Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В. Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Экология дрожжей

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

Управление земельными ресурсами и биологический контроль окружающей среды

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____)

Москва 2021

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки *05.03.06 «Экология и природопользование»* программы бакалавриата.

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от *28 декабря 2020 года (протокол № 7).*

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:**
Вариативной части, по выбору
2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** Для освоения дисциплины необходимо освоение дисциплин бакалавриата «Экологическая биохимия».

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
Б-СПК-5. Способен применять в профессиональной деятельности знания об особенностях химического состава, строении клеток и метаболизма прокариотных и эукариотных микроорганизмов	Б-СПК-5.1. Применяет на практике знания об особенностях химического состава, строении клеток прокариотных и эукариотных микроорганизмов	Уметь применять на практике знания о строении, составе и особенностях физиологии дрожжевых клеток, их метаболизме и механизмах регуляции
	Б-СПК-5.2. Применяет на практике знания об особенностях метаболизма прокариотных и эукариотных микроорганизмов.	Уметь применять на практике знания о особенностях использования дрожжей на современных биотехнологических производствах и использовать имеющиеся знания о дрожжах при решении различных профессиональных задач
Б-СПК-6. Способен применять в профессиональной деятельности знания о физиологических особенностях основных групп почвенных организмов и их роли в биосферных процессах	Б-СПК-6.1. Применяет на практике знания о физиологических особенностях основных групп почвенных организмов	Знать особенности биологии и физиологии дрожжей, подходы и принципы систематики дрожжей, использовать эти знания при решении различных практических задач
	Б-СПК-6.2. Использует в профессиональной деятельности знания о роли основных групп почвенных организмов в биосферных процессах	Использовать в профессиональной деятельности знания об экологии дрожжей, понимать роль дрожжей в различных межорганизменных взаимодействиях и глобальных биосферных процессах

4. **Объем дисциплины** *2* з.е., в том числе *34* академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, *38* академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** *очный*

6. **Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий**:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе						
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					**Самостоятельная работа обучающегося**	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**	Подбор и анализ литературы, подготовка презентаций и докладов	**Всего**
Тема 1. Исторический очерк: изменение представлений о природе дрожжей	4		2			2	2	2
Тема 2. Цитология дрожжей	4		2			2	2	2
Тема 3. Морфология и бесполое размножение дрожжей	5		3			3	2	2
Тема 4. Половое размножение дрожжей	6		4			4	2	2
Тема 5. Физиология и экофизиология дрожжей	7		5			5	2	2
Тема 6. Экология дрожжей	10		6			6	4	4

Тема 7. Систематика дрожжей	10		6			6	4	4
Тема 8. Практическое использование дрожжей	20		6			6	14	14
Форма текущей аттестации по разделу – доклады								
Промежуточная аттестация	*Зачёт*						6	
Итого:	72							

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Тема 1. Исторический очерк: изменение представлений о природе дрожжей.

Использование бродильных процессов в древности. Истоки знаний о процессах и продуктах жизнедеятельности дрожжей. Первые ботанические описания дрожжей. Работы Пастера по спиртовому брожению. Первые экологические исследования дрожжей. Зарождение биохимии. Первые крупные работы по цитологии, систематике и экологии дрожжей в конце XIX и начале XX вв. (Э. Хансен, А. Клекер, А. Гейермон, Г.А. Надсон). Представление о дрожжах как одноклеточных формах аскомицетовых грибов. Работы дельфтской школы по систематике дрожжей. Открытие базидиомицетовых жизненных циклов у дрожжей. Эволюция понятия «дрожжи»: переход от таксономического содержанию к эколого-морфологическому. Развитие зимологии в России. Современные крупные лаборатории, центры, коллекции дрожжевых культур. Значение дрожжей в развитии биологических наук и в практической деятельности человека.

Тема 2. Цитология дрожжей.

Общее строение эукариотической клетки и особенности цитологии дрожжевых грибов.

Ядро. Строение и функции. Диплоидное и гаплоидное состояние ядра. Хромосомы. Митоз и мейоз. Особенности митоза у аскомицетовых и базидиомицетовых дрожжей.

Митохондрии: морфология, тонкое строение, функции. Митохондриальная сеть. Митохондриальный геном и митохондриальный аппарат белкового синтеза. Petite-мутанты. Воспроизведение митохондрий при клеточном делении.

Цитоплазматический матрикс и мембранные системы дрожжевой клетки: цитоплазматическая мембрана, эндоплазматический ретикулум и его производные, мембранный комплекс Гольджи. Вакуоли.

Клеточная стенка: строение, компоненты, различия у аскомицетовых и базидиомицетовых дрожжей.

Капсула: химический состав и экологические функции.

Цитоплазматические включения запасных веществ в дрожжевой клетке. Липидные глобулы. Гликоген. Гранулы волютина.

Изменение клеточных структур в онтогенезе. Перестройка дрожжевой клетки при стрессовых воздействиях, переходе от аэробных условий в анаэробные и наоборот. Пероксисомы.

Изменения цитологии под воздействие различных факторов.

Тема 3. Морфология и бесполое размножение дрожжей.

Макроморфология дрожжей. Характеристика роста дрожжей на плотных и в жидких средах.

Микроморфологическая характеристика дрожжей: форма, размеры, объем и масса дрожжевой клетки. Способы вегетативного размножения дрожжей. Почкование и деление, бластический и артрический конидиогенез. Многостороннее и полярное почкование. Почкование на узком и широком основании. Микроморфология и цитология образования почек. Шрамы почкования. Голобластическое и энтеробластическое почкование.

Бесполое размножение дрожжей с образованием специализированных структур. Баллистоспоры: способы их обнаружения и экологическое значение. Эндоспоры. Хламидоспоры.

Дрожжеподобные грибы. Мицелиально-дрожжевой диморфизм. Псевдомицелий и истинный септированный мицелий. Типы псевдомицелия. Строение септ и септовых пор.

Клеточный цикл и морфогенез дрожжевой клетки. Стадии клеточного цикла.

Морфологические особенности как отражение экологии дрожжей.

Тема 4. Половое размножение дрожжей.

Понятие о жизненном цикле и его разнообразие у дрожжей. Анаморфа и телеоморфа. История изучения полового процесса у дрожжей. Соотношение ядерных фаз в цикле развития аскомицетовых и базидиомицетовых дрожжей.

Типы жизненных циклов у аскомицетовых дрожжей: гаплоидные, гапло-диплоидные и диплоидные дрожжи. Типы полового процесса у аскомицетовых дрожжей: гологамия, педогамия, адельфогамия. Зиготические и азиготические аски. Образование аскоспор. Физиологические свойства аскоспор: сравнение с вегетативными клетками. Морфология аскоспор.

Жизненные циклы базидиомицетовых дрожжевых грибов: дикариотическая фаза, телиоспоры, образование базидий, плодовые тела.

Гомо- и гетероталличные дрожжи. Типы спаривания.

Тема 5. Физиология и экофизиология дрожжей.

Энергетические процессы в дрожжевой клетке. Спиртовое брожение: биохимия процесса, гликолиз. Распространение способности к брожению среди дрожжей. Субстраты брожения. Сбраживание дрожжами гексоз, олиго- и полисахаридов. Сбраживание пентоз, пентозофосфатный цикл. Основные и побочные продукты брожения. Соотношение процессов брожения и дыхания. Эффект Пастера. Катаболитная репрессия.

Аэробный катаболизм у дрожжей. Цикл трикарбоновых кислот. Катаболизм углеводов. Биохимические пути и примеры видов дрожжей, способных к аэробному катаболизму жирных кислот и н-алканов, одноуглеродных соединений, ароматических компонентов.

Источники азота. Способность дрожжей к ассимиляции нитратов и нитритов. Мочевина как источник азота.

Потребности дрожжей в экзогенных витаминах. Использование дрожжей как индикаторов для количественного определения витаминов. Сверхсинтез витаминов дрожжами.

Температурные границы роста дрожжей. Психрофильные и термотолерантные дрожжи, примеры. Использование низкотемпературной инкубации для учета и выделения дрожжей из природных субстратов.

Ксеротолерантные дрожжи. Примеры осмо- и галотолерантных видов. Механизмы устойчивости дрожжей к низкой активности воды.

Рост дрожжей при различных значениях pH. Использование подкисленных сред для селективного выделения дрожжей.

Механизмы защиты клетки от УФ радиации. Каротиноидные и меланоидные пигменты у эпифитных дрожжей и их протекторная функция.

Ингибиторы роста дрожжей. Антимикотики. Киллерный эффект у дрожжей.

Тема 6. Распространение дрожжей в природных местообитаниях.

История экологии дрожжей. Методы учета и выделения дрожжей из природных субстратов: сбор и хранение образцов, питательные среды, условия инкубации.

Общая характеристика распространения дрожжей в природе: сахаролитическая стратегия дрожжей и связь с сахаристыми субстратами. Понятие о локусных и фоновых местообитаниях дрожжей. Жизненные формы дрожжей: сахаробионты, фитобионты, сапробионты и педобионты.

Примеры известных специфических сахаролитических дрожжевых сообществ в местообитаниях с высокой концентрацией сахаров: весенние сокотечения деревьев, сочные плоды, нектар, гниющие ткани кактусов, буровая мука насекомых-ксилофагов, разлагающиеся плодовые тела грибов. Стенотопные виды дрожжей, ассоциированные с сахаристыми субстратами. Роль беспозвоночных в формировании специфических дрожжевых сообществ. Беспозвоночные как переносчики дрожжей на свежие субстраты (форезия). Мутуалистические взаимодействия дрожжей и беспозвоночных. Дрожжи как источник питания беспозвоночных.

Дрожжи и теплокровные животные. Дрожжи как компонент нормальной микрофлоры человека. Патогенные дрожжи: кандидоз и криптококкоз.

Живые надземные части растений как местообитание дрожжей. Эпифитные дрожжи и их адаптационные особенности. Роль дрожжей в жизни растения. Фитопатогенные дрожжи. Эндофитные дрожжевые грибы. Сукцессии дрожжевых сообществ при разложении растительных остатков. Роль дрожжей в деструкции растительного материала. Дрожжи в лесной подстилке.

Почва как среда обитания для дрожжевых грибов. Численность дрожжей в различных почвенных горизонтах. Аллохтонные и автохтонные почвенные дрожжи. Липомицеты. Функции дрожжей в почве. Таксономический состав дрожжей в почвах разных типов. Дрожжи как биоиндикаторы почвенных типов.

Понятие о пространственно-сукцессионных рядах и вертикальная структура дрожжевых сообществ в биогеоценозе. Изменение параметров структуры дрожжевых сообществ в пространственно-сукцессионном ряду.

Географическое распространение дрожжей. Особенности комплексов эпифитных, подстилочных и почвенных дрожжей в различных природных зонах. Примеры эвритопных и стенотопных видов дрожжей. Типы широтно-зонального распределения дрожжей: арктические, бореальные и пустынно-степные виды.

Сезонные изменения дрожжевых сообществ в почвах и на растениях.

Дрожжевые грибы пресноводных и морских местообитаний.

Тема 7. Систематика дрожжей.

Признаки, используемые в систематике дрожжей: макро- и микроморфология, характеристики бесполого размножения и жизненного цикла, физиологические признаки, сбраживание и аэробная ассимиляция источников углерода, использование источников азота, цитологические и биохимические признаки, характеристики генома, экологические признаки. Таксономическое значение киллерной активности. Набор признаков для стандартного описания вида.

Экологические подходы в систематике дрожжей.

Проблема вида у дрожжей. Выделение видов на основании фенотипических признаков. Степень внутривидовой изменчивости. Критерий интерфертильности и его применимость. Биологические и номиналистические виды дрожжей, примеры. Роль геносистематики в разграничении видов: содержание ГЦ в ДНК, ДНК-ДНК-гибридизация, сходство нуклеотидных последовательностей генов рРНК.

Положение дрожжей в царстве грибов. Аскоспоровые и базидиальные дрожжи. Анаморфные дрожжи и проблемы их систематики. Признаки аффинитета. Реконструкция филогении дрожжей на основании секвенирования генов рРНК. Современные экспресс-методы секвенирования.

Филогенетическая классификация аскомицетовых дрожжей: дрожжевые грибы в подотделах *Taphrinomycotina* (класс *Archiascomycetes*), *Saccharomycotina* (класс *Hemiascomycetes*) и *Pezizomycotina* (класс *Euascomycetes*). Характеристика семейства *Saccharomycetaceae*. Таксономическая дифференциация базидиомицетовых дрожжей: подотделы *Ustilaginomycotina* (класс *Ustilaginomycetes), Pucciniomycotina* (класс *Uredinomycetes)* и *Agaricomycotina* (класс *Hymenomycetes).*

Определители дрожжей. Практическая идентификация дрожжей. Методы постановки тестов, стандартные среды для идентификации. Компьютерные программы для нумерической идентификации дрожжей. ДНК-баркодинг, генобанки и идентификация по результатам секвенирования генов рРНК.

Тема 8. Практическое использование дрожжей.

Использование дрожжей в древности. Сахаромицетовые дрожжи и традиционные процессы брожения. Виноделие, технологические особенности процесса. Источники дрожжей при традиционном виноделии. Первичное и вторичное виноделие. Пивоварение: технология, виды зерна для производства сусла, процессы осахаривания зерна. Национальные традиционные алкогольные напитки: типы сбраживаемых субстратов и используемые виды дрожжей. Дрожжи как сорняки бродильных производств.

Использование чистых культур дрожжей в виноделии и пивоварении. Технологические характеристики дрожжей: скорость сбраживания, устойчивость к этанолу, флоккуляционная способность, автолиз, стабильность свойств. Органолептические соединения. Систематика дрожжей, используемых в виноделии и пивоварении: биологические виды и расы. Использование дрожжей в хлебопечении: источники и требования к культурам. Производство пекарских дрожжей.

Производства технического спирта. Виды углеводного сырья. Промышленно-важные виды дрожжей, сбраживающие крахмал и пентозы.

Дрожжи как источник питания. Производство кормовых дрожжей. Белково-витаминные концентраты (БВК). Получение дрожжевой биомассы на углеводородах нефти, метаноле, крахмалсодержащих отходах, гидролизатах древесины, молочной сыворотке. Дрожжи как источник витаминов. Дрожжевые автолизаты и гидролизаты.

Использование дрожжей в сельском хозяйстве и для биоремедиации.

Ферментные препараты, получаемые с помощью дрожжей. Производство дрожжевых липидов, органических кислот, полисахаридов, многоатомных спиртов, каротиноидов.

Перспективы дрожжевой биотехнологии. Поиск штаммов с заданными свойствами. Стратегия направленного поиска полезных штаммов дрожжей в природных источниках. Селекция штаммов и методы генетической инженерии. Примеры промышленного использования штаммов дрожжей, сконструированных методами генетической инженерии.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. **Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:**

Рекомендуемые темы докладов:

1. Современные подходы к изучению экологии дрожжей.
2. Дрожжи как модельный экологических исследований.
3. Дрожжи как модельный объект изучения цитологии эукариот.
4. Дрожжи как модельный объект изучения физиологии эукариот.
5. Нобелевские премии, полученные за исследования на дрожжевых грибах.
6. Современная геносистематика дрожжей.
7. Дрожжи в виноделии.
8. Производство шампанского.
9. Пивоварение.
10. Традиционные слабоалкогольные напитки на основе брожения.
11. Дрожжи в производстве кисломолочной продукции.
12. Хлебопечение.
13. Дрожжевые продукты вокруг нас (кофе, шоколад, квашеные и моченые овощи и фрукты, чайный гриб и пр.)
14. Производство хлебопекарных дрожжей.
15. Производство этанола и биотоплива.
16. Кормовые дрожжи.
17. Дрожжевые ферментные препараты.
18. Дрожжевые полисахариды и липиды.
19. Дрожжи в сельском хозяйстве.
20. Дрожжи в биоремедиации.
21. Патогенные дрожжи.
22. Распространение «винных» и «пивных» дрожжей в природе.

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

1. Использование бродильных процессов в древности
2. Открытие дрожжей и их роли в бродильных производствах
3. Представление о дрожжах как одноклеточных формах аскомицетовых грибов в XIX – первой половине XX вв.
4. Открытие жизненных циклов базидиомицетовых дрожжей
5. Эволюция понятия «дрожжи»: переход от таксономического содержанию к эколого-морфологическому
6. Значение дрожжей в развитии биологических наук и в практической деятельности человека
7. Общее строение эукариотической клетки и особенности цитологии дрожжевых грибов
8. Компоненты цитоплазматической мембраны у дрожжей
9. Митохондрии: строение и функции. Митохондриальный геном и митохондриальный аппарат белкового синтеза. Petite-мутанты
10. Клеточная стенка: строение, компоненты, различия у аскомицетовых и базидиомицетовых дрожжей
11. Капсула дрожжевой клетки: химический состав и экологические функции
12. Цитоплазматические включения запасных веществ в дрожжевой клетке
13. Перестройка дрожжевой клетки при переходе от аэробных условий в анаэробные и наоборот. Пероксисомы
14. Макроморфология дрожжей. Характеристика роста дрожжей на плотных и в жидких средах
15. Способы вегетативного размножения дрожжей. Артрический и бластический конидиогенез
16. Голобластическое и энтеробластическое почкование
17. Баллистоспоры: способы их обнаружения и экологическое значение
18. Хламидоспоры у дрожжей
19. Дрожжеподобные грибы. Мицелиально-дрожжевой диморфизм
20. Псевдомицелий. Типы псевдомицелия
21. Строение септ и септовых пор у аскомицетовых и базидиомицетовых дрожжей
22. Клеточный цикл и морфогенез дрожжевой клетки
23. Жизненный цикл дрожжей. Анаморфа и телеоморфа
24. Типы жизненных циклов у аскомицетовых дрожжей
25. Типы полового процесса у аскомицетовых дрожжей
26. Морфология аскоспор
27. Жизненные циклы базидиомицетовых дрожжевых грибов
28. Гомо- и гетероталличные дрожжи. Типы спаривания
29. Спиртовое брожение: биохимия процесса, гликолиз
30. Распространение способности к брожению среди дрожжей
31. Субстраты брожения
32. Основные и побочные продукты брожения
33. Соотношение процессов брожения и дыхания. Эффекты Пастера и Кребтри
34. Аэробный катаболизм у дрожжей. Цикл трикарбоновых кислот
35. Аэробная ассимиляция жирных кислот и н-алканов, одноуглеродных соединений и ароматических компонентов дрожжами
36. Температурные границы роста дрожжей
37. Ксеротолерантные дрожжи
38. Рост дрожжей при различных значениях pH
39. Механизмы защиты клетки от УФ радиации. Пигменты дрожжей

40. Ингибиторы роста дрожжей
41. Методы учета и выделения дрожжей из природных субстратов
42. Общая характеристика распространения дрожжей в природе
43. Жизненные формы дрожжей
44. Дрожжи в местообитаниях с высокой концентрацией сахаров
45. Роль беспозвоночных в формировании специфических дрожжевых сообществ
46. Форетические взаимоотношения дрожжей и беспозвоночных животных
47. Дрожжи как источник питания беспозвоночных
48. Патогенные дрожжи
49. Эпифитные дрожжи и их адаптационные особенности
50. Сукцессии дрожжевых сообществ при разложении растительных остатков
51. Почва как среда обитания для дрожжевых грибов
52. Аллохтонные и автохтонные почвенные дрожжи
53. Изменение параметров структуры дрожжевых сообществ в пространственно-сукцессионном ряду
54. Особенности комплексов эпифитных, подстилочных и почвенных дрожжей в различных природных зонах
55. Признаки, используемые в систематике дрожжей
56. Набор признаков для стандартного описания вида
57. Положение дрожжей в царстве грибов
58. Признаки аффинитета
59. Виноделие, технологические особенности процесса. Источники дрожжей при традиционном виноделии
60. Пивоварение: технология, виды зерна для производства сусла, процессы осахаривания зерна
61. Дрожжи как сорняки бродильных производств
62. Органолептические соединения, выделяемые дрожжами
63. Использование дрожжей в хлебопечении
64. Производство пекарских дрожжей
65. Производства технического спирта
66. Дрожжи как источник питания. Производство кормовых дрожжей
67. Дрожжи как источник витаминов
68. Ферментные препараты, получаемые с помощью дрожжей
69. Производство дрожжевых липидов, органических кислот, полисахаридов, многоатомных спиртов, каротиноидов
70. Перспективы дрожжевой биотехнологии

8. **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:**

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**2**	**3**	**4**	**5**
Знания *(виды оценочных средств: устные опросы, участие в дискуссиях)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(виды оценочных средств: контрольные задания, подготовка докладов, участие в дискуссиях)*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *(виды оценочных средств: решение практических вопросов на основе полученных знаний о дрожжах)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

Оценка "зачет" выставляется, если результаты обучения соответствуют оценкам "5", "4" и "3", а "незачет" – если результаты обучения ниже этих показателей.

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. *Бабьева И.П., Чернов И.Ю.* Биология дрожжей. Москва: «Товарищество научных изданий КМК». 2004. 221 с.
2. *Чернов И.Ю.* Дрожжи в природе. Москва: «Товарищество научных изданий КМК». 2013. 336 с.

Дополнительная литература:

1. *Бабьева И.П.* Подкласс голосумчатые или гемиаскомицеты (Hemiascomycetidae). В кн.: Жизнь растений. Том 2. Грибы. Под ред. М.В. Горленко. Москва: Просвещение. 1990. 479 с.
2. *Бабьева И.П., Голубев В.И.* Методы выделения и идентификации дрожжей. Москва: Пищевая промышленность. 1979. 120 с.

3. *Бабьева И.П., Горин С.Е.* Почвенные дрожжи. Москва: Изд-во Моск. ун-та. 1987. 77 с.
4. *Квасников Е.И., Щелокова И.Ф.* Дрожжи. Биология. Пути использования. Киев: Наукова думка. 1991. 325 с.
5. *Максимова И.А., Чернов И.Ю.* Руководство к практическим занятиям по биологии дрожжей. Тула: «Гриф и К». 2006. 92 с.
6. Biodiversity and ecophysiology of yeasts / Eds. P. Gábor, R. Carlos. Berlin, Heidelberg: Springer. 2006. 580 p. https://doi.org/10.1007/3-540-30985-3
7. Yeasts in natural ecosystems: diversity / Eds. P. Buzzini, M.-A. Lachance, A. Yurkov. Springer. 2017. 499 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62683-3
8. Yeasts in natural ecosystems: ecology / Eds. P. Buzzini, M.-A. Lachance, A. Yurkov. Springer. 2017. 293 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61575-2

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
  - 1. http://www.mycobank.org/
  - 2. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/
  - 3. https://theyeasts.org/
- Описание материально-технической базы

  1. Помещения – аудитория, рассчитанная на группу из 10-15 учащихся.

  2. Оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет для самостоятельной работы;

10. **Язык преподавания:**
Русский

11. **Преподаватели:**
1. Качалкин Алексей Владимирович
Ведущий научный сотрудник кафедры биологии почв,
к.б.н. (2010, Д 501.002 МГУ);

12. **Разработчики программы:**
1. Чернов Иван Юрьевич
Профессор кафедры биологии почв,
д.б.н. (2000, Д.053.05.31 МГУ)
Член-корреспондент РАН (2006);
2. Качалкин Алексей Владимирович
Ведущий научный сотрудник кафедры биологии почв,
к.б.н. (2010, Д 501.002 МГУ);

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

Данный курс знакомит студентов с биологией и экологией дрожжевых грибов. Рассказывает о том, как менялись представления о дрожжах с момента их открытия до настоящего времени. В рамках этого курса обсуждается строение дрожжевой клетки, химический состав и функции основных клеточных структур, особенности морфологии дрожжевых грибов, способы их размножения. Подробно рассматривается расселение дрожжей в природных местообитаниях, их взаимодействие с другими организмами,

особенности географического распространения. Обсуждается функциональная роль дрожжей в природных экосистемах, а также использование дрожжевых грибов, как в традиционных бродильных производствах, так и в современной биотехнологии. В рамках курса рассматриваются также современные представления о систематике и таксономии дрожжей, а также о методах их идентификации.