. Классификация миграций рыб. Миграционные циклы рыб. Адаптивное значение миграций. Мечение рыб.
5. Методы определения численности рыб.
6. Паразиты рыб. Жизненные циклы паразитов рыб опасных для человека.
7. Акклиматизация, интродукция и разведение рыб в Сибири.
8. Влияние хозяйственной деятельности человека на воспроизводство рыбных запасов. Рыбохозяйственная классификация водоемов.
9. Основные тенденции современного развития ихтиологии.
10. Охрана и воспроизводство рыбных запасов и регулирование рыболовства.

Литература

Основная

1. Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология: [монография]. СПб.: Наука, 2013. 343 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1*)
2. Дгебуадзе Ю.Ю., Чернова О.Ф. Чешуя костистых рыб как диагностическая и регистрирующая структура. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2009. 315 с.
3. Ихтиология:учебн.-метод. пособие для семинарских занятий / сост. А.А.Вышегородцев. – Красноярск: Сиб.федер.ун-т, 2012. – 28 с.
4. Ихтиология:учебн.-метод. пособие для самостоятельной работы / сост. А.А.Вышегородцев. – Красноярск: Сиб.федер.ун-т, 2012. – 20 с.
5. Общая гидробиология [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / З. Г. Гольд, В. М. Гольд ; Сибирский федеральный университет [СФУ]. - Красноярск : Сибирский федеральный университет [СФУ], 2011. - 16 с. - ISBN Общая гидробиология (Электронный ресурс) *Доступ в локальной сети НБ СФУ*.
6. Протасов А.А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии. Киев: Академпериодика, 2011. - 704 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1).*
7. Кособокова К. Н. Зоопланктон Арктического бассейна. Структура сообществ, экология, закономерности распределения: [монография]. - Москва : ГЕОС, 2012. - 271 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1).*
8. Павлов Д. А. Морфологическая изменчивость в раннем онтогенезе костистых рыб — М.: ГЕОС, 2007. — 262 с.

Дополнительная

1. Богатов В.В., Алимов А.Ф., Телеш И.В. Актуальные проблемы гидробиологии // Вестник Российской академии наук. 2007. 77, № 6. С. 556-559.
2. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1966.
3. Водохранилища мира.– М.: Наука, 1979.
4. Вышегородцев А.А. Рыбы Енисея: Справочник. - Новосибирск.: Сибирская издательская фирма РАН, 2000. - 175 с.
5. Гидробионты в оценке качества вод суши: монография / Е. Н. Бакаева, А. М. Никаноров. - Москва : Наука, 2006. - 238 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1)*
6. Гольд З.Г., Морозова И.И. Словарь терминов и понятий по водным экосистемам (биологическая структура, качество вод, охрана). Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 2004. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 5*)
7. Зилов Е. А. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем): учеб. пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. 147 с. *Доступ в локальной сети НБ СФУ*.
8. Ильмаст Н.В. Введение в ихтиологию (учебное пособие). - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. - 148 с.
9. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т.1 Вводные и общие вопросы планктологии. - Л.: Наука, 1969. – 658 с.(*количество экз. в библиотеке СФУ – 2*).
10. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т.2. –Л.: Наука, 1969. - 439 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 3*).
11. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1*)
12. Кожова О. М. Введение в гидробиологию : учеб. пособие / Красноярск: КГУ, 1987. 244 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 72*).
13. Константинов А. С. Общая гидробиология: учеб. пособие / 4-е изд. М.: Высш. шк.: 1986. 472 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 25*).
14. Красная книга Российской Федерации: (Животные). - М.: АСТ, Астрель, 2001. - 860 с.
15. Михеев В.Н. Неоднородность среды и трофические отношения у рыб. - М.: Наука, 2006. - 191 с.
16. Мухачев И.С. Озерное рыбоводство. – Тюмень: Изд. Тюмен. гос. с.-х. акад., 2006. – 304 с.
17. Павлов Д.С. и др. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. - М.: Наука, 2007. - 213 с.
18. Протасов А.А. Консорция и консортивные отношения в гидробиоценозах // Гидробиол. журн. 2010. 46, № 3: 3-18.
19. Протасов А.А. Перифитон как экотопическая группировка гидробионтов // Journal of Siberian Federal University. Biology 2010. 3, № 1 С. 40-56.
20. Протасов А.А. О ключевых концепциях гидробиологии // Journal of Siberian Federal University. Biology. 2010. 3, № 3. С. 228-239.
21. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1992.
22. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. - М.: Мир. 1990. – 597 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 95*)
23. Сиренко Л.А., Гавриленко М.Я. «Цветение» воды и эвтрофирование.– Киев: Наукова думка, 1978.
24. Филенко О.Ф. Водная токсикология.– М.: Черноголовка, 1988.
25. Хатчинсон Д. Лимнология. М., 1969.
26. Хендерсон - Селлерс Б., Маркленд Х.Р. Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного эвтрофирования.– Л.: Гидрометеоиздат, 1990. –
27. Секи Х. Органические вещества в водных экосистемах. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. - 200 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1*)
28. Шитиков В. К, Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения, в 2 кн. / Ин-т экологии Волж. бассейна. М.: Наука, 2005. Кн. 1. 281 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1*)
29. Шитиков В. К, Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения, в 2 кн. / Ин-т экологии Волж. бассейна. М.: Наука, 2005. Кн. 2. 337 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1*)
30. Шибаев С.В. Промысловая ихтиология. - М.: Изд-во "Проспект науки", 2007. - 399
31. Чупров С. М.Атлас бесчелюстных и рыб водоемов и водотоков Красноярского края. - Красноярск : Амальгама, 2015. - 143 с. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 27*)
32. Эффективность роста гидробионтов. Гомель: Гомельский госуниверситет, 1986. 168 с. (включает работу Ивлева В.С. «О превращении энергии при росте беспозвоночных», 1938).
33. Ali M., Nicieza A., Wootton R.J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. Fish and Fisheries, 2003, 4, p. 147-190.
34. Helfman, G. S., B. B. Collette, and D. E. Facey. 1997. The Diversity of Fishes. Blackwell Science, Inc. 528 pp.
35. Birge, E.A. The respiration of an inland lake // Trans. Amer. Fish. Soc., 1907.– V.36.– P. 223-241.
36. Dodson S. Introduction to Limnology. - Boston: Higer Education, 2005. - 400 p. 2005. – 400 р. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1*)
37. Dodds W., Whiles M. Freshwater Ecology. Concepts and Environmental Applications of Limnology. - Amsterdam; Boston; Heidelberg : Academic Press, 2010. - 811 p (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1*)
38. Helfman, G. S., B. B. Collette, and D. E. Facey. 1997. The Diversity of Fishes. Blackwell Science, Inc. 528 pp.
39. Moss B. Ecology of Fresh Waters: a View for the Twenty-First Century. - 4th Edition Wiley-Blackwell, 2010. – 470 р. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1*)
40. Helfman, G. S., B. B. Collette, and D. E. Facey. 1997. The Diversity of Fishes. Blackwell Science, Inc. 528 pp.
41. The Lakes Handbook / edited by: P. E. O'Sullivan , C. S. Reynolds. - Blackwell Publishing, 2004 - Vol.1 : Limnology and Limnetic Ecology. - 2004. - 699 p. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1*)
42. Wetzel R.G. Limnology: Lake and River Ecosystems. 3th ed. - San Diego; San Francisco; New York: Academic Press, 2011. - 1006 p. (*количество экз. в библиотеке СФУ – 1*)

06.04.01.02 *«Физиология растений»*

**1. Общие вопросы**

Объекты биохимии и физиологии растений. Уникальные особенности растительного организма. Автотрофные пути усвоения минеральных элементов. Специфика метаболизма зеленых растений. «Космическая» роль зеленого растения. Роль растений в создании и поддержании газового состава атмосферы, водного, почвенного и климатического режима на планете. Методы физиологии и биохимии растений, применяемые на субклеточном, клеточном, организменном и биоценотическом уровнях. Физиология и биохимия растений — теоретическая основа растениеводства и новых отраслей биотехнологии.

2. Основные компоненты растительного организма и их функции

2.1. Углеводы.

Состав и метаболизм углеводов. Главные моносахариды: их структура и взаимопревращения, субстраты для синтеза других веществ. Состав, структура и основные представители олигосахаридов. Полисахариды: состав, типы связей, ветвление. Запасная и структурная функция.

2.2. Липиды.

Общие свойства, классификация, номенклатура. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Особенности строения ненасыщенных жирных кислот растений. Полярные липиды. Стероиды. Гликозиды. Биологические мембраны, специфика различных мембран растительной клетки.

2.3. Аминокислоты и белки.

Структура и свойства аминокислот. Протеиногенные аминокислоты. Первичные соединения, синтезируемые из минерального азота, синтез аминокислот. Реакции переаминирования, участие глутаминовой кислоты в метаболизме аминокислот. Функции свободных аминокислот и аминокислот в составе белковых молекул. Реакции дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Небелковые аминокислоты растений.

Первичная структура молекулы полипептида. Фибриллярные и глобулярные белки.

Ионные свойства полипептидов. Элементы вторичной структуры белков — α-спираль и р-структура. Третичная и четвертичная структура белков. Дисульфидные и водородные связи, ионные и гидрофобные взаимодействия. Белковые комплексы. Функциональная классификация белков.

2.4. Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты.

Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды: структура, синтез, функции. Нуклеотидные коферменты и переносчики соединений, их основные типы и биологическое значение.

Нуклеиновые кислоты: первичная структура, нуклеотидный состав. Вторичная и третичная структура ДНК. Структура РНК. Типы РНК.

2.5. Вторичные метаболиты.

Признаки классификации вторичных метаболитов. Основные классы: алкалоиды, фенольные соединения, гликозиды. Предшественники биосинтеза вторичных метаболитов, их место в «первичном метаболизме».

2.7. Ферменты и механизмы их действия.

Характеристика ферментов. Алифатическая и простетическая части фермента. Кофакторы ферментной реакции. Кинетика ферментативных реакций. Механизмы регуляции ферментной активности. Действие рН и температуры на скорость ферментной реакции. Аллостерическая регуляция. Индукция и репрессия синтеза. Изозимы и конформеры.

3. Растительная клетка

Особенности строения, структурной и функциональной организации растительной клетки.

Организация ядерного генома растений. Структура генома, полиморфизм растительной ДНК. Мобильные генетические элементы растений (транспозоны).

Типы пластид, особенности строения, онтогенез. Геном пластид. Мозаичная структура пластидных генов. Белки, кодируемые пластидным геномом. Двойное кодирование (ядерное и пластидное) компонентов фотосинтетического аппарата. Транспорт ядерно-кодируемых белков в пластиды. Размножение и наследование пластид.

Особенности строения митохондрий растений. Структура митохондриального генома растений. Прокариотические черты и размер митохондриального генома растений. Мозаичная структура митохондриальных генов. Белки, кодируемые митохондриальным геномом. Двойное кодирование (ядерное и пластидное) белков дыхательной ЭТЦ.

Перенос генетического материала между органеллами. Совместная работа трех геномов.

Особенности строения плазмалеммы. Транспортные системы плазмалеммы, протонная энергетика транспортных систем. Транспортные системы тонопласта.

Эндоплазматический ретикулум растительной клетки. Различные функциональные участки растительного ЭПР.

Структура аппарат Гольджи. Основные направления транспорта, транспортируемые вещества.

Литический и запасающий типы вакуолей. Транспорт веществ в запасающие и литические вакуоли. Возникновение вакуолей de novo. Функции вакуолярной системы клетки.

Структура цитоскелета растительной клетки. Белки, ассоциированные с цитоскелетом. Участие цитоскелета в движении и закреплении органелл. Роль цитоскелета в синтезе целлюлозы. Участие цитоскелета в процессе деления клетки,

Клеточная стенка (КС). Углеводные компоненты клеточной стенки. Структурные белки клеточной стенки:). Функциональные белки КС. Первичная и вторичная клеточная стенка. Лигнины, воска, кутин, суберин. Плазмодесмы (ПД), их строение. Транспорт веществ по плазмодесмам. Функции КС: каркасная, защитная, транспортная, регуляторная, сигнальная.

Онтогенез клетки растения. Стадии онтогенеза: деление клетки, рост клетки растяжением, дифференцировка, старение и смерть. Клеточный (митотический) цикл. Запуск и регулирование клеточного цикла. Апоптоз растительных клеток.

Структурные и функциональные особенности клеток растений in vitro. Изолированные протопласты клеток растений. Использование клеток растений in vitro как модельной системы в физиологических исследованиях и в биотехнологии.

4. Биоэнергетика растений

4.1. Основные принципы классической термодинамики

Эндергонические и экзергонические реакции. Химическое равновесие, химический потенциал. Выражение изменения свободной энергии окислительно-восстановительной реакции в единицах электрохимического стандартного окислительно-восстановительного потенциала.

Формы запасания энергии в клетке: электрохимический потенциал ионов на сопрягающих мембранах, макроэргические связи, конформационные изменения. Энергетика процессов синтеза и гидролиза АТФ. Трансформация энергии на сопрягающих мембранах.

4.1. Фотосинтез.

Общее уравнение фотосинтеза, его компоненты. Структурная организация фотосинтетического аппарата. Роль фотосинтеза в процессах энергетического и пластического обмена растительного организма. Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере. Эволюция биосферы и фотосинтез.

Хлорофиллы: химическая структура, спектральные свойства, функции. Основные этапы биосинтеза молекулы хлорофилла. Хлорофилл-белковые комплексы. Фикобилины: распространение, химическое строение, спектральные свойства, роль в фотосинтезе. Каротиноиды: химическое строение, спектральные свойства, функции.

Поглощение света и передача энергии возбуждения. Возбужденное состояние электронов и пути дезактивации. Представление о фотосинтетической единице. Антенные комплексы. Преобразование энергии в реакционных центрах. Представление о совместном функционировании двух фотосистем. Эффекты Эмерсона.

Основные функциональные комплексы ЭТЦ. Системы фотоокисления воды и выделения кислорода при фотосинтезе. Типы функциональной организации ЭТЦ: нециклический, циклический и псевдоциклический потоки электронов и фотофосфорилирования. Образование трансмембранного протонного градиента в процессе фотосинтетического электронного транспорта. Структура и функции цитохром b6/f комплекса, Q - цикл. Локализация ЭТЦ комплексов в гранальных и стромальных мембранах тилакоидов.

Стехиометрия сопряжения электронного транспорта и образования АТФ. Регуляция потоков электронов при фотосинтезе. Фотосинтетический контроль.

Природа первичных акцепторов углекислого газа (углекислоты). Фиксация углекислого газа в цикле Кальвина-Бенсона, ключевые ферменты. Фотодыхание. Первичные продукты фотосинтеза. Фиксация углекислого газа в цикле Хэтча-Слэка-Карпилова. Особенности углекислотного метаболизма у С3- С4 и САМ-растений. Эволюция механизма концентрирования СО2

Влияние на фотосинтез температуры, условий освещения, содержания углекислоты, условий минерального питания, водоснабжения. Световая кривая фотосинтеза. Компенсационная точка при фотосинтезе и ее зависимость от особенностей организма. Ассимиляционное число. Фотосинтез в онтогенезе растения.

4.2. Дыхание.

Специфика процесса дыхания у растений. Каталитические системы дыхания (дегидрогеназы, оксидазы, оксигеназы, карбоксилазы, трансферазы и др.). Механизмы активации водорода субстрата и молекулярного кислорода. Метаболизм дыхательного субстрата.

Электрон-транспортная цепь митохондрий: структурная организация, основные компоненты, их окислительно-восстановительные потенциалы. Комплексы переносчиков электронов.

Гликолитический путь окисления; основные стадии. Цикл Кребса. Глиоксилатный цикл. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы и его роль в обмене клетки. Механизмы регуляции циклов.

Единство элементарных энергетических процессов в живой природе. Фосфорилирование на уровне субстрата и фосфорилирование в дыхательной цепи. Мембраны как структурная основа биоэнергетических процессов. Электро-химический потенциал – движущая сила фосфорилирования. Регуляция электронного транспорта в дыхательной цепи. Дыхательный контроль. Понятие о разобщителях. Энергетическая эффективность дыхания.

Составляющие дыхания: дыхание роста, дыхание поддержания и их соотношение в онтогенезе и в условиях меняющихся факторов среды.

Цитоплазматические оксидазы (аскорбатоксидаза, полифенолоксидазы, ксантиноксидазы, пероксидазы, каталазы), их локализация функции, вклад в общее поглощение кислорода растительной тканью. Изменения в интенсивности и путях дыхания в онтогенезе и при действии факторов среды.

5. Водный режим растений

Молекулярная структура и физические свойства воды. Взаимодействие молекул воды и биополимеров, гидратация. Состояние воды в клетке. Вода, как структурный компонент растительной клетки, ее участие в биохимических реакциях.

Формы воды в почве. Корневая система как орган потребления воды. Корневое давление, значение, механизм и методы определения. Гуттация и плач растений. Распределение воды в клетке и организме. Физиологическая засуха и ее причины. Коэффициент завядания.

Термодинамические показатели состояния воды: активность воды, химический и водный потенциал. Составляющие водного потенциала клетки: осмотический, матричный потенциал, потенциал давления. Градиент водного потенциала как движущая сила поступления и передвижения воды. Механизмы передвижения воды по растению. Теория сцепления. Водообмен между ксилемой и флоэмой в целом растении. Верхний и нижний концевые двигатели. Влияние внешних условий на поступление воды в растение. Транспирация, ее формы и физиологическое значение. Количественные показатели: интенсивность, экономичность, продуктивность, транспирационный коэффициент. Методы измерения. Устьичная транспирация и механизм ее регулирования. Кутикулярная транспирация. Действие факторов внешней среды: свет, температура, влажность воздуха. Суточные колебания транспирации.

Экология водообмена растений. Особенности водообмена у растений разных экологических групп (ксерофитов, мезофитов, гигрофитов, галофитов).

6. Минеральное питание

Роль растений в круговороте минеральных элементов в биосфере. Потребность растений в элементах минерального питания. Содержание и соотношение минеральных элементов в почве и в растениях и факторы, их определяющие. Классификации химических элементов, необходимых для растений. Основная функция элементов в метаболизме: структурная и каталитическая. Физиологическая роль макро- и микроэлементов.

Корень как орган поглощения минеральных элементов, специфических синтезов с их участием и транспорта. Рост корня как основа поступления элементов минерального питания. Значение зон роста корня в этом процессе. Система взаимодействия “корень - почва”. Роль микоризы.

Ближний транспорт ионов в тканях корня. Симпластический и апопластический пути. Дальний транспорт. Восходящее передвижение веществ по растению: пути и механизмы. Перераспределение и реутилизация ионов в растении. Взаимодействие ионов (антагонизм, синергизм, аддитивность). Значение работ Д.Н. Прянишникова, Д.А. Сабинина в создании теории минерального питания. Корневое питание как важнейший фактор управления продуктивностью и качеством урожая. Генотипические различия в минеральном питании разных видов и сортов.

Особенности азотного обмена растений. Источники азота для растений. Минеральные формы азота, используемые растениями. Видовая специфика усвоения разных форм азота. Симбиотическая фиксация молекулярного азота.

Поступление серы в растение. Основные соединения серы в клетке, участие в окислительно-восстановительных реакциях.

Формы минерального фосфора в тканях, их содержание и функции. Особенности поступления фосфора и транспорта его соединений в растении. Основные фосфорсодержащие компоненты клетки, их роль. Запасные формы фосфора.

Содержание и распределение калия в клетке, тканях и органах растения. Роль К+ в поддержании мембранногопотенциала. Роль калия в работе устьиц и флоэмном транспорте.

Накопление, формы соединений, особенности поступления и перемещения Ca2+ по растению. Сигнальная роль Ca2+. Характеристика мембранных систем транспорта Ca2+, особенности их регуляции и роль в формировании Ca2+-сигнала. Структурная роль кальция в клеточной стенке.

Содержание и соединения магния в тканях растений. Функции магния в фотосинтезе. Магний как активатор ферментных систем.

Микроэлементы. Свойства тяжелых металлов, определяющие их роль в ЭТЦ фотосинтеза и дыхания и других редокс- реакциях.

Железо: доступность в почве. Особенности поступления железа у двудольных и однодольных растений. Соединения железа; распределение по компартментам клетки и в растении. Комплексы железа в белках редокс-цепей и других ферментах.

Медь: Содержание и распределение в клетке и тканях. Участие в окислительно-восстановительных процессах дыхания и фотосинтеза.

Марганец: Активируемые им ферментные системы, его специфичность, как кофактора. Роль Мn2+ в функционировании ФС2.

Молибден: значение для процессов утилизации азота среды.

Цинк: Структурная роль в поддержании ферментной активности и при синтезе белка. Zn-содержащие ферменты.

Бор. Механизмы участия в регуляции физиологических процессов и метаболизма.

Структурная роль в клеточной стенке.

Нарушения в метаболизме растений при недостатке микроэлементов.

7. Дальний транспорт и круговорот веществ в растении

Транспорт веществ из листьев в другие органы. Состав транспортируемых веществ. Передвижение ассимилятов из мезофилла листа к сосудам флоэмы по апопласту и симпласту. Механизмы загрузки флоэмы из апопласта и симпласта. Роль сопровождающих клеток. Механизм передвижения веществ по флоэме. Модель потока воды под давлением. Скорость передвижения веществ по флоэме; их выгрузка из ситовидных элементов.

Восходящий транспорт веществ по ксилеме. Состав ксилемного сока. Взаимосвязь транспорта воды и растворенных веществ по ксилеме. Круговорот и реутилизация минеральных веществ в растении.

8. Рост и развитие растений

Общие представления о росте и развитии растений. Закономерности роста, типы роста. Кинетика ростовых процессов. Основные этапы развития растений.

Клеточные основы роста. Особенности роста органов растений. Корреляции ростовых процессов различных органов, регенерация.

Влияние на рост и развитие внутренних и внешних факторов. Физиологические основы действия фитогормонов.

Ауксины. Активный транспорт ауксинов в растениях. Физиологические ответы на ауксины.

Цитокинины. Физиологическое действие. Взаимодействие ауксинов и цитокининов.

Гиббереллины. Пути биосинтеза и многообразие гиббереллинов. Физиологическое действие гиббереллинов. Взаимодействие с другими гормонами.

Абсцизовая кислота. Физиологическое действие. Взаимодействие АБК и гиббереллинов в процессах регуляции покоя.

Этилен. Специфика этилена как газообразного гормона. Физиологическое действие. Созревание сочных плодов и листопад.

Процессы раздражимости и возбудимости. Типы движения растений (внутриклеточные движения, тропизмы, настии, нутации) и их механизмы.

Основные этапы онтогенеза (эмбриональный, ювенильный, репродуктивный, зрелости, старения). Морфологические, физиологические и метаболические особенности этапов онтогенеза. Состояние покоя у растений. Типы покоя и их значение для жизнедеятельности растений.

Механизмы морфогенеза растений. Полярность. Индукция генетических программ.

Фоторегуляция у растений. Основные принципы фоторецепции. Отличие фоторецепторных комплексов от энергопреобразующих. Физиологически важные области спектра: красная и синяя. Фитохром и криптохром.

Сеть путей передачи сигнала в клетке. Восприятие воздействий и сигнальных молекул. Рецепторы стимулов и гормонов, их локализация.

Фотопериодизм. Феноменология фотопериодизма: цветение и группы фотопериодических растений, регуляция листопада, образования почек, перехода к состоянию покоя. Восприятие длины дня: эффект прерывания ночи, фитохром, внутренние часы. Гормональная теория цветения Чайлахяна. Изменения гормонального баланса, приводящие к физиологическому ответу на фотопериод.

Регуляция развития климатическими факторами. Глубокий (физиологический) покой и вынужденный покой. Температура и развитие растений. Явления стратификации и яровизации как экологическая адаптация.

9. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам

Стресс и адаптация — общая характеристика явлений. Неблагоприятные факторы биотической и абиотической природы. Специфические и неспецифические реакции ответные реакции растений на действие стрессоров. Природа неспецифических реакций. Стрессовые белки и их функции.

Водный дефицит. Классификация растений по их устойчивости к засухе. Осмотический и гидростатический потенциалы у разных по засухоустойчивости растений. Регуляция осмотического потенциала давления с помощью осмолитов. Важнейшие протекторы белков, нуклеиновых кислот.

Типы почвенного засоления. Галофиты и гликофиты. Повреждающее действие солей. Адаптация растений к осмотическому и токсическому действию солей. Протекторные белки, синтезирующиеся в растениях при солевом стрессе. Роль плазмалеммы и тонопласта в поддержании низких концентраций Na+ в цитоплазме при засолении. Стратегия избегания накопления ионов в активно метаболизирующих тканях и генеративных органах в условиях засоления.

Экстремальные температуры. Структурные перестройки клеточных мембран при температурных адаптациях. Роль изменения химического состава жирных кислот и соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных в температурных адаптациях.

Устойчивость растений к отрицательным температурам. Способы предотвращения образования льда в клетках. Химическая природа и механизмы действия биологических веществ антифризов. Приемы, позволяющие повысить морозоустойчивость растений.

Активные формы кислорода (АФК) – индукторы окислительного стресса. Токсическое действие АФК. Вклад фотосинтетической и дыхательной ЭТЦ в генерацию АФК. Антиоксидантные системы клетки.

Аноксия и гипоксия. Растения, устойчивые к недостатку кислорода. Роль гликолиза в адаптации растений к недостатку кислорода. Анатомические особенности растений, устойчивых к аноксии и гипоксии. Роль гормонов в адаптации к анаэробиозу. Ответная реакция растений на резкое снижение содержания кислорода в среде.

Токсичность тяжелых металлов (ТМ) для растений. Механизмы защиты растений от ТМ: Видоспецифичность в чувствительности и устойчивости растений к избытку и недостатку тяжелых металлов в среде. Фиторемедиация.

Фитоиммунология как составная часть общей иммунологии. Двухфазность ответа растений на внедрение патогенна. Элиситоры. Факторы, обеспечивающие проникновение патогена и его питание внутри растения; факторы, обеспечивающие преодоление защитной реакции растения. Роль вторичных метаболитов в устойчивости. Локализация синтеза и накопления вторичных метаболитов на уровне клетки, ткани, органа, целого растения. Фитоалексины.

**10. Взаимодействие физиологических процессов**

Донорно-акцепторные взаимодействия как основа эндогенной регуляции фотосинтеза в системе растительного организма. Механизм эндогенной регуляции в системе растения: потоки углерода, используемые на синтез различных соединений и их распределение по тканям и органам. Теория фотосинтетической продуктивности. Донорно-акцепторные отношения, реутилизация и круговорот минеральных элементов в растении. Системы регуляции и их иерархия в растении.

Литература

Основная

1. Воскресенская О.Л. Большой практикум по биоэкологии. Ч.1: учебн. пособие. - Йошкар – Ола, 2006. – 107 с.
2. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии : учеб. пособие для высш. пед. учеб. заведений / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. – Изд. 3-е. – М.: Академия, 2006. – 208 с.
3. Медведев С. С. Физиология растений: учебник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013.- 512 с.
4. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М. Практикум по курсу «Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам»: Учебно-методическое пособие. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2013. 63 с.
5. Филиппович И.И. Организация трансляции хлоропластов и его роль в биогенезе мембран / отв. Ред. И.А. Тарчевский. М.: Наука, 2006. 160 с.
6. Photosynthetic pigments^ chemical structure, biological function and ecology / Edds T.K. Golovko, W.I. Gruszecki, M.N.V. Prasad, K. Strzalka. Syctyvkar. 2014. 448 p.

Дополнительная

1. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высшая школа, 2005. – 736 с.
2. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н. и др. Генетика развития растений. СПб.: Наука, 2000 г., 539 с.
3. Учебник по Физиологии растений для студентов биологических специальностей вузов, под. ред. И.П. Ермакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005.

06.04.01.01 «Микробиология и биотехнология»

**Избранные главы микробиологии**

Теоретические основы и актуальные проблемы сравнительно-эволюционной, экологической, медицинской, промышленной микробиологии. Морфология, биохимия, генетика микроорганизмов, их систематика и эволюция, роль ее. Вирусы, бактерии, археи, эукариотные микроорганизмы. Патогенные микроорганизмы и борьба с ними. Хозяйственное использование микроорганизмов. Промышленная микробиология. Микробиологическое повреждение технологических конструкций. Перспективы биотехнологии и генетической инженерии. Методы культивирования и идентификации микроорганизмов, приемы клеточной и генетической инженерии, методы исследования роли микроорганизмов в биогеоценозах.

Теоретические концепции и актуальные проблемы микологии. Морфология и физиология грибов; систематика и филогенетические связи отдельных таксономических групп. Размножение и жизненные циклы. Экология грибов, механизмы их взаимодействия с различными компонентами биогеоценозов. Теоретические представления о происхождении грибов. Практическое применение различных групп в фармакологии и биотехнологии. Почвенная микология; фитопатология. Медицинская микология. Биология наиболее вредоносных патогенов. Методы экспериментальных исследований в микологии.

**Биотехнология на рубеже XX -XXI веков**

Разработка медицинских полимеров и биоматериаловедение. О проблематике в области полимеров биомедицинского назначения. Тенденции и общие перспективы разработок искусственных и биоискусственных органов. Современное представление о клеточных технологиях, клеточной инженерии, клеточных культурах как составной части биотехнологии. Роль клеточных культур в биотехнологии при производстве биологически активных веществ, применение их в генетической, медицинской, фармакологической практике, а также для сохранения генофонда исчезающих видов. Важнейшие открытия современной биологии, послужившие фундаментом для возникновения клеточных технологий.

**Генетическая инженерия**

Общие принципы конструирования новых организмов для биотехнологии. Технологии рекомбинантных ДНК. Клонирование известных и конструирование новых белков. Общая схема векторов для клонирования и экспрессии рекомбинантных ДНК. Разнообразные, системы (простейшие, растения и животные) для биопродукции белков. Гетерологичная экспрессия, пострансляционные модификации, фолдинг и получение функционально активных аутентичных белков. Получение трансгенных организмов, не содержащих маркерные гены. Новые методы селекции – сочетание молекулярных и традиционных методов. Трансгенные микроорганизмы. Проблемы экспрессии чужеродных генов. Стабилизация целевых продуктов в клетке. Конструирование секретирующих организмов. Дрожжи – старый и новый организм в биотехнологии. Дрожжевые системы экспрессии. Клетки насекомых и бакуловирусы для синтеза целевых белков. Трансгенные растения и животные как биореакторы целевых продуктов. Конструирование трансгенных растений. Биопродукция ценных для промышленности и медицины органических соединений в растениях и растительных клетках. Генетически-модифицированные продукты – мифы и реальность. Регулирование производства и сертификация генно-модифицированного сырья и пищевых продуктов. Технологии создания трансгенных животных. Получение улучшенных пород животных.

**Биотехнология растительных клеток и тканей**

Значение и место культуры тканей в биотехнологии растений. Условия и методы культивирования тканей растений in vitro. Направления и возможности использования культуры изолированных тканей растений Клональное микроразмножение растений и его прикладное значение. Оздоровление посадочного материала растений в культуре апикальных меристем. Культура каллусных тканей и ее использование в биотехнологии растений. Органогенез в культуре соматических тканей. Суспензионные культуры. Культура отдельных изолированных клеток или культура одиночных клеток. Культура протопластов. Культура гаплоидных тканей. Получение растений, устойчивых к различным стрессовым факторам на селективных средах в культуре изолированных тканей

**Медицинская биотехнология**

Молекулярная генетика человека и новейшие генетические методы медицинской диагностики и терапии. Генетическое сцепление и картирование генов. Построение генетических карт хромосом человека. Физическое картирование генома человека. Программа геном человека. Проблемы современной медицинской диагностики. Методы молекулярной диагностики: возможности эффективность. Состояние мирового рынка диагностических тестов. Методы иммунодиагностики – основные закономерности и разнообразие. Иммуноферментный анализ. Моноклональные антитела. Гибридомная технология. Ферменты, пригодные для ИФА. Биолюминесцентные маркеры. Методы ДНК-диагностики – основные закономерности и разнообразие. Получение зондов (химический синтез и клонирование). Методы детекции для выявления гибридов. Использование биолюминесцентных белков в качестве репортеров. Генная терапия человека. Генная терапия ex vivo и in vivo. Вирусные и невирусные системы доставки генов. Лекарственные средства на основе олигонуклеотидов: синтез и применение «антисмысловых РНК», «антисмысловых» олигонуклеотидов и «пролекарства». Рибозимы как лекарственные средства. Генная терапия соматических клеток и клеток зародышевой линии. Клонирование человека. Этика и политика в области генной терапии человека

**Биотехнология новых материалов**

Освоение новых материалов – актуальное направление критических технологий XXI века. Потребности в полимерных материалах. Биопластики – экологическая альтернатива синтетическим полимерам. Мировые тенденции развития индустрии разрушаемых биопластиков. Проблемы синтеза биопластиков и обоснованность наращивания темпов прироста производств. История появления и применения биопластиков. Факторы, влияющие на стоимость биопластиков и возможность расширение областей применения. Полимеры монокарбоновых кислот (молочной, гликолевой, масляной и др.); продуценты (природные и генетически модифицированные организмы), субстраты технологии синтеза. Способы переработки в специализированные полимерные изделий. Физико-химические свойства биопластиков. Связь химической структуры с условиями синтеза типом углеродного субстрата. Методы исследования базовых свойств биопластиков. Области и потенциал рыночных продуктов

**Современные методы исследования целевых продуктов биотехнологии**

Методы выделения и очистки клеточных макромолекул для получения целевого биотехнологического продукта. Принципы выбора методов. Сепарация клеток: флотация, фильтрация, центрифугирование. Дезинтеграция продуцентов: механическая, химическая, ферментативная. Экстракционные методы из твердой фазы на примере выделения биопластиков из бактериальных клеток. Методы, используемые для получения чистых продуктов: колоночная хроматография, тонкослойная хроматография, электрофорез. Современные аналитические методы, используемые для количественных и качественных характеристик целевых продуктов биотехнологии: газо-жидкостная и высокоэффективная хроматографии.

**Инженерные основы биотехнологии**

Научные основы биоинженерии. Специфика конструирования и применения аппаратуры для реализации биотехнологических процессов. Элементы контроля и управления биотехнологическими процессами. Материально-энергетический баланс роста микроорганизмов. Проблема термогенеза и стабилизации параметров процесса на заданном уровне. Современное ферментационное оборудование. Принципы классификации. Основные конструкции ферментационного оборудования и их анализ. Конструирование, масштабирование и выбор биореакторов. Способы и методы стерилизации сред, оборудования, обеспечение стерильности процесса ферментации.

**Основная литература:**

1. Волова, Т. Г. Биоразрушаемые полимеры: синтез, свойства, применение» / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая /под ред. Э. Дж. Сински. – Красноярск: Красноярский писатель, 2011. – 780 с.
2. Воронин, Е.С. Сельскохозяйственная биотехнология / Е.С.Воронин, Е.А. Калашникова, В.С. Шевелуха. – М.: Высшая школа, 2008. – 710 с.
3. Клунова, С. М. Биотехнология: учебник для студ. вузов по спец. "Биология" / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. – М.: Академия, 2010. - 256 с.
4. Кузнецов, А. Е. Прикладная экобиотехнология : В 2 т. : учеб. пособие. Т.1. / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников. − 2-е изд., − М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. − 629 с.
5. Нетрусов, А. И. Введение в биотехнологию/ А. И. Нетрусов. – М.: Академия, 2014. - 281 с.
6. Нетрусов, А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М.: Академия, 2012. - 379 с.
7. Сазыкин, Ю. О. Биотехнология : учебное пособие / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева. - 2-е изд., стереотип. . – М. : Академия Москва, 2007 . - 254 с.
8. Современные проблемы и методы биотехнологии : учебное пособие / Т. Г. Волова, С. В. Маркова, Л. А.Франк, Н .В. Зобова, Е. И. Шишацкая, Н. А. Войнов.- Электрон. дан. (91 Мб). - Красноярск : ИПК СФУ, 2009.- (Современные проблемы и методы биотехнологии : УМКД № 1323-2008 / рук. творч. коллектива Т.Г. Волова).
9. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия / С.Н.Щелкунов. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2008. – 514 с.
10. Брюханов, А. Л. Молекулярная микробиология / А. Л. Брюханов, К. В. Рыбак, А. И. Нетрусов ; под ред. А. И. Нетрусов. – М.: Изд-во Московского университета, 2012. - 477 с.
11. Гусев М. В. Микробиология: учебник для студентов вузов по направлению Биология и биологическим специальностям: рекомендовано МО РФ / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. - 9-е изд., стер. – М. : Академия, 2010. - 462 с.
12. Градова, Н.Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств : учебное пособие / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов. – М.: ДеЛи принт, 2010. - 136 с.
13. Левинсон У.Медицинская микробиология и иммунология. Пер. с англ. /под ред. проф. В.Б. Белобородова. Лаборатория знаний (ранее БИНОМ. Лаборатория знаний). 2015. 1184 с. ISBN: 978-5-9963-2913-7 <http://e.lanbook.com/view/book/66372/>
14. Экология микроорганизмов / А. И. Нетрусов [и др.] ; ред. А. И. Нетрусов. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2013. - 267 с
15. Фрешни, Р. Культура животных клеток. Практическое руководство / Р. Фрешни. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011.

**Дополнительная литература**

1. Безбородов, А.М. Ферментативные процессы в биотехнологии : монография / А. М. Безбородов, Н. А. Загустина, В. О. Попов ; отв. ред. Л. И. Воробьева ; Российская академия наук [РАН]. Институт биохимии им. А.Н.Баха. - Москва : Наука, 2008. - 335 с.
2. Борисов, Л. Б. Медицинская микробиология, вирусология, иммунология: учебник для вузов по медицинским специальностям / Л. Б. Борисов. - 4-е изд., доп. и перераб. – М. : Медицинское информационное агентство, 2005. - 734 с.
3. Введение в методы культуры клеток, биоинженерия органов и тканей / под ред. В. В. Новицкого, В. П. Шахова, И. А. Хлусова, Г. Ц. Дамбаева. – Томск, 2004. - 385 с.
4. Винаров, А. Ю. Ферментационные аппараты для процессов микробиологического синтеза. / А. Ю. Винаров, Л. С. Гордеев, А. А. Кухаренко, В. И. Панфилов; под ред. В. А. Быкова. - М. : ДеЛи Принт, 2005. - 278 с.
5. Воробьев, А. А. Медицинская и санитарная микробиология : учебное пособие по микробиологии, вирусологии, иммунологии для студентов медицинских вузов / А. А. Воробьев, Ю. С. Кривошеин и В. П. Широбоков. –
6. Волова, Т. Г. Полиоксиалканоаты – Биоразрушаемые полимеры для медицины / Т. Г. Волова, В. И. Севастьянов, Е. И. Шишацкая. – Красноярск: Платина, 2006.
7. Волова, Т. Г. Биотехнология : учебное пособие для вузов / Т. Г. Волова; отв.ред. И. И. Гительзон; Российская академия наук. Сибирское отделение. Институт биофизики и Красноярский университет. Биологический факультет. – Красноярск : КрасГУ, 2002. - 266 с.
8. Волова, Т. Г. Экологическая биотехнология / Т. Г. Волова. – Новосибирск : Сибирский хронограф, 1997. – 144с.
9. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак; пер. с англ. - М. : Мир, 2002. – 589 с
10. Промышленная микробиология: учебное пособие / З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина и др. / под ред. Н.С. Егорова. - М. : Высшая школа, 1989. - 688 с.
11. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии : учебное пособие / Т. А. Егорова, С. М. Клунова и Е. А. Живухина. - 3-е изд., стер. – М. : Academia, 2006. – 208 с.
12. Егоров, Н.С. Основы учения об антибиотиках. – М.: МГУ Наука, 2004. – 528 с.
13. Заварзин, Г. А. Лекции по природоведческой микробиологии / Г. А. Заварзин / отв. ред. Н. Н. Колотилова; Российская академия наук. Институт микробиологии им. С. Н. Виноградского. – М. : Наука, 2003 . - 348 с.
14. Заварзин, Г. А. Введение в природоведческую микробиологию: учебное пособие для студентов вузов / Г. А. Заварзин, Н. Н. Колотилова. – М. : Книжный дом "Университет", 2001 . - 255 с.
15. Звягинцев, Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. - М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2005. – 448 с.
16. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие для студентов университетов / И. Ф. Жимулев; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. - изд. 4-е, стереотип. третьему. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. - 478 с.
17. Кузнецов, А. Е. Научные основы экобиотехнологии / А. Н. Кузнецов, Н. Б. Градова. – М. : Мир, 2006. – 504 с.
18. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника / под ред. П. П. Мальтцева. - М. : Техносфера. Серия «Мир материалов и технологий». -2006. - 149 с.
19. Нетрусов, А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. - 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2007. - 350 с.
20. Отто, М. Современные методы аналитической химии / М. Отто. – М. : Техносфера, 2003. – Т. 1. – 412 с.
21. Отто, М. Современные методы аналитической химии / М. Отто. – М. : Техносфера, 2003. – Т. 2. – 281 с.
22. Першина, Л. А. Основные методы культивирования in vitro в биотехнологии растений : учеб. пособие / Л. А. Першина; 2-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск : Новосиб.гос.ун-т, 2005. - 142 с.
23. Поздеев, О. К. Медицинская микробиология : учебник для медицинских вузов / О. К. Поздеев; под ред. В. И. Покровский. – М. : Гэотар-Медиа, 2002 . - 765 с.
24. Прудникова, С. В. Экологическая роль полигидроксиалканоатов: закономерности биоразрушения в природной среде и взаимодействия с микроорганизмами: монография / С. В. Прудникова, Т. Г. Волова / − Красноярск : Красноярский писатель, – 2012.
25. Репин, В. С. Эмбриональные стволовые клетки: фундаментальная биология и медицина / В. С. Репин, А. А. Ржанинова, Д. А. Шаменков. – М. : Реметэкс. – 2002.
26. Сельскохозяйственная биотехнология : учеб. / под ред. В. С. Шевелухи. - М. : Высш. Шк, – 2003. - 469 с.
27. Современные аппаратура и методы исследования биологических систем : учебное пособие. Рекомендовано УМО по классическому университетскому образованию / под ред.: Э. Д. Сински, Т. Г. Волова. - Красноярск : Красноярский писатель, 2011. - 479 с.
28. Современная микробиология: Прокариоты: в 2-х томах: Т. 1. / пер. с англ. / под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. – М. : Мир, 2005. – 656 с.
29. Современная микробиология: Прокариоты: в 2-х томах: Т. 2. / пер. с англ. / под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. – М. : Мир, 2005. – 496 с.
30. Сорокин Н.Д. Микробиологическая диагностика лесорастительного состояния почв Средней Сибири. / Н. Д. Сорокин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 220 с.
31. Суриков, В. Т. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Образование ионов / В. Т. Суриков. – Екатеринбург : УрО РАН, 2006. - 276 с.
32. Трансплантология / под ред. В. И. Шумакова. - М. : Медицина, - 2006.
33. Хенч, Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей / Л. Хенч, Д. Джонс; под ред. А.А. Лушниковой. - М. : Техносфера. Серия «Мир биологии и медицины», 2007. - 304 с.
34. Штильман, М. И. Полимеры медико-биологического назначения / М. И. Штильман. – М. : Академкнига, 2006. – 399 с.
35. Экология микроорганизмов / А. И. Нетрусов [и др.] ; ред. А. И. Нетрусов. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2013. - 267 с

Электронные и интернет-ресурсы

1. Современные проблемы и методы биотехнологии. Версия 1. [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс/ Т. Г. Волова, С. В. Маркова, Л. А.Франк, Н. В. Зобова, Е. И. Шишацкая, Н. А. Войнов.- Электрон. дан. (91 Мб).- Красноярск : ИПК СФУ, 2009.- (Современные проблемы и мтеоды биоитехнологии : УМКД № 1323-2008 / рук. творч. коллектива Т.Г. Волова).
2. Введение в биотехнологию. Версия 1. [Электронный ресурс]:электрон. учеб.-метод. комплекс/ Т. Г. Волова, Н. А. Войнов, Е. И. Шишацкая, Г.С.Калачева. - Электрон. дан. (91 Мб).- Красноярск : ИПК СФУ, 2008.- (Введение в биотехнологию : УМКД № 143-2007 / рук. творч. коллектива Т.Г. Волова).
3. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии. Версия 1. [Электронный ресурс]:электрон. учеб.-метод. комплекс/ Т.Г. Волова, С.В. Е.И. Шишацкая, П.В.Миронов.- Электрон. дан. (91 Мб).- Красноярск : ИПК СФУ, 2009.- (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : УМКД № 1324-2008 / рук. творч. коллектива Т.Г. Волова). – 1 электрон. опт. Диск (DVD).
4. [www.biotechnolog.ru](http://www.biotechnolog.ru).

*06.04.01.05 «Реконструктивная биоинженерия»*