

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Ярославский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации

ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России

Рабочая программа дисциплины

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Магистратура по направлению подготовки 33.04.01

Промышленная фармация

Форма обучения ОЧНАЯ

**Рабочая программа разработана
в соответствии с требованиями ФГОС**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 33.04.01 Промышленная фармация и входит в состав Образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 33.04.01 Промышленная фармация.

Программа разработана на кафедре фармакогнозии и фармацевтической технологии.

Заведующий кафедрой – Сидоров Александр Вячеславович, доктор мед. наук, доцент.

Разработчики:

Онегин Сергей Владимирович, доцент кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии ЯГМУ, к.фармац.н., доцент,

Трубников Алексей Александрович, доцент кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии ЯГМУ, к.фармац.н., доцент,

Парфенов Андрей Александрович, доцент кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии ЯГМУ, к.фармац.н., доцент,

Чикина Ирина Владимировна, старший преподаватель кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии ЯГМУ.

Согласовано:

Директор института
фармации доцент



Лаврентьева Л.И.

(подпись)

«16» сентября 2022 года

Утверждено Советом по управлению образовательной деятельностью
«16» сентября 2022 года, протокол № 1

Председатель Совета по
управлению
образовательной
деятельностью, проректор
по образовательной
деятельности и цифровой
трансформации, доцент



Смирнова А.В.

(подпись)

«16» сентября 2022 года

1. Вводная часть

1.1. Цель освоения дисциплины: овладение основными навыками и принципами биотехнологического изготовления лекарственных средств в условиях фармацевтических предприятий.

1.2. Задачи дисциплины:

Обучение современным подходам к промышленному изготовлению лекарственных средств, с использованием биотехнологических процессов.

Изучение биообъектов как средств производства лекарственных, профилактических и диагностических препаратов.

Обучение биотехнологическим схемам производства лекарственных средств.

Обучение биотехнологическим процессам производства лекарственных средств, контролю и управлению биотехнологическими процессами.

Изучение организации процесса изготовления биологически активных субстанций способами биосинтеза, биотрансформации и мутасинтеза на специализированных промышленных предприятиях в соответствии с утвержденными нормативными документами.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины

Преподавание дисциплины направлено на формирование:

общепрофессиональных компетенций:

- способен к организации, управлению и руководству работой производственного, регуляторного или исследовательского подразделения в соответствии с установленными требованиями и лучшими практиками (ОПК-1);

профессиональных компетенций:

- способен осуществлять технологические процессы и применять специализированное оборудование при промышленном изготовлении лекарственных средств (ПК-1).

Таблица 1.

Требования к результатам освоения дисциплины

№	Индекс и номер компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций	Виды контроля
1.	ОПК-1	Способен к организации, управлению и руководству работой производственного, регуляторного или исследовательского подразделения в соответствии с установленными требованиями и лучшими практиками	ОПК-1. ИД 1 - интерпретирует и применяет положения соответствующих нормативных правовых актов и лучших отраслевых практик (GxP), регулирующих процессы и этапы жизненного цикла лекарственного средства в профессиональной деятельности ОПК-1. ИД 2 - выбирает и применяет пригодные для ситуации методы и инструменты управления персоналом ОПК-1. ИД 3 - организует собственную деятельность и деятельность подчиненных, в том числе в условиях кризисных ситуаций ОПК-1. ИД 4 - планирует и управляет проектами профессиональной направленности ОПК-1. ИД 5 - применяет современные коммуникативные технологии, пригодные для ситуации	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация
2.	ПК-1	Способен осуществлять технологические процессы и применять специализированное оборудование при промышленном изготовлении лекарственных средств	ПК-1. ИД 1 - осуществляет технологические процессы получения различных лекарственных форм на фармацевтическом производстве ПК-1. ИД 2 - использует различное специализированное технологическое оборудование при изготовлении различных лекарственных форм на фармацевтическом производстве	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые в ходе изучения дисциплин:

Математика

Знания: Знать систему единиц измерения.

Умения: Уметь рассчитывать концентрацию и вычислять процент.

Навыки: Владеть методиками вычисления относительной погрешности результатов при дозировании лекарственных средств по массе и объему.

Физика

Знания: Знать физико-механические свойства твердых тел; законы термодинамики; аморфное и кристаллическое состояние твердых тел; типы кристаллических решеток; акустика, электромагнитные явления; токи высокой частоты; тепловые процессы; растворение, консистенция и ее характеристика, адсорбция, десорбция, диффузия.

Умения: Уметь определять физические свойства лекарственных веществ.

Навыки: Владеть методикой оценки погрешностей измерений.

Химия

Знания: Знать современную модель атома, периодический закон, номенклатуру неорганических соединений – лекарственных веществ. Типы химических связей. Физические и химические свойства лекарственных веществ. Теория электролитов, реакции гидролиза, окисления, восстановления, нейтрализации, образование осадков. Осмос и диффузия. Знать влияние факторов на процессы деструкции биологически активных веществ; способы расчета изотонической концентрации растворов; механизм катализа, роль ингибиторов; свойства и особенности поверхностно-активных веществ; основные свойства высокомолекулярных веществ, условия образования стабильных растворов ВМС, коллоидов, суспензий, эмульсий. Знать устройство весоизмерительных приборов, метрологическую характеристику весов; правила взвешивания веществ. Знать теоретические основы строения и реакционную способность органических соединений; химическую природу вспомогательных веществ органического происхождения; строение биополимеров.

Умения: Уметь рассчитывать тепловые эффекты химических процессов, определять тип химической связи, прогнозировать реакционную способность химических соединений. Уметь обосновывать и предлагать качественный

анализ конкретных органических соединений. Уметь готовить истинные, буферные и коллоидные растворы, растворы высокомолекулярных веществ.

Навыки: Владеть навыками определения рН при помощи индикаторов и приборов, навыками приготовления растворов, оценкой качества, способами повышения стабильности дисперсных систем, техникой работы с весоизмерительными приборами.

Ботаника

Знания: Знать основные положения учения о клетке, диагностические признаки растений; морфолого-анатомический анализ лекарственного растительного сырья.

Умения: Уметь проводить анатомо-морфологическое описание и определение растения по определителям.

Навыки: Владеть методами исследования растений с целью диагностики лекарственных растений и их примесей.

Микробиология

Знания: Знать пути и источники загрязнения лекарственных форм микроорганизмами; микробиологические методы оценки качества лекарственных средств в соответствии с требованиями нормативных документов; влияние факторов окружающей среды на микроорганизмы, цели и методы асептики, антисептики, консервации, стерилизации, дезинфекции, аппаратуру и контроль качества стерилизации.

Умения: Уметь выполнять работу в асептических условиях, дезинфицировать и стерилизовать аптечную посуду, инструменты, рабочее место.

Навыки: Владеть умением анализировать микробиологическую чистоту;

Знания, умения и навыки, формируемые в ходе освоения данной дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин образовательной программы:

- биофармация
- фармацевтическая химия и контроль качества лекарственных средств,
- разработка и регистрация лекарственных средств
- фармакогнозия и основы фитохимического анализа,

3. Объем дисциплины

3.1 Общий объем дисциплины

Общий объем дисциплины – 5 зачетных единиц (180 академ. часов), в том числе:

- промежуточная аттестация в форме экзамена – 36 академ. часов;
- контактная работа обучающихся с преподавателем – 85 академ. часов;
- самостоятельная работа обучающихся – 59 академ. часов;

3.2 Распределение часов по семестрам

Таблица 2.

Распределение часов контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся по семестрам

Вид учебной работы	Всего академ. часов	Распределение часов по семестрам
		Сем. 3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная), всего	85	85
в том числе:	х	х
Занятия лекционного типа (лекции)	34	34
Занятия семинарского типа, в т.ч.	51	51
Семинары	12	12
Практические занятия, клинические практические занятия	39	39
Лабораторные работы, практикумы	-	-
2. Самостоятельная работа обучающихся, всего	59	59

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы учебной дисциплины и компетенции, которые должны быть освоены при их изучении

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах (темы разделов)	Индекс и номер формируемых компетенций
1.	Общие вопросы биотехнологического изготовления лекарственных средств	Нормативная документация, в области биотехнологического производства	ОПК-1
		Слагаемые биотехнологического производства, основные технологические схемы производства лекарственных средств	ПК-1

2.	Частная биотехнология лекарственных средств	Особенности изготовления лекарственных препаратов на основе первичных метаболитов	ПК-1
		Особенности изготовления лекарственных препаратов на основе вторичных метаболитов	ПК-1
		Особенности изготовления лекарственных препаратов на основе живых культур микроорганизмов	ПК-1
		Особенности изготовления лекарственных препаратов на основе культуры растительных клеток и тканей	ПК-1

4.2. Тематический план лекций

№	Название тем лекций	Семестр № 3
		часов
1.	Введение в биотехнологию. История развития. Основные термины и понятия. Биотехнологические лекарственные средства и биосимиляры. Слагаемые биотехнологического процесса. Аппаратурное оформление биотехнологических процессов в производстве лекарственных средств.	2
2.	Механизмы регуляции биосинтеза первичных и вторичных метаболитов. Управление биотехнологическим процессом с использованием этих механизмов.	2
3.	Общая биотехнологическая схема получения ЛВ, режимы культивирования. Аппаратурное оформление биотехнологических процессов в производстве лекарственных средств.	2
4.	Инженерная энзимология. Имобилизованные клетки и ферменты в биотехнологическом производстве. Аппаратное оформление. Использование иммобилизованных ферментов. Иммунизация лекарственных средств.	2
5.	Рекомбинантные микроорганизмы. Создание новых биообъектов методами мутагенеза и селекции, клеточной и генетической инженерии.	2
6.	Основы биофармации. Понятия геномика и протеомика.	2
7.	Биотехнология первичных метаболитов: витамины, аминокислоты, стероидные соединения, коферменты и др.	2
8.	Рекомбинантные белки и полимеры. Инсулин. Традиционные и генно-инженерные методы получения. Особенности контроля качества. Видоспецифичность. Биотехнологическое получение интерферонов.	2
9.	Рекомбинантные белки и полимеры. Гормон роста. Эритропоэтин. Пептидные факторы роста.	2
10.	Биотехнология антибиотиков. Продуценты антибиотиков. Механизмы защиты продуцентов от антибиотиков. Резистентность к антибиотикам и борьба с ней.	2
11.	Иммунобиотехнология. Биотехнологическое получение вакцин, сывороток. Препараты для фаготерапии.	2
12.	Иммунобиотехнология. Биотехнологическое получение моноклональных антител. Диагностикумы. Иммуноферментный и радиоиммунный анализ.	2

13.	Культура растительных тканей. Каллусные и суспензионные культуры. Получение лекарственных средств на основе культуры растительных клеток.	2
14.	Препараты на основе живых культур микроорганизмов-симбионтов (нормофлоры и пробиотики).	2
15.	Биотехнология при решении проблем экологии и ликвидации антропогенных воздействий на среду. Проблема биотехнологии в экологическом плане.	2
16.	Система GMP производства и контроля качества биологических лекарственных субстанций и лекарственных средств.	2
17.	Система GMP производства и контроля качества препаратов из крови и плазмы человека	2
ИТОГО часов:		34

4.3. Тематический план практических занятий

№	Название тем занятий	Семестр № 3
		часов
1.	Биообъекты как средства производства лекарственных, профилактических и диагностических препаратов. Биотехнологические лекарственные средства и биосимилары.	3
2.	Регуляция биосинтеза БАВ в условиях производства. Использование механизмов регуляции в биотехнологическом производстве БАВ.	3
3.	Аппаратурное оформление биотехнологических процессов в производстве лекарственных средств. Технологическое оборудование в биотехнологии, его особенности.	3
4.	Иммобилизация лекарственных средств. Иммобилизованные ферменты. Особенности иммобилизации и применения живых культур.	3
5.	Коллоквиум: «Биообъекты как средства производства лекарственных, профилактических и диагностических препаратов. Инженерная энзимология. Рекомбинантные микроорганизмы. Геномика и протеомика».	3
6.	Биотехнологическое получение первичных метаболитов: витаминов, коферментов, аминокислот, стероидов. Технологические схемы, особенности производства.	3
7.	Биотехнологическое получение рекомбинантных белков: инсулин, интерфероны, соматотропин, эритропоэтин и др. Технологические схемы, особенности производства.	3
8.	Биотехнологическое получение антибиотиков. Скрининг продуцентов БАВ, на примере антибиотиков. Технологические схемы, особенности производства.	3
9.	Биотехнология иммунобиологических препаратов: моноклональные антитела, диагностикумы. Технологические схемы, особенности производства. Основы иммуноферментного, иммунохимического и радиоиммунного анализа.	3
10.	Культивирование растительных клеток. Приготовление питательных сред и выращивание каллусной культуры. Получение лекарственных средств на основе культуры клеток растений.	3
11.	Препараты на основе живых культур микроорганизмов-симбионтов (нормофлоры и пробиотики). Технологические схемы, особенности производства.	3

12.	Коллоквиум: «Биотехнология первичных метаболитов. Биотехнология рекомбинантных белков и антибиотиков. Иммунобиотехнология. Культивирование растительных клеток. Препараты-нормофлоры».	3
13.	Система GMP производства и контроля качества биологических лекарственных субстанций и лекарственных средств, препаратов из крови человека и плазмы.	3
ИТОГО часов:		39

4.4. Тематический план семинаров

№	Название тем занятий	Семестр № 3
		часов
1.	Вводное занятие. Основные термины и понятия биотехнологии. Нормативная база биотехнологического производства (семинарское занятие).	3
2.	Рекомбинантные микроорганизмы. Технология рекомбинантных ДНК. Клеточная и генная инженерия. Геномика и протеомика (семинарское занятие).	3
3.	Биотехнология иммунобиологических препаратов: вакцины, сыворотки, препараты для фаготерапии. Технологические схемы, особенности производства (семинарское занятие).	3
4.	Культивирование растительных клеток. Каллусные и суспензионные культуры (семинарское занятие).	3
ИТОГО часов:		12

4.5. Тематический план лабораторных работ, практикумов

Не предусмотрено.

4.6. Занятия, проводимые в интерактивных формах

№	Название тем занятий	Интерактивные формы проведения занятий
1.	Аппаратурное оформление биотехнологических процессов в производстве лекарственных средств. Технологическое оборудование в биотехнологии, его особенности.	Деловая игра «Организация биотехнологического производства»
2.	Система GMP производства и контроля качества биологических лекарственных субстанций и лекарственных средств, препаратов из крови человека и плазмы.	Деловая игра, разборы основных ошибок заполнения внутрипроизводственной документации

4.7. План самостоятельной работы

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание самостоятельной работы
1.	Общие вопросы биотехнологического изготовления лекарственных средств	Работа со специальной литературой Работа с нормативными документами
2.	Частная биотехнология лекарственных средств	Работа со специальной литературой Работа с нормативными документами

4.8. Научно-исследовательская работа

Примерная тематика НИРС:

1. Инновационные подходы к биотехнологическому производству лекарственных средств.
2. Современное оборудование для биотехнологического производства лекарственных средств.

Формы НИРС:

1. Изучение специальной литературы о достижениях в области фармацевтической технологии, написание и защита рефератов;
2. Участие в подготовке докладов, выступления с докладами на научно-практических конференциях.

4.9. Курсовые работы

Не предусмотрено.

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса по дисциплине включает:

- методические указания для обучающихся
- методические рекомендации для преподавателей.

6. Библиотечно-информационное обеспечение

6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Колодязная В.А., Биотехнология [Электронный ресурс]: учебник / под ред. Колодязной В.А., Самотруевой М.А. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 384 с. — ISBN 978-5-9704-5436-7 — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970454367.html>

2. Онегин, С. В. Практикум по биотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов. Специальность – Фармация. Дисциплина – Биотехнология. – Ярославль: Б.и., 2021. – 96 с.: ил., табл. http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical_literature/605.pdf

3. Станишевский Я.М., Промышленная биотехнология лекарственных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Я. М. Станишевский. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2021. — 144 с. — ISBN 978-5-9704-5845-7 — Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970458457.html>

4. Фармацевтическая биотехнология: рук. к практ. занятиям [Электронный ресурс] / С.Н. Орехов [и др.] ; под ред. А.В. Катлинского. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970434352.html>

Дополнительная литература:

1. Красная" биотехнология: от науки к промышленности / Под ред. Быковского С.Н., Гусарова Д.А., М., Перо, 2017, 239с

2. Быков В.А., Фармацевтическая биотехнология. Руководство к практическим занятиям. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Орехов С.Н. ; под ред. В.А. Быкова, А.В. Катлинского. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 384 с. - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970413036.html>

3. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия: Справочное издание. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 324 с.: рис., табл.

4. Государственная фармакопея Российской Федерации [Электронный ресурс]. – 14-е издание. – М.: Министерство здравоохранения РФ, 2018. – Т.1.- 1470 с. – Т.2. – 1004 с. – Т.3. – 1294 с. – Т.4. – 1294 с. Режим доступа: ГОСУДАРСТВЕННАЯ ФАРМАКОПЕЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (ГФ РФ) XIV издание 2018 <https://femb.ru/record/pharmacopea14> (вставить в поисковую строку для открытия ссылки)

5. Приказ Минпромторга России от 14.06.2013 N 916 (ред. от 18.12.2015) «Об утверждении Правил надлежащей производственной практики» [Электронный ресурс]: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_152004/

6. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 N 77 (ред. от 14.07.2021) «Об утверждении Правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза» [Электронный ресурс]: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207780/

7. Федеральный закон от 12.04.2010 N 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств» [Электронный ресурс]: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_99350/?ysclid=la4cobiybc508812324

6.2. Перечень информационных технологий

1. ЭБС eLIBRARY.RU. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/>
2. ЭБС ИВИС. – Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/>
3. «Консультант Плюс»: компьютерная справочно - правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=home>

4. БД «Электронная коллекция учебных и учебно-методических материалов ЯГМУ». - Режим доступа:
http://lib.yma.ac.ru/buki_web/bk_cat_find.php
5. ЭБС «Консультант студента». - Режим доступа:
<https://www.studentlibrary.ru/>

6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Федеральная электронная медицинская библиотека Минздрава РФ:
<http://www.femb.ru/feml>

7. Оценочные средства

Примеры оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлены в Приложении 1.

Приложение 1

**Оценочные средства для проведения текущего контроля,
промежуточной и государственной итоговой аттестации обучающихся**

1. Примеры оценочных средств для проведения текущего контроля

Тестовый контроль по теме: «Биотехнология антибиотиков»

Выберите один правильный ответ:

1. Автолиз биомассы продуцента в процессе биосинтеза антибиотиков характерен для стадии:

- А – тропофазы
- Б – идиофазы

2. Антибиотик, нарушающий синтез ДНК, на уровне ДНК-матрицы:

- А – фузидин
- Б – рифампицин
- В – митомицин С
- Г – линкомицин

3. Пенициллинацилаза катализирует:

- А – расщепление β -лактамного кольца
- Б – расщепление тиазолидинового кольца
- В – отщепление бокового радикала при C₆
- Г – деметилирование тиазолидинового кольца

4. Термин «мультиферментный комплекс» означает:

- А – комплекс ферментных белков, выделяемый из клетки путем экстракции и осаждения
- Б – комплекс ферментов клеточной мембраны
- В – комплекс ферментов, катализирующих синтез первичных и вторичных метаболитов

5. К какой группе метаболитов клетки- продуцента относятся антибиотики?

- А – первичные метаболиты
- Б – вторичные метаболиты
- В – могут быть и первичными и вторичными метаболитами

6. Продуцентами стрептомицина являются:

- А – вирусы
- Б – грибы
- В – актиномицеты
- Г – бактерии

7. Для выделения стрептомицина из биомассы, ее обрабатывают:

- А – минеральной кислотой
- Б – органической кислотой
- В – щелочью
- Г – органическим растворителем

8. Грамицидин С из культуральной жидкости осаждают:

- А – кислотой хлористоводородной
- Б – кислотой серной
- В – сернокислым аммонием
- Г – этанолом

9. Широкое применение для промышленного выделения и очистки антибиотиков находит:

- А – тонкослойная хроматография
- Б – ионообменная хроматография
- В – высокоэффективная жидкостная хроматография
- Г – бумажная хроматография

10. LLD-трипептид в биосинтезе пенициллина состоит из:

- 1) цистеина
- 2) лейцина
- 3) валина
- 4) аминокислоты адипиновой
- 5) аланина

А – верно 1,2,3; Б – верно 1,4; В – верно 1,3,4; Г – верно все

11. Процессы, характерные для тропофазы биосинтеза антибиотиков:

- 1) интенсивное накопление биомассы
- 2) интенсивное поглощение кислорода
- 3) изменение уровня pH
- 4) интенсивное образование антибиотика

- 5) интенсивное использование питательных веществ культуральной жидкости
- 6) накопление продуктов обмена

А – верно 1,2,3,4,6; Б – верно 2,3,5,6; В – верно 1,2,3,5; Г – верно все

12. Причины высокой эффективности антибиотических препаратов «Уназин» и «Аугментин» заключаются в:

- А – действию на штаммы бактерии, продуцирующие беталактамазы
- Б – невысокой токсичности (по сравнению с ампициллином и амоксициллином)
- В – невысокой стоимости
- Г – пролонгации эффекта

2. Примеры оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Ситуационная задача

Задача №10. Определите лекарственную субстанцию по описанию технологического процесса, выделите биотехнологические и химические этапы производства, назовите биообъекты биотехнологических этапов:

« ... продуцент *Nocardia mediterranea* обработан многократно рентгеновскими и ультрафиолетовыми лучами, а также азотсодержащими веществами с селекцией на каждом этапе. Сверхпродуцент помещен в ферментатор на жидкую питательную среду, содержащую крахмал, соевую муку, кукурузный экстракт, хлорид натрия и карбонат кальция. После завершения процесса культивирования целевой продукт извлечен из культуральной жидкости органическим растворителем, ректрагирован в водную фазу и подвергнут распылительной сушке. Полупродукт передан в цех химической трансформации....»

Вопросы для собеседования

1. Что такое биотехнология? Перечислите основные этапы развития биотехнологии. Предпосылки возникновения и развития биотехнологии как науки и сферы производства. Назовите и охарактеризуйте основные слагаемые биотехнологического процесса.

2. Какие способы получения антибиотиков существуют? Расскажите о биотехнологии промышленного получения антибиотиков. Назовите и обоснуйте особенности. Причины позднего накопления антибиотиков в ферментационной среде по сравнению с накоплением биомассы.