

Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

А.И. Жук
30 _____ 2012 г.



Регистрационный № ТД- Б. 427 /тип.

Культивирование микроорганизмов

Типовая учебная программа
для учреждений высшего образования по специальности:
1-31 01 03 Микробиология

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по естественно-
научному образованию

А.Л. Толстик
30 _____ 2011 г.



СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

С.И. Романюк
30 05 2012 г.

Проректор по учебной и воспитательной
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

В.И. Шупляк
04 _____ 2012 г.



Эксперт-нормоконтролер
С.М. Артемьева
30 04 2012 г.

А.В. Осипенко

СОСТАВИТЕЛИ:

Ольга Валентиновна Фомина, доцент кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Владимир Васильевич Лысак, декан биологического факультета Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра биотехнологии и биоэкологии Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Наталья Алексеевна Головнева, руководитель лаборатории молочнокислых и бифидобактерий Государственного научного учреждения «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», кандидат биологических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 29 сентября 2011 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 30 сентября 2011 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 12 от 11 октября 2011 г.)

Ответственный за редакцию: Ольга Валентиновна Фомина

Ответственный за выпуск: Ольга Валентиновна Фомина

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по дисциплине «Культивирование микроорганизмов» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой степени по специальности 1-31 01 03 «Микробиология».

Дисциплина «Культивирование микроорганизмов» способствует формированию у студентов, получающих биологическое образование, современных представлений об основных направлениях и возможностях культивирования клеток микроорганизмов различных таксономических групп, о способах и различных системах культивирования, а также о принципах составления питательных сред и оснащении лабораторий и промышленного производства. В курсе рассматривается актуальность использования и роль культур микроорганизмов в технологическом процессе при производстве биологически активных веществ; применение их в различных областях биологии, медицины и сельского хозяйства. Анализируются условия культивирования клеток, позволяющие достигать максимальной продукции биомассы и (или) целевого продукта. Приводятся принципы функционирования современного лабораторного и промышленного оборудования.

Цель курса – формирование у студентов представлений о способах создания и поддержания культур микроорганизмов, полученных из разных источников, а также о решении вопросов общей и частной оптимизации основных этапов процесса культивирования.

Задачи дисциплины:

- изучить методы выделения и способы поддержания чистых культур микроорганизмов;
- освоить требования к составу питательных сред для культивирования микроорганизмов разных таксономических групп;
- сформировать представления о типах культуральных систем и способах управления процессом культивирования в зависимости от индивидуальных особенностей микроорганизмов и целей выполняемой работы.

Курс «Культивирование микроорганизмов» связан с такими биологическими дисциплинами как «Физиология микроорганизмов», «Структурная организация клеток микроорганизмов» и др.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- принципы составления питательных сред, качественное и количественное содержание всех необходимых питательных компонентов, обеспечивающих оптимальное развитие клеток микроорганизмов различного происхождения;
- способы создания и поддержания культур микроорганизмов;
- условия культивирования и динамику роста клеток, при которых может быть достигнута максимальная продукция биомассы и (или) целевого продукта;

- основные методы культивирования микроорганизмов;
- основные типы культуральных систем, используемых в настоящее время в промышленном производстве и лабораторных исследованиях;
- принципы функционирования современного оборудования, применяемого при культивировании микроорганизмов.

уметь:

- использовать полученные знания при выборе наиболее пригодных систем и способов культивирования, исходя из индивидуальных особенностей микроорганизмов и целей проводимой работы;
- решать задачи общей и частной оптимизации процесса культивирования;
- определять качественные и количественные параметры роста и развития клеточной популяции;
- применять методы синхронизации клеток;
- прогнозировать предполагаемый выход процесса, в соответствии с выбранным способом культивирования.

Программа курса построена по блочно-модульному типу. Основные блоки (модули) выделены в соответствии с основными разделами курса. Содержание и объем учебного материала по каждому блоку программы позволяет студентам свободно ориентироваться в изучаемых вопросах.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных и лабораторных занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, лабораторных занятиях и при организации самостоятельной работы студентов;
- учебно-исследовательская деятельность, реализуемая на лабораторных занятиях;
- рейтинговая и блочно-модульная система оценки знаний.

Организация самостоятельной работы студентов по курсу предполагает размещение в сетевом доступе комплекса учебных и учебно-методических материалов (программа, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, вопросы для самоконтроля, темы практических занятий, методические и информационные материалы к ним и др.).

Программа учебного курса рассчитана на 50 часов, в том числе 34 часа аудиторных: 22 – лекционных, 12 – лабораторных занятий.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1	2	3	4	5
I	Введение	2	2	–

1	2	3	4	5
II	Основные типы оборудования для культивирования микроорганизмов	4	4	–
III	Питательные среды и условия для культивирования микроорганизмов	4	4	–
IV	Способы и возможности культивирования микроорганизмов	20	10	10
V	Способы хранения и поддержания культур микроорганизмов	4	2	2
	ИТОГО:	34	22	12

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ

Историческое развитие культивирования микроорганизмов. Работы Л. Пастера, М. Ролэна, Р. Коха и других ученых по созданию и совершенствованию методов культивирования и изучению потребностей клеток микроорганизмов, относящихся к разным таксономическим группам.

Актуальность применения культур микроорганизмов в различных областях биологии, медицины и сельского хозяйства. Возможность их использования в решении ряда биологических проблем. Роль микроорганизмов в биотехнологии при производстве биологически активных веществ; применение их в генетической, медицинской, фармакологической практике, в сельском хозяйстве и др.

II. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Аппараты для очистки воды, используемой для приготовления питательных сред или мытья культуральной посуды. Их характеристика и возможности получения сверхчистой и общелабораторной воды.

Приборы, аппараты и реактивы для мытья и стерилизации посуды, обеспечивающие выполнение всех этапов технологического процесса: сушильные шкафы с принудительной продувкой горячим воздухом, паровые или воздушные стерилизаторы и т. д.

Приборы для дозирования, разведения и пробоотбора. Автоматические и полуавтоматические дозаторы-дилуторы, пипетки и т. п. Основные требования, предъявляемые к такого рода приборам.

Устройства для приготовления питательных сред. Основные требования, предъявляемые к питательным средам для клеточных культур. Установки для стерилизующей фильтрации жидких питательных сред. Микро- и ультрафильтрация питательных сред.

Боксовые помещения и ламинар-боксы. Их типы, обустройство и значение.

Лабораторные термостаты. Специальные требования, предъявляемые к лабораторным термостатам для культивирования микроорганизмов, и типы их конструкций.

СО₂-инкубаторы и азраторы. Необходимость и значение их использования.

Аппараты для массового культивирования клеток, обеспечивающие принудительное перемешивание и аэрацию питательных сред с помещенными в них культурами микроорганизмов. Лабораторные встряхиватели и роллерные установки, их типы, режимы работы и значение для культивирования клеток. Лабораторные и промышленные ферментеры. Их назначение, типы, конструкция и области применения. Специфические особенности работы с ферментерами. Проблемы пенообразования и пеногашения. Хемостаты, турбидостаты и другие способы управления процессом культивирования микроорганизмов.

Культуральная посуда. Особые требования к свойствам поверхности и материалу изделий из стекла и пластика, предназначенных для культивирования микробных клеток. Специальная культуральная посуда: флаконы, колбы, матрасы, чашки Петри, платы, роллерные сосуды, пробирки, пипетки и т. д. Области применения стеклянной и пластиковой посуды. Основные подходы, способы и степень подготовки посуды к культивированию микроорганизмов.

III. ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ И УСЛОВИЯ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Принципы составления питательных сред. Основные типы и состав питательных сред для культивирования микроорганизмов различных таксономических групп. Основные питательные потребности клеток. Качественное и количественное содержание всех необходимых компонентов, обеспечивающих оптимальное развитие микробных клеток, полученных из различных источников. Преимущества и недостатки разных типов питательных сред. Подбор состава питательных сред с учетом типов питания культивируемых микроорганизмов. Особенности питательных сред, предназначенных для динамического и стационарного культивирования.

Влияние условий культивирования на жизнедеятельность микроорганизмов. Способы оптимизации условий, обеспечивающие максимальный уровень продукции биомассы и микробных метаболитов. Потребность в кислороде и аэрация.

Особенности культивирования анаэробных микроорганизмов.

IV. СПОСОБЫ И ВОЗМОЖНОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Методы выделения и поддержания чистых культур аэробных и анаэробных микроорганизмов.

Динамика роста культуры микроорганизмов и характерные особенности каждой фазы. Параметры роста: скорость роста, урожай клеток, время генерации, длительность лаг-фазы, экономический и метаболический коэффициенты и др. Физические, химические и биологические факторы, влияющие на эффективность процесса культивирования микроорганизмов. Параметры, определяющие продолжительность стадии адаптации клеток микроорганизмов к новым условиям культивирования.

Динамическое и статическое (стационарное) культивирование. Открытые и закрытые системы. Хемостатные и тубулярные системы культивирования микроорганизмов.

Поверхностное культивирование микроорганизмов. Возможности и особенности культивирования микроорганизмов различных групп поверхностным способом. Суспензионное, глубинное культивирование. Создание суспензионных культур. Возможности и особенности культивирования микроорганизмов различных групп в жидких питательных средах. Периодическое культивирование микроорганизмов и его достоинства и недостатки. Подходы, позволяющие продлить время существования периодических культур. Использование периодических культур в промышленных технологиях и лабораторной практике. Разновидности периодического культивирования микроорганизмов. Многоциклическое и многостадийное культивирование. Непрерывное культивирование как наиболее прогрессивный процесс культивирования клеток микроорганизмов. Особенности и возможности, достоинства и недостатки культивирования микробных клеток проточным способом. Отличительные признаки хемостатного и турбидостатного культивирования. Разновидности способов управления процессом культивирования микроорганизмов по принципу турбидостата.

Методы создания и биологические свойства синхронных культур микроорганизмов. Управляемое культивирование микроорганизмов с заданными свойствами.

Возможности культивирования клеток бактерий и дрожжей, мицелиальных грибов, микроскопических водорослей и простейших..

Условия получения, регенерация клеточной стенки и культивирование бактериальных и грибных протопластов.

V. СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ КУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ

Возможности длительного поддержания в жизнеспособном состоянии культур микроорганизмов с сохранением таксономических и других важных признаков.

Периодические пересевы микробных клеток на питательные среды. Условия и частота пересевов микроорганизмов в зависимости от

особенностей их жизнедеятельности. Поддержание клеток между пересевами. Преимущества и недостатки периодических пересевов.

Хранение микроорганизмов под минеральным маслом. Минеральное масло. Выбор условий для хранения микроорганизмов различных таксономических групп. Преимущества и недостатки данного метода.

Хранение клеток в лиофилизированном состоянии. Условия получения и хранения лиофилизированных культур. Защитные среды и режимы лиофилизации. Преимущества и недостатки данного метода.

Хранении при низких и сверхнизких температурах. Криоконсервация. Криопротекторы и условия хранения. Преимущества и недостатки данного метода.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *Баснакьян И. А.* Культивирование микроорганизмов с заданными свойствами / И. А. Баснакьян. М.: Медицина, 1992.
2. Биотехнология / Под ред. Е.С.Воронина. М.: Гиорд, 2005.
3. *Бирюков В.В.* Основы промышленной биотехнологии / В. В. Бирюков. М.: Колос, 2004.
4. *Быков В.А.* Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов / В.А. Быков, И.А. Крылов, М.Н. Манаков и др. М.: Высшая школа, 1987.
5. *Воробьева Л.И.* Промышленная микробиология / Л.И. Воробьева. М.: МГУ, 1989.
6. *Глик Б.* Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. М.: Мир, 2002.
7. *Грачева И.М. Л.А.* Технология микробных белковых препаратов, аминокислот и жиров / И.М. Грачева, Н.М. Гаврилова, Л.А. Иванова. М.: Пищевая промышленность, 1980.
8. Методы культивирования клеток / Л.: Наука, 1988.
9. Методы культивирования клеток / Под ред. Г.П.Пинаева. М.: Наука, 1988.
10. *Перт С. Дж.* Основы культивирования микроорганизмов и клеток / С. Дж. Перт. М.: Мир, 1978.
11. Промышленная микробиология: Учеб. Пособие для вузов / З. А. Аркадьева, А. М. Безбородов, И.Н. Блохина и др.; Под ред. Н. С. Егорова. М.: Высш. шк., 1989.
12. Промышленная микробиология / Под ред. Н.С. Егорова. М.: Высшая школа, 1989.
13. Современная микробиология: Прокариоты. В 2-х томах / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005.

14. *Темников Д.А.* Основы культивирования клеток / Д. А. Темников, В. Г. Винтер. Обучающий интернет-курс. Бюл. «Клеточные культуры», 2003.

Дополнительная:

1. *Беккер З.Э.* Физиология и биохимия грибов / З. Э. Беккер. М.: Изд-во Моск.Ун-та, 1988.
2. *Берри Д.* Биология дрожжей / Д. Берри. М.: Мир, 1985.
3. *Билай В.И.* Основы общей микологии / В.И. Билай. Киев: Наук.думка, 1989.
4. *Варфоломеев С.Д.* Биокинетика. Практический курс / С. Д. Варфоломеев, К. Г. Гуревич. М.: Фаир_Пресс, 1999.
5. *Гусев М. В.* Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. М.: Издательский центр «Академия», 2003.
6. *Лысак В.В.* Микробиология / В.В. Лысак. Минск: БГУ, 2008.
7. *Мертвецов Н.П.* Газовихревые биореакторы «БИОК»: Использование и современные технологии / Н. П. Мертвецов. Новосибирск: Из-во СО РАН, 2002.
8. Методы общей бактериологии / М.: Мир, 1983. Т.1. ч.2.
9. *Мюллер Э.* Микология / Э. Мюллер, В. Леффлер. М.: Мир, 1995.
10. *Стейниер Р., Эдельберг Э., Ингрэм Дж.* Мир микробов / Р. Стейниер, Э. Эдельберг, Дж. Ингрэм. М.: Мир, 1979. Т. 3. С. 5–268.
11. *Хотянович А.В.* Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применение препаратов на их основе / А.В. Хотянович. Л.: ЛГУ, 1991.
12. *Шлегель Г.* Общая микробиология / Г. Шлегель. М.: Мир, 1987.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Баллы	Показатели оценки
1 (один) Незнач- тено	Отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа
2 (два) Незнач- тено	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых ошибок; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
3 (три) Незнач- тено	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными

	ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
4 (четыре) Зачтено	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях, допустимый уровень исполнения заданий
5 (пять) Зачтено	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно принимать типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
6 (шесть) Зачтено	Достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
7	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам

(семь) Зачтено	учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
8 (восемь) Зачтено	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (в том числе техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программной дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
9 (девять) Зачтено	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программной дисциплины; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий

10 (десять) Зачтено	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
---------------------------	--

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Типовым учебным планом специальности 1-31 01 03 «Микробиология» в качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован зачет.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- защита подготовленного студентом реферата;
- компьютерное тестирование.