

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

САЕ Институт «Умные материалы и технологии»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор



И.А. Курзина

« 05 » 11 2024 г.



Рабочая программа дисциплины

Ферментативная и клеточная кинетика

по направлению подготовки

19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки:

«Молекулярная инженерия»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП



И.А. Курзина

Председатель УМК



Г.А. Воронова

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1– Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Демонстрирует способность применять законы математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи при решении поставленной задачи;

ИОПК-1.2. Владеет методами теоретического и экспериментального исследования биологических и химических процессов, анализа и обработки экспериментальных данных.

2. Задачи освоения дисциплины

– Знать базовые теоретические основы ферментативной и клеточной кинетики.

– Освоить методы вычисления основных кинетических параметров работы ферментной системы клеток, динамических параметров клеточного размножения.

– Знать основы оценки воздействия абиотических факторов окружающей среды на ферментативные и клеточные процессы, способность излагать, критически анализировать и представлять базовую информацию в области экологии и охраны окружающей среды.

– Уметь выстроить дизайн эксперимента для оценок влияния факторов окружающей среды на ферментативные и клеточные кинетические процессы.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 3, зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: математика, биология клетки, микробиология.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 22 ч.;

– семинарские занятия: 0 ч.;

– практические занятия: 28 ч.;

– лабораторные работы: 0 ч.

в том числе практическая подготовка: 28 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1 Кинетика. Кинетика реакций первого порядка. Уравнение экспоненциального роста

Понятие кинетики. Кинетика реакций первого порядка: основные термины и специальные понятия. Уравнение экспоненциального роста и распада. Постоянная времени экспоненциальных процессов.

Тема 2 Катализ. Особенности строения белков как предельно совершенных биокатализаторов

Ферментативный катализ: понятие и определение через концепцию маршрутов реакций. Почему белки выбраны в качестве главных биокатализаторов. Особенности строения белков как предельно совершенных биокатализаторов.

Тема 3 Канонического уравнение Михаэлиса-Ментен. Параметры. Линеаризация Лайнуивера-Берка и прямой график Корниша-Бодена. Соотношение Холдейна

Ферментативная кинетика как стационарная кинетика. Вывод канонического уравнения Михаэлиса-Ментен для односубстратной реакции. Параметры уравнения Михаэлиса-Ментен, "максимальная скорость" и "константа Михаэлиса", биологический смысл. Определение параметров уравнения Михаэлиса-Ментен по экспериментальным данным. Линеаризация Лайнуивера-Берка и прямой график Корниша-Бодена. Уравнение Михаэлиса-Ментен для обратимой реакции, соотношение Холдейна.

Тема 4. Метод Кинга-Альтмана

Вывод уравнений стационарной скорости. Метод Кинга-Альтмана. Кинетические схемы ферментативных реакций и их представление в виде графов. Вывод уравнения стационарной скорости для двухсубстратной реакции с образованием тройного комплекса и упорядоченным связыванием субстратов. Варианты метода Кинга-Альтмана, простейшие правила упрощения графов кинетических схем, примеры применения: вывод канонического уравнения Михаэлиса-Ментен методом Кинга-Альтмана, уравнение для фермента с двумя идентичными активными центрами, уравнение для случая одновременного участия фермента в двух реакциях.

Тема 5. Ингибирование ферментативных реакций

Понятие об ингибировании ферментативных реакций. Схема Боттса-Моралеса. Конкурентное, бесконкурентное, неконкурентное и смешанное ингибирование, вывод уравнений стационарной скорости, их анализ. Постановка экспериментов по изучению кинетики ингибирования.

Тема 6. Двухсубстратный-двухпродуктный механизм ферментативных реакций

Обзор двухсубстратных-двухпродуктных механизмов ферментативных реакций. Схема Уонга-Хейнса. Механизм с образованием тройного комплекса и упорядоченным связыванием субстратов. Уравнение Михаэлиса-Ментен для данного механизма. Постановка соответствующих кинетических экспериментов. Механизм с образованием тройного комплекса и неупорядоченным связыванием субстратов. Механизм с замещением фермента.

Тема 7 Интегральная форма уравнения Михаэлиса-Ментен

Вывод интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен. Линеаризация уравнения.

Тема 8 Зависимость скорости ферментативных реакций от различных параметров

Зависимость скорости ферментативных реакций от pH. Вывод уравнений стационарной скорости, функция Михаэлиса. Зависимость скорости ферментативных реакций от температуры. Кинетика денатурации (уравнение Вант-Гоффа). Кинетика Аррениуса.

Тема 9 Контроль ферментативной активности

Контроль ферментативной активности. Кинетические модели кооперативности. Симметричная модель Моно-Уаймена-Шанже.

Тема 10 Деление клеток в нелимитированных условиях. Удельная скорость роста

Деление клеток в нелимитированных условиях. Описание кинетики деления клеток показательным уравнением с основанием два. Время удвоения. Каноническое дифференциальное уравнение размножения клеток в нелимитированных условиях. Удельная скорость роста. Понятие о периодической культуре клеток. Лаг-фаза, фаза экспоненциального роста, стационарная фаза, фаза деструкции.

Тема 11 Лимитирование роста, принцип Либиха. Уравнение Моно

Лимитирование роста, принцип Либиха в аспекте клеточного роста. Зависимость удельной скорости роста клеток от концентрации лимитирующего субстрата, уравнение Моно.

Тема 12 Ингибирование роста клеток

Ингибирование роста клеток. Уравнение Иерусалимского. Ингибирование субстратом.

Тема 13 Стехиометрия клеточного роста. Биомоль. Экономический коэффициент

Стехиометрия клеточного роста. Понятие биомоля. Использование биомоля и экономического коэффициента при расчетах потребности клеток в кислороде и в минеральных компонентах, примеры расчетов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проработки списка дополнительных вопросов по темам дисциплины, решения задач и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в третьем семестре проводится в устной форме по билетам. Продолжительность зачета 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=34282>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Плутахин Г. А. Биофизика : [учебное пособие для вузов по направлениям 111100 - "Зоотехния", 020800 - "Экология и природопользование", 110100 - "Агрохимия и агропочвоведение", 110200 - "Агрохимия" и специальности 111201 "Ветеринария"] / Г. А. Плутахин, А. Г. Кошаев. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 1 онлайн-ресурс (239 с.) - (Учебники для вузов. Специальная литература) . URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4048

– Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии : [учебное пособие для студентов, аспирантов и специалистов, желающих ознакомиться с современными основами математического моделирования в биологии]. Ч. 1 / Г. Ю. Ризниченко. - Москва [и др.] : R&C Dynamics (PXD), 2002. - 1 онлайн-ресурс (231 с.): ил.. URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2017/000554203/000554203.pdf>

– Математическое моделирование в биологии и химии. Новые подходы : Сб. науч. тр. / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т биофизики; Отв. ред. Р. Г. Хлебопрос. - Новосибирск : Наука : Сибирское отделение, 1992. - 219,[3] с.: ил.

– Биофизика : [учебник для вузов] / В. Ф. Антонов, А. М. Черныш, В. И. Пасечник [и др.] ; под ред. В. Ф. Антонова. - Изд. 2-е, испр. и доп.. - Москва : ВЛАДОС, 2003. - 287 с.: ил.

– Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии : [учебное пособие для вузов по специальностям "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов" и "Машины и аппараты химических производств"] / В. В. Бирюков ; [ред. Л. И. Галицкая]. - М. : КолосС [и др.], 2004. - 294, [1] с.: ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений) . URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000225725/000225725.pdf>

– Ризниченко Г. Ю. Биофизическая динамика продукционных процессов / Г. Ю. Ризниченко. - М. : Ин-т компьютерных исслед., 2004. - 463 с.

б) дополнительная литература:

– Волькенштейн М. В. Биофизика : учебное пособие / М. В. Волькенштейн. - Изд. 4-е, стер.. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 594, [1] с.: ил. - (Знание. Уверенность. Успех!) - (Лучшие классические учебники) - (Учебники для вузов. Специальная литература) - (Классическая учебная литература по физике)

– Иванов И. В. Сборник задач по курсу основы физики и биофизики : [учебно-методическое пособие для студентов вузов по направлению подготовки 111100 - "Зоотехния" и специальности 111801 - "Ветеринария"] / И. В. Иванов. - Изд. 2-е, испр.. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 121, [2] с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература)

– Ризниченко Г. Ю. Математические модели биологических продукционных процессов : Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. - М. : Издательство Московского университета, 1993. - 300 с. Главы 2, 6.

– Рубин А. Б. Лекции по биофизике : Учебное пособие для высших учебных заведений по направлению "Биология" и специальности "Биофизика". - М. : МГУ, 1994. - 160 с.: ил.

– Иванов И. В.. Сборник задач по курсу основы физики и биофизики / Иванов И. В.. - 2-е изд., испр.. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 128 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/210920>

в) ресурсы сети Интернет:

– <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека

- <http://lib.prometey.org> – Публичная электронная библиотека «Прометей»
- <http://www.scholar.ru> – Поиск научных публикаций
- <http://www.ccas.ru/razz/models.pdf> – Разжевайкин В.Н. Модели динамики популяций. Научное издание
- <http://www.xumuk.ru/biologhim/049.html> – Кинетика ферментативных реакций
- <http://lektsii.org/2-36171.html> – Ферментативная кинетика
- <http://www.studfiles.ru/preview/2074212/> – Основы ферментативной кинетики
- <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/kolman/98.htm> – Кинетика ферментативных реакций
- <https://core.ac.uk/download/pdf/79662825.pdf> – Огурцов А. Н. Кинетика ферментативных реакций

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- б) информационные справочные системы:
- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
 - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
 - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
 - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
 - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
 - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

<p>Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования</p>	<p>Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием площади и номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория № 115 Оборудование: Графическая станция, процессор Intel i5, 16Гб оперативной памяти, монитор 24 дюйма Демонстрационный экран Мультимедиа-проектор Учебная мебель: рабочие места по количеству обучающихся (аудиторные столы, стулья); рабочее место преподавателя (стол, стул); аудиторная доска</p>	<p>634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 36, стр.7 (29 по паспорту БТИ) Площадь 40,9 м²</p>
<p>Учебная аудитория для самостоятельной работы, индивидуальных консультаций. Аудитория № 121^А Учебная мебель: рабочие места по количеству обучающихся (аудиторные столы, стулья); рабочее место преподавателя (стол, стул)</p>	<p>634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 36, стр.7 (86 по паспорту БТИ) Площадь 23,8 м²</p>

15. Информация о разработчиках

Минаева Оксана Модестовна, канд. биол. наук, доцент, кафедра генетики и клеточной биологии БИ ТГУ