

«УТВЕРЖДАЮ»
 Декан биологического факультета МГУ
 Академик _____ М.П.Кирпичников
 «__» _____ 2015 г.



Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): «СОВРЕМЕННАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – **Биотехнология**.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (осенний/весенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре биотехнологии)
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 исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1) Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных

	достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)
УК-2 <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 науки.</i>	Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код 31 (УК-2)
УК-3: <i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i>	Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2 (УК-3)
УК-4: <i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i>	Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32 (УК-4)
ОПК-1 <i>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i>	Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа

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

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 академических часа, из которых 24 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часа занятий лекционного типа) и 48 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий и написание реферата).

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

ЗНАТЬ: микробиологию, молекулярную биологию и генетическую инженерию, биохимию, энзимологию, основы неорганической и органической химии, физической химии, (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах промышленной биотехнологии и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области промышленной биотехнологии, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РОЛИ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЭТАПАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОБИОЛОГИИ. Место и роль биотехнологии в современной экономике. Продукция микробиологической промышленности. Организация биотехнологического производства. Экологическая биотехнология. Роль микробиологии и биотехнологии в утилизации промышленных отходов, водоочистке.	18	6					6	12		12
ПЕРВИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ. Биотоплива. Биотехнология производства аминокислот и органических кислот. Биотехнологическое производство витаминов. Стероиды.	18	6					12	12		12

БИОПЛАСТИКИ И ФЕРМЕНТЫ. Значение полимеров в современной экономике и промышленности. Типы биополимеров и биопластиков. . Типы гидролаз и их биологические источники. Рынок промышленных ферментов. Направления использования ферментов в пищевой, текстильной, целлюлозобумажной промышленности и т.д.	12	6					6		12	6
ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ. Антибиотики – общая характеристика, механизмы действия. Пути биосинтеза антибиотиков и методы промышленной селекции продуцентов. Общая характеристика терпеноидов как класса вторичных метаболитов. Статины как ингибиторы биосинтеза холестерина.	24	6						12		12
Промежуточная аттестация - зачет										
Итого:	72	24					24	36	12	48

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1) Биотехнология/ Под ред. Егорова Н.С., Самуилова А.П. – М.: Высшая школа, 1987

- 2) Микробиология : Учеб.для студ.мед.вузов / А. А. Воробьев [и др.]. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Медицина, 1998. - 334с. - (Учебная литература для студентов фармацевтических вузов). - ISBN 5-225-04411-5(в пер.) : 68.14.
- 3) Медицинская микробиология,вирусология и иммунология : Учеб.для мед.вузов / А. А. Воробьев [и др.] ; Под ред.А.А.Воробьева. - М. : Медицинское информ.агентство, 2004. - 690с. : ил. - ISBN 5-89481-209-7(в пер.) : 724.59.
- 4) Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. Биологическая химия. 3-изд. Перераб и доп. Медицина 2002 г. 704 стр
- 5). Василев Р.Г. Перспективы развития производства биотоплива в России. // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 47–54. , Сообщение 2: биоэтанол // № 2. – С. 50–60. Сообщение 3: биогаз //№ 3. – С. 54–61.
- 6). Zhang F, Rodriguez S, Keasling JD. Metabolic engineering of microbial pathways for advanced biofuels production. Curr Opin Biotechnol. 2011 May 25.
- 7). Michael A. Kohanski, Daniel J. Dwyer & James J. Collins. 2010. How antibiotics kill bacteria: from targets to networks. Nature Reviews Microbiology 8, 423-435
- 8). Bernd H. A. Rehm. 2010. Bacterial polymers: biosynthesis, modifications and applications. Nature Reviews Microbiology 8, 578-592

Дополнительная литература

1. Clark W.W., Cooke G. Economics of the Green Industrial Revolution // Green Ind. Revolut. 2015. P. 225–252.
2. Stovicek V., Borodina I., Forster J. CRISPR–Cas system enables fast and simple genome editing of industrial *Saccharomyces cerevisiae* strains // Metab. Eng. Commun. 2015. Vol. 2. P. 13–22.
3. Gandhi S.G., Vidushi M., Bedi Y.S. Changing trends in biotechnology of secondary metabolism in medicinal and aromatic plants // Planta. 2015. Vol. 241. P. 303–317.
4. Charpentier E. CRISPR-Cas9: how research on a bacterial RNA-guided mechanism opened new perspectives in biotechnology and biomedicine // EMBO Mol. Med. EMBO Press, 2015. Vol. 7, № 4. P. 363–365.
5. Harzevili F., Chen H. Microbial biotechnology - Progress and trends // Trends Biotechnol. 2015. Vol. 18.
6. Barbosa O. et al. Strategies for the one-step immobilization–purification of enzymes as industrial biocatalysts // Biotechnol. Adv. 2015. Vol. 33, № 5. P. 435–456.
7. Tanaka T., Kondo A. Cell surface engineering of industrial microorganisms for biorefining applications // Biotechnol. Adv. Elsevier Inc., 2015.
8. Aghchek R.K., Kubicek C.P. Epigenetics as an emerging tool for improvement of fungal strains used in biotechnology. // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2015. P. 6167–6181.

9. Ten E., Vermerris W. Recent developments in polymers derived from industrial lignin // J. Appl. Polym. Sci. 2015. Vol. 132, № 24. P. n/a – n/a.
10. Julleson D. et al. Impact of synthetic biology and metabolic engineering on industrial production of fine chemicals. // Biotechnol. Adv. 2015.
11. Choi J.-M., Han S.-S., Kim H.-S. Industrial applications of enzyme biocatalysis: Current status and future aspects. // Biotechnol. Adv. 2015.
12. Sharma K.K. Fungal genome sequencing: basic biology to biotechnology. // Crit. Rev. Biotechnol. Informa Healthcare USA, Inc, 2015. Vol. 00, № 00. P. 1–17.
13. Girotto F., Alibardi L., Cossu R. Food waste generation and industrial uses: A review. // Waste Manag. 2015.
14. Stoykov Y.M., Pavlov A.I., Krastanov A.I. Chitinase biotechnology: Production, purification, and application // Eng. Life Sci. 2015. Vol. 15, № 1. P. 30–38.
15. Hlavová M., Turóczy Z., Bišová K. Improving microalgae for biotechnology - From genetics to synthetic biology. // Biotechnol. Adv. 2015. P. 1–10.
16. Kell D.B. et al. Membrane transporter engineering in industrial biotechnology and whole cell biocatalysis. // Trends Biotechnol. 2015. Vol. 33, № 4. P. 237–246.
17. Ryan O.W., Cate J.H.D. Multiplex engineering of industrial yeast genomes using CRISPRm. // Methods Enzymol. Elsevier Inc., 2014. Vol. 546. 473-89 p.
18. Elnashar M. Biotechnology of Biopolymers // InTech. 2011. 364 p.
19. Pagano M.C., Dhar P.P. Biotechnology of Bioactive Compounds // Biotechnol. Bioact. Compd. Sources Appl. / ed. Gupta V.K., Tuohy M.G. John Wiley & Sons, Ltd, 2015. 225-243 p.
20. Branduardi P., Porro D. Yeasts in Biotechnology // Yeast Mol. Cell Biol. Second Ed. Wiley-VCH, 2012. 347-370 p.
21. Polaina J., MacCabe A.P. Industrial Enzymes. Structure, Function and Applications // Chem. & / ed. Polaina J., MacCabe A.P. Springer, 2007. 29-30 p.
22. Clark W.W., Cooke G. The Green Industrial Revolution // Green Ind. Revolut. Elsevier, 2015. 37-70 p.
23. Gomez J.G.C. et al. Advances in Applied Biotechnology // Adv. Appl. Biotechnol. 2012. Vol. II, № Icab. 41-62 p.
24. World Health Organization. Foods derived from modern biotechnology // Foods Deriv. from Mod. Biotechnol. 2009. 76 pp. p.
25. Development S. Biofuels: Biotechnology, Chemistry, and Sustainable Development // Focus Catal. 2010. Vol. 2010, № 5. 8 p.
26. Glaser A.N., Nikaido H. Microbial biotechnology. Fundamentals of Applied Microbiology, Second Edition // J. Bacteriol. 2007. 577 p.
27. Singh O. V., Harvey S.P. Sustainable biotechnology: Sources of renewable energy // Sustain. Biotechnol. Sources Renew. Energy. 2010. 1-323 p.
28. Mallela K. Pharmaceutical biotechnology - concepts and applications // Hum. Genomics. 2010. Vol. 4, № 3. 218 p.
29. Salis A., Monduzzi M., Solinas V. Industrial Enzymes // Ind. Enzym. Struct. Funct. Appl. 2007. 317-339 p.
30. Soetaert W., Vandamme E.J. Industrial Biotechnology // Ind. Biotechnol. Sustain. Growth Econ. Success / ed. Soetaert W., Vandamme E.J. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010.

31. Vallero D.A. Environmental Biotechnology // Environ. Biotechnol. Elsevier, 2010. 577-633 p.
32. Najafpour G.D. Biochemical Engineering and Biotechnology // Biochem. Eng. Biotechnol. Elsevier, 2007. 390-415 p.
33. Flickinger M.C. Upstream Industrial Biotechnology, 2 Volume Set // Zhurnal Eksp. i Teor. Fiz. John Wiley & Sons, Inc, 2013. 1854 p.
34. Pera L.M., Baigori M.D., Castro G.R. Industrial Biorefineries & White Biotechnology // Ind. Biorefineries White Biotechnol. Elsevier, 2015. 391-408 p.
35. Sanchez S., Demain A.L. Comprehensive Biotechnology // Compr. Biotechnol. Elsevier, 2011. 155-167 p.
36. Johnson F.X. Industrial Biotechnology and Biomass Utilisation // Futur. Prospect. Ind. Biotechnol. 2008. 196 p.
37. Singh S.P., Shukla R.J., Kikani B. a. Thermophilic Microbes in Environmental and Industrial Biotechnology // Thermophilic Microbes Environ. Ind. Biotechnol. 2013. 459-479 p.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21054/>

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Интернет-браузер, базы данных PubMed (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>),

Описание материально-технической базы.

Кафедра биотехнологии биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): старший преподаватель кафедры биотехнологии М.А.Эльдаров

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «СОВРЕМЕННАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ
БИОТЕХНОЛОГИЯ»
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю), баллы БРС					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1,	2	3	4	5	
Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- - индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Знать:	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат,

методы научно-исследовательской деятельности Код 31(УК-2)						<i>зачет</i>
Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

1. Общая характеристика вторичного метаболизма.
2. Основные классы антибиотиков.
3. Мишени действия антибиотиков.
4. Таксономия промышленных штаммов грибов.
5. Происхождение генов биосинтеза бета-лактамов у грибов.
6. Структура пенициллинов и цефалоспоринов.
7. Генетические морфологические особенности промышленных штаммов грибов-продуцентов вторичных метаболитов.
8. Транскрипционный фактор РасС.
9. Селективные маркеры для генетической трансформации грибов.
10. Методы переноса и экспрессии генов в промышленных штаммах грибов.
11. Система посттранскрипционного у молкания генов у грибов.
12. Методы инактивации экспрессии генов у грибов.
13. Основные направления биотехнологии. Место и роль биотехнологии в современной экономике.
14. Продукция микробиологической промышленности.
15. Биопластики – основные типы, достоинства и недостатки. Сырье для получения биопластиков, области применения биопластиков.
16. Рибосома прокариот как мишень для действия антибиотиков. Основные типы антибиотиков – ингибиторов трансляции.
17. Виды биотоплив. Значение биотоплив для современной энергетики. Сырье для получения биотоплив, организмы-продуценты.
18. Использование биополимеров в медицине и нанобиотехнологии. Биodeградируемые и биорезорбируемые полимеры, типы химических связей.
19. Бета-лактамы антибиотиков, общая характеристика, история открытия. Механизмы действия бета-лактамов антибиотиков. Организмы-продуценты бета-лактамов, стратегии создания более эффективных штаммов-продуцентов.
20. Протеазы – общая характеристика, классификация, основные области практического применения. Штаммы-продуценты протеаз, основные направления белковой и генетической инженерии протеаз.
21. Биоэтанол. Общая характеристика, схема получения, спиртовое брожение. Микроорганизмы-этанологены, стратегии создания более эффективных штаммов-продуцентов.
22. Стероиды, строение, роль в клетке и в организме животных, методы биотрансформации для получения стероидных препаратов.
23. Основные классы промышленных ферментов, использование ферментов в пищевой и легкой промышленности.
24. Антибиотики – общая характеристика, классификация по химической структуре и механизмам действия.

25. Основные типы природных полисахаридов, первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура, использование полисахаридов в пищевой промышленности.

ПРОГРАММА
зачета по спецкурсу «СОВРЕМЕННАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»

**ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РОЛИ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЭТАПАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ
РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОБИОЛОГИИ.**

Введение. Место и роль биотехнологии в современной экономике. Продукция микробиологической промышленности. Основные направления биотехнологии. Роль биотехнологии в решении глобальных проблем человечества. Движущие силы биоэкономики, основанной на знаниях. Этапы внедрения современной биотехнологии и «зеленой химии» в экономику.

Характеристики микроорганизмов, определяющие возможности их промышленного использования. Основные виды микробиологической продукции – объемы, рынки, перспективы.

Концепция биоперерабатывающего завода замкнутого цикла. «Белая» биотехнология – сырье, процессы и продукты. Государственная политика и межгосударственные отношения в области биотехнологии. Тенденции развития «белой» биотехнологии в области энергетики, сырья для производства полимеров и продукции тонкого органического синтеза.

Состояние промышленной биотехнологии в России. Государственные программы поддержки биотехнологии в РФ.

Организация биотехнологического производства. Основные представления о процессах культивирования микроорганизмов. Требования асептической работы, микробиологического контроля, требования к сырью, оборудованию, технике безопасности.

Аппаратура для культивирования микроорганизмов в лабораторных и промышленных условиях. Устройство ферментеров. Методы контроля параметров культивирования микроорганизмов. Математическое моделирование в оптимизации процессов культивирования.

Методы выделения целевых продуктов – мембранная фильтрация, хроматография, и т. д.

Методы хранения и паспортизации штаммов, микробиологические коллекции.

Экологическая биотехнология. Роль микробиологии и биотехнологии в утилизации промышленных отходов, водоочистке. Характеристика бытовых и промышленных отходов. Проблемы утилизации. Организация очистных станций. Системы физической, химической и биологической очистки. Мембранная фильтрация как метод выбора для очистки сточных вод. Типы биореакторов. Микроорганизмы-деструкторы. Пути микробиологической денитрификации. Микробная биodeградация токсичных отходов. Классификация токсичных отходов. Абиотическая очистка. Биотическая очистка. Активный ил. Микробная деградация полихлорированных бифенолов. Деградация полициклических углеводородов. Плазмиды биodeградации псевдомонад. Генно-инженерные подходы к созданию штаммов-деструкторов. Микробная детоксификация отравляющих веществ, тяжелых металлов.

ПЕРВИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ.

Биотоплива. Значение биотоплив для современной энергетики. Государственные программы по разработке биотоплив. Виды биотоплив. Сырье для получения биотоплив. Биоэтанол. Общая характеристика, Преимущества и недостатки по сравнению с другими типами биотоплив. Схема получения этанола, спиртовое брожение. Микроорганизмы-этанологены, стратегии создания более эффективных штаммов продуцентов. Схемы получения биоэтанола из растительного сырья и из отходов деревоперерабатывающей промышленности. Подходы к созданию ГМ-энергетических растений нового поколения. Биобутанол как биотопливо. Ацетон-бутанол-этанольное брожение – история открытия, роль в развитии биотехнологии. Альтернативные методы биотехнологического получения бутанола с помощью ГМ-штаммов *E.coli* и дрожжей. Стратегии биотехнологического получения высокомолекулярных спиртов. Биодизель, общая характеристика, источники получения, преимущества и недостатки. Биогаз, биогазовые установки, интеграция производства энергии с переработкой отходов.

Биотехнология производства аминокислот и органических кислот. Значение аминокислот и их применение в пищевой и химической промышленности, производстве кормов, медицине. Пути биосинтеза аминокислот. Важнейшие аминокислоты, объемы производства, микроорганизмы-продуценты. Стратегии создания штаммов-микроорганизмов-продуцентов аминокислот. Микробиологическое производство глутаминовой кислоты. Штаммы, технологии, пути оптимизации. Микробиологическое производство лизина. Получение треонина. Пути биосинтеза, методы селекции, стратегии отбора более эффективных штаммов. Работы ГосНИИГенетика по получению штаммов *E.coli*-суперпродуцентов треонина. Основные стратегии использования методов белковой инженерии, энзимологии, геномики, транскриптомики и протеомики для создания штаммов-суперпродуцентов аминокислот. Значение органических кислот и их использование современной промышленности. Пути биосинтеза органических кислот. Организмы-продуценты, стратегии создания более совершенных штаммов. Органические кислоты как основа для полимерной химии.

Биотехнологическое производство витаминов. Общая характеристика витаминов как микронутриентов, необходимых для гетеротрофного питания. История открытия витаминов, классификация витаминов. Заболевания, связанные с недостатком витаминов. Пути биосинтеза витамина А. Штаммы-продуценты каротиноидов. Витамины группы В. Пути биосинтеза рибофлавина у бацилл. Организация рибофлавинового оперона бацилл. Методы селекции продуцентов рибофлавина и других витаминов. Механизмы регуляция биосинтеза рибофлавина, тиамина, других метаболитов по принципу «рибопереключателя». Штаммы-суперпродуценты витаминов В12, кобаламина и т.д. Аскорбиновая кислота, пути биосинтеза, штаммы-продуценты витамина С. Витамины группы Д, пути биотехнологического получения.

Стероиды. Строение стероидов, структурная и сигнальная роль производных стероидов в клетке и организме животных. Пути биосинтеза стероидов. Цитохромы P450 как ферменты биосинтеза стероидных гормонов. Механизмы действия стероидов – ядерные рецепторы, гены мишени. Биологические эффекты стероидов, характеристика андрогенов и эстрогенов, глюко-и минералокортикоидов, их использование в качестве лекарственных препаратов. Пути биотехнологического получения стероидных препаратов – штаммы, методы селекции, варианты модификаций стероидного кольца и боковых групп, сочетание химических и биотехнологических подходов.

Стероидгидроксилирующие ферменты микроорганизмов – классификация, специфичность, использование для оптимизации технологий биотрансформации. Основные компании – производители стероидных препаратов, рынки и тенденции их развития.

БИОПЛАСТИКИ И ФЕРМЕНТЫ.

Биопластики. Значение полимеров в современной экономике и промышленности. Типы синтетических полимеров. Проблемы утилизации бытовых и других отходов. Требования к биоразлагаемым полимерам. Типы биополимеров используемых для производства биопластиков. Динамика и структура рынка биопластиков. Природные полисахариды – общая характеристика, конформации мономеров, типы связей в полисахаридах, первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура. Примеры наиболее распространенных полисахаридов, применение в пищевой промышленности, медицине, для получения пластиков. Полимеры молочной кислоты – сырье, технологии, свойства, производители. Полигидроксиалканоаты – химическая структура, природные источники, микроорганизмы-продуценты, свойства пластиков на основе полигидроксибутиратов и других PHA-пластиков. Использование PHA-частиц в нанобиотехнологии. Другие типы бактериальных полимеров – особенности биосинтеза, перспективы промышленного использования.

Промышленные ферменты. Общая характеристика ферментов как биологических катализаторов. Основные вехи открытия и изучения ферментов. Функции ферментов, классификация ферментов, представление о механизмах действия ферментов. Преимущества использования ферментативного катализа перед химическими реакциями для получения практически-важных веществ и продуктов. Типы гидролаз и их биологические источники. Рынок промышленных ферментов. Направления использования ферментов в пищевой, текстильной, целлюлозобумажной промышленности, производстве комбикормов, в составе синтетических моющих средств. Протеазы – общая характеристика, классификация по типам и механизмам реакций. Биоразнообразие протеаз, требования к параметрам ферментов, оптимальных для практического использования. Стратегии создания эффективных штаммов-продуцентов протеаз, белковой инженерии для получения аналогов с улучшенными физико-химическими и энзиматическими свойствами.

ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ.

Антибиотики – общая характеристика, механизмы действия. Определение антибиотиков. История открытия антибиотиков – работы Пастера, Домагга, Эрлиха, Коха, Флеминга, Ваксмана, Флори, Чейна в области медицинской микробиологии, иммунологии, открытия и создания природных и искусственных антибиотиков. Общая характеристика антибиотиков, классификация по химической структуре и механизмам действия. Антибиотики – ингибиторы репликации ДНК, структура, свойства, механизм действия. Рифампины как антибиотики-ингибиторы транскрипции. Рибосома прокариот как мишень для действия антибиотиков. Основные типы антибиотиков – ингибиторов трансляции. Антибиотики – ингибиторы биосинтеза клеточной стенки и структуры клеточной мембраны. Проблема антибиотико-резистентности и пути ее преодоления. Механизмы цитотоксичности антибиотиков, роль оксидативного стресса как медиатора опосредованной антибиотиками клеточной гибели.

Пути биосинтеза антибиотиков и методы промышленной селекции продуцентов. Антибиотики как вторичные метаболиты. Генетика продуцентов антибиотиков. Ферментные системы биосинтеза антибиотиков у актиномицетов. Нерибосомные пептидсинтазы и поликетидсинтазы – общая характеристика. Пути биосинтеза природных аминогликозидов, тетрациклинов, макролидов, гликопептидов. Методы генетической инженерии актиномицетов для создания более эффективных штаммов-продуцентов. Бета-лактамы антибиотики, общая характеристика. Механизмы действия бета-лактамов антибиотиков. Регуляция транскрипции ранних и поздних генов биосинтеза пенициллинов и цефалоспоринов. Компартиментализация биосинтеза бета-лактамов. Внутриклеточный транспорт и экспорт бета-лактамов и других вторичных метаболитов. Эпигенетический контроль биосинтеза вторичных метаболитов. Организмы-продуценты бета-лактамов, стратегии селекции эффективных штаммов-продуцентов. Методы генетической инженерии грибов, направления получения рекомбинантных штаммов-продуцентов с улучшенными производственными характеристиками.

Современное состояние индустрии антибиотиков, основные компании –производители, тенденции развития антибиотической промышленности.

Статины. Общая характеристика терпеноидов как класса вторичных метаболитов. Разнообразие терпеноидов, биологические активности терпеноидов. Статины как ингибиторы биосинтеза холестерина. Значение гиполипидемических препаратов в современной терапии сердечно-сосудистых заболеваний. Экономика статинов, препараты нового поколения, проблемы безопасности. Штаммы-продуценты статинов – методы селекции и культивирования. Геномные и постгеномные исследования продуцентов статинов. Организация генов биосинтеза статинов и их регуляция у *Aspergillus terreus* и *Penicillium citrinum*. Пути создания рекомбинантных штаммов *A.terreus*, *P.citrinum* с повышенным уровнем продукции статинов. Методы биотрансформации статинов – штаммы, ферменты, гены, продуценты.