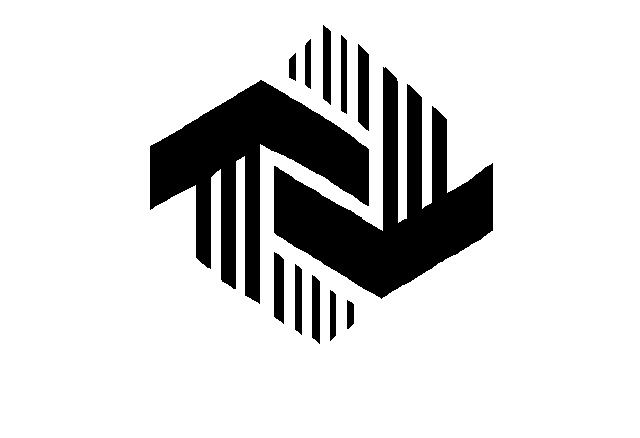
**Федеральное агентство по образованию**

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

Санкт-Петербургский государственный университет  
 низкотемпературных и пищевых технологий



Кафедра пищевой биотехнологии

**ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ  
ДРОЖЖЕЙ**

Методические указания, программа   
и вопросы к самостоятельной работе  
для магистров, обучающихся   
по направлению 552400,  
и студентов специальности 270500

Санкт-Петербург 2005

УДК 663.4

**Меледина Т.В.** Основы биотехнологии дрожжей: Метод. указания, программа и вопросы к самостоятельной работе для магистров, обучающихся по направлению 552400, и студентов спец. 270500. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. – 15 с.

В методических указаниях изложены программа курса, темы для самостоя-тельного изучения, вопросы для самопроверки при подготовке к коллоквиумам и защите лабораторных работ. Приведен список литературы и указаны источники информации, которые следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины.

Учебное пособие предназначено для магистров, обучающихся по направлению 552400 «Технология продуктов питания», в рамках магистерской программы 552407 «Биотехнология алкогольных, слабоалкогольных и безалкогольных продуктов» и студентов специальности 270500 «Технология бродильных производств и виноделие».

Рецензент

Канд. техн. наук, доц. Т.П. Арсеньева

Рекомендованы к изданию советом факультета пищевых технологий

© Санкт-Петербургский государственный

университет низкотемпературных

и пищевых технологий, 2005

# 1. ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Основы биотехнологии дрожжей» изучается магистрами на кафедре пищевой биотехнологии факультета пищевых технологий на 6 курсе (11 семестр) в рамках программы 552407 «Биотехнология алкогольных, слабоалкогольных и безалкогольных продуктов».

Согласно учебному плану, курс включает 9 лекций, 3 лабораторные работы, самостоятельную работу студентов. После изучения курса сдается зачет. Студент получает зачет после сдачи коллоквиумов и защиты лабораторных работ.

# 2. Методические указания

Отдельные разделы курса «Основы биотехнологии дрожжей»студенты-магистры изучают самостоятельно. Темы для самостоятельного изучения входят в часть 4, раздел 3. Это связано с тем, что на лекциях освещаются наиболее сложные вопросы, как правило, теоретического характера.

Для выполнения работы рекомендуется список литературы, приведенный в конце методических указаний, можно также использовать материалы на электронном носителе, которые находятся в библиотеке СПбГУНиПТ.

Материал изучается в последовательности, представленной в программе, с учетом тех изменений или дополнений, на которые повлиял научно-технический прогресс.

Изучение отдельных стадий технологии дрожжей следует начинать с четкого усвоения цели, задачи технологической стадии, сущности протекающих физико-химических и биологических процессов, вызывающих те или иные превращения составных веществ сырья. Далее следует детально разобрать технологические режимы процессов культивирования дрожжей и **дать сравнительную оценку их с точки зрения влияния на качество готового продукта и экономической целесообразности.** Студент должен иметь собственное мнение о путях повышения выхода и качества продукта и уметь предлагать пути снижения потерь и трудовых затрат.

После изучения каждой отдельной технологической стадии рекомендуется составлять аппаратурно-технологические схемы и обращаться к вопросам самопроверки (часть 5).

При подготовке к коллоквиуму следует использовать вопросы, приведенные в части 4. Для защиты лабораторных работ необходимо иметь протоколы с результатами исследований, критическими замечаниями и предложениями по регулированию технологического процесса. Кроме того, для подготовки к защите лабораторных работ необходимо использовать вопросы, приведенные в части 4.

Для более глубокого изучения дисциплины в конце издания приведен список рекомендуемой литературы. Кроме того, прилагается перечень периодических изданий, помогающих более детально ознакомиться с современным уровнем развития изучаемой науки. Это следующие издания:

Журналы:

– Пищевая промышленность;

– Продукты питания;

– Хлебопечение России;

– Хлебопродукты;

– Реферативный журнал «Химия и технология пищевых продуктов».

# 3. Рабочая программа

**Тема 1**. Структурно-функциональная организация дрожжевой клетки.

Систематика дрожжей. Строение дрожжевой клетки. Клеточная стенка, ее строение, функции. Влияние условий культивирования на состав и морфологию клеточной стенки.

Клеточные мембраны. Цитоплазматическая мембрана, эндоплазматический ретикулум, вакуоли, аппарат Гольджи, лизосомы, гликосомы, митохондрии, хитосомы, пероксисомы. Влияние условий культивирования на структуру и функцию мембранных структур.

Ядерный аппарат клетки. Влияние условий культивирования на строение ядерных мембран и морфологию ядра.

Включения дрожжевой клетки: волютин, липиды, гликоген. Влияние условий культивирования на характер включений.

Клеточный цикл дрожжей.

**Тема 2.** Конструктивный и энергетический метаболизм дрожжей.

Катаболизм углеводов. Гликозидазы и их роль в клетках дрожжей.

Анаэробный метаболизм глюкозы. Модифицированный цикл трикарбоновых кислот (ЦТК).

Аэробный метаболизм глюкозы. Регуляторные механизмы ЦТК. Пастеровский эффект и его регуляторные механизмы. Эффект Кребтри. Дыхательная адаптация дрожжей.

Водорастворимые витамины, их роль в метаболизме дрожжей.

Стимуляторы роста дрожжей: кукурузный экстракт, белково-витаминный концентрат, детиобиотин.

Роль макро- и микроэлементов в метаболизме дрожжей.

**Тема 3.** Основы культивирования микроорганизмов

Параметры роста: скорость роста, экономический коэффициент, метаболический коэффициент, влияние концентрации субстрата на скорость роста, значение константы насыщения Кs, определение длительности лаг-фазы, предельные границы максимальной концентрации биомассы.

Определение биомассы: факторы, влияющие на выбор метода определения, измерение массы и объема, масса клеточного компонента, подсчет клеток и органелл.

Периодическая культура . Хемостатная культура.

Фазы роста простой периодической культуры, модификация кривых роста простой периодической культуры.

Теория хемостата, производительность хемостата, использование хемостатной культуры.

Турбидостат, хемостат с возвратом биомассы, батареи хемостатов.

Отмирание клеток в растущих культурах.

**Тема 4.** Закономерности роста и размножения дрожжей.

Рост и деление клеток. Показатели, характеризующие рост и размножение дрожжей. Способы культивирования, применяемые в производстве хлебопекарных дрожжей.

Закономерности роста и размножения дрожжей в простой периодической культуре и в периодической культуре с притоком питательных компонентов.

Роль кислорода в метаболизме дрожжей. Потребность в кислороде, растворимость кислорода, измерение количества растворенного кислорода, окислительно-восстановительный потенциал. Транспорт кислорода из газовой фазы в жидкую и к биомассе.

Методы аэрации и перемешивания. Факторы, определяющие скорость растворения кислорода.

Влияние кислорода на культуры микроорганизмов. Лимитация роста кислородом. Влияние условий роста на скорость дыхания покоящихся клеток. Влияние температуры, рН и других физико-хими-ческих параметров на рост и размножение клеток дрожжей. Ингибиторы роста и размножения дрожжей.

**Тема 5.** Технология получения хлебопекарных дрожжей.

Меласса. Химический состав мелассы. Сахара и несахара мелассы. Требования к мелассе. Нормальная, неполноценная и дефектная меласса. Микрофлора мелассы. Транспортирование и хранение. Контроль качества мелассы.

Источники азотного, фосфорного, калиевого и магниевого питания. Микроэлементы. Производственная вода. Пена и пеногашение.

Основные этапы производства дрожжей.

Аппаратурно-технологические схемы приготовления раствора мелассы и питательных солей. Кипячение, пастеризация и стерилизация мелассных растворов, влияние температуры на состав мелассы. Технохимический и микробиологический контроль растворов мелассы, питательных солей и вспомогательных материалов.

Подготовка воздуха. Микрофлора воздуха. Способы очистки воздуха. Характеристика фильтрующих материалов. Технологическая схема очистки воздуха. Микробиологический контроль воздуха.

Вода в производстве хлебопекарных дрожжей.

Показатели, характеризующие технологические режимы выращивания дрожжей.

Технологические схемы получения чистой культуры дрожжей. Требования, предъявляемые к чистой культуре. Техно-химический и микробиологический контроль производства чистой культуры.

Технологическая схема получения товарных дрожжей. Выбор оптимальных режимов получения товарных дрожжей. Техно-химиче-ский и микробиологический контроль производства. Отклонения в процессе выращивания дрожжей и способы их устранения.

Выделение и прессование дрожжей.

Показатели, характеризующие качество хлебопекарных дрожжей. Процессы, происходящие при брожении теста.

**Тема 6**. Производство сушеных дрожжей.

Понятие анабиоза. Роль воды в структуре клеток дрожжей.

Морфологические и цитохимические изменения клеточных структур после обезвоживания. Изменения в биохимическом составе клеток в процессе обезвоживания. Фракции углеводов в дрожжах. Условия, способствующие накоплению резервных углеводов в дрожжах.

Требования, предъявляемые к дрожжам, предназначенным к обезвоживанию. Режимы сушки дрожжей. Требования к качеству сушеных дрожжей.

Регидратация и реактивация дрожжей.

Комплексная технология переработки дрожжей-сахаромицетов.

Дрожжи – источник пищевых белковых продуктов. Проблемы комплексной переработки дрожжевой биомассы. Продукты переработки дрожжевой биомассы. Перспективы развития комплексных технологий переработки дрожжевой биомассы.

# 4. Темы для самостоятельного изучения

**Тема 1**. Структурно-функциональная организация дрожжевой клетки.

Влияние условий культивирования на морфологию клеточных мембран.

Влияние условий культивирования на характер включений.

Литература: [3, гл. 1].

**Тема 2.** Конструктивный и энергетический метаболизм дрожжей.

Катаболизм углеводов.

Аэробный метаболизм глюкозы.

Литература: [3, гл. 2].

**Тема 3.** Основы культивирования микроорганизмов.

Периодическая культура. Хемостатная культура.

Теория хемостата, производительность хемостата, цели хемостатной культуры.

Турбидостат, хемостат с возвратом биомассы, батареи хемостатов.

Отмирание клеток в растущих культурах.

Литература: [5, с.14–79].

**Тема 4.** Закономерности роста и размножения дрожжей.

Влияние кислорода на культуры микроорганизмов. Лимитация роста кислородом. Влияние условий роста на скорость дыхания покоящихся клеток.

Влияние температуры, рН и других физико-химических параметров на рост и размножение клеток дрожжей. Ингибиторы роста и размножения дрожжей.

Литература: [5, с. 102–114, 118–124, 132–140, 174–178, 249–256].

**Тема 5.** Технология получения хлебопекарных дрожжей.

Микрофлора мелассы. Транспортирование и хранение. Контроль качества мелассы.

Источники азотного, фосфорного, калиевого и магниевого питания. Микроэлементы. Производственная вода. Пена и пеногашение.

Вода в производстве хлебопекарных дрожжей.

Показатели, характеризующие технологические режимы выращивания дрожжей.

Показатели характеризующие качество хлебопекарных дрожжей. Процессы, происходящие при брожении теста.

Литература: [1, с. 13–91; 6, с. 57–79].

**Тема 6.** Производство сушеных дрожжей.

Понятие анабиоза. Роль воды в структуре клеток дрожжей.

Комплексная технология переработки дрожжей-сахаромицетов.

Литература: [2, с. 29–42, 54–59, 76–107].

Журнал «Индустрия напитков», 2003 № 2, 3.

# 5. Вопросы для самопроверки

*Вопросы к коллоквиуму 1*

1. Катаболизм углеводов.

2. Гликозидазы и их роль в клетках дрожжей.

3. Анаэробный метаболизм глюкозы.

4. Модифицированный цикл трикарбоновых кислот (ЦТК).

5. Аэробный метаболизм глюкозы.

6. Регуляторные механизмы ЦТК.

7. Пастеровский эффект и его регуляторные механизмы.

8. Эффект Кребтри. Дыхательная адаптация дрожжей.

9. Роль витамина В1 в метаболизме дрожжей.

10. Роль витамина В3 в метаболизме дрожжей.

11. Роль витамина В7 в метаболизме дрожжей.

12. Роль инозита в метаболизме дрожжей.

13. Роль макро- и микроэлементов в метаболизме дрожжей.

*Вопросы к лабораторным работам 1–3   
«Определение репродуктивной активности дрожжей» (6 ч)*

1. Строение дрожжевой клетки.

2. Клеточная стенка, ее строение, функции. Влияние условий культивирования на состав и морфологию клеточной стенки.

3. Клеточные мембраны. Цитоплазматическая мембрана,

4. Клеточные мембраны. Эндоплазматический ретикулум, вакуоли. Влияние условий культивирования на структуру и функцию этих мембранных структур.

5. Аппарат Гольджи, лизосомы. Влияние условий культивирования на структуру и функцию этих мембранных структур.

6. Митохондрии, хитосомы. Влияние условий культивирования на структуру и функцию мембранных структур.

7. Ядерный аппарат клетки. Влияние условий культивирования на строение ядерных мембран и морфологию ядра.

8. Включения дрожжевой клетки: волютин, липиды, гликоген. Влияние условий культивирования на характер включений.

9. Клеточный цикл дрожжей. Пути его регулирования.

*Вопросы к лабораторным работам 4–6   
«Изучение влияния условий культивирования дрожжей на основные показатели, характеризующие технологический процесс» (6 ч)*

1. Параметры роста: скорость роста, экономический коэффициент, метаболический коэффициент.

2. Влияние концентрации субстрата на скорость роста, значение константы насыщения Кs.

3. Способы определения длительности лаг-фазы, предельные границы максимальной концентрации биомассы.

4. Методы определения концентрации клеток, концентрации биомассы. Факторы, влияющие на выбор метода определения, измерение массы и объема; масса клеточного компонента, подсчет клеток.

5. Периодическая культура. Фазы роста простой периодической культуры, модификация кривых роста простой периодической культуры.

6. Рост и деление клеток. Показатели, характеризующие рост и размножение дрожжей.

7. Способы культивирования, применяемые в производстве хле-бопекарных дрожжей.

8. Закономерности роста и размножения дрожжей в простой периодической культуре.

9. Закономерности роста и размножения дрожжей в периодической культуре с притоком питательных компонентов.

10. Роль кислорода в метаболизме дрожжей. Потребность в кис-лороде.

11. Методы аэрации и перемешивания. Факторы, определяющие скорость растворения кислорода.

12. Влияние кислорода на культуры микроорганизмов. Лимитация роста кислородом.

13. Влияние температуры, рН и других физико-химических параметров на рост и размножение клеток дрожжей. Ингибиторы роста и размножения дрожжей.

*Вопросы к лабораторным работам 7–9   
«Изучение хлебопекарных свойств прессованных   
и сухих дрожжей» (6 ч)*

1. Подъемная сила дрожжей. Роль в хлебопечении. Способы определения.

2. Мальтазная активность дрожжей. Способы определения. Роль в хлебопечении.

3. Газообразующая способность муки. Сила муки.

4. Процессы, происходящие при замесе теста. Роль ферментов муки.

5. Процессы, происходящие при замесе теста. Роль ферментов дрожжей.

6. Стойкость дрожжей. Факторы, определяющие стойкость дрожжей. Роль трегалозы, гликогена. Влияние инфицирования дрожжей контаминантами на стойкость. Способы определения стойкости дрожжей.

7. Кислотность дрожжей. Способы определения. Факторы, влияющие на величину кислотности дрожжей.

8. Отличие прессованных и хлебопекарных дрожжей по физико-химическим и биохимическим свойствам.

9. Показатели, характеризующие качество прессованных и сухих дрожжей.

*Вопросы к зачету*

1. Меласса. Химический состав мелассы. Сахара и несахара мелассы. Требования к мелассе.

2. Нормальная, неполноценная и дефектная меласса.

3. Микрофлора мелассы. Транспортирование и хранение. Контроль качества мелассы.

4. Источники азотного, фосфорного, калиевого и магниевого питания. Микроэлементы.

5. Пена и пеногашение.

6. Основные этапы производства дрожжей.

7. Аппаратурно-технологические схемы приготовления раствора мелассы.

8. Аппаратурно-технологические схемы приготовления растворов питательных солей.

9. Кипячение, пастеризация и стерилизация мелассных растворов, влияние температуры на состав мелассы.

10. Технохимический и микробиологический контроль растворов мелассы, питательных солей и вспомогательных материалов.

11. Подготовка воздуха. Микрофлора воздуха. Способы очистки воздуха.

12. Характеристика фильтрующих материалов. Технологическая схема очистки воздуха. Микробиологический контроль воздуха.

13. Вода в производстве хлебопекарных дрожжей.

14. Показатели, характеризующие технологические режимы выращивания дрожжей.

15. Технологические схемы получения чистой культуры дрожжей.

16. Требования, предъявляемые к чистой культуре. Техно-химический и микробиологический контроль производства чистой культуры.

17. Технологическая схема получения товарных дрожжей.

18. Технохимический и микробиологический контроль производства.

19. Отклонения в процессе выращивания дрожжей и способы их устранения.

20. Выделение и прессование дрожжей.

21. Понятие анабиоза. Роль воды в структуре клеток дрожжей.

22. Морфологические и цитохимические изменения клеточных структур после обезвоживания.

23. Изменения в биохимическом составе клеток в процессе обезвоживания.

24. Фракции углеводов в дрожжах. Условия, способствующие накоплению резервных углеводов в дрожжах.

25. Требования, предъявляемые к дрожжам, предназначенным к обезвоживанию.

26. Режимы сушки дрожжей.

27. Требования к качеству сушеных дрожжей.

28. Регидратация и реактивация дрожжей.

29. Комплексная технология переработки дрожжей-сахароми-цетов.

30. Дрожжи – источник пищевых белковых продуктов. Проблемы комплексной переработки дрожжевой биомассы.

31. Продукты переработки дрожжевой биомассы.

32. Перспективы развития комплексных технологий переработки дрожжевой биомассы.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ауэрман Л.Я.** Технология хлебопекарного производства: Учеб. – 9-е изд. / Под общ. ред. Л.И. Пучковой. – СПб.: Профессия, 2002. – 416 c.

2. **Бекер М.Е., Дамберг Б.Э., Рапопорт А.И.** Анабиоз микроорганизмов. Рига: Зинатне, 1981.– 253 с.

3. **Меледина Т.В.** Основы биотехнологии производства дрожжей: Учеб. пособие, 2004 (электронная версия).

4. **Новаковская С.С., Шишацкий Ю.И.** Производство хлебопекарных дрожжей: Справ. – М.: Агропромиздат, 1990. – 335 с.

5. **Перт С. Дж.** Основы культивирования микроорганизмов и клеток. – М.: Мир, 1978. – 331 с.

6. **Фараджева Е.Д., Болотов Н.А.** Производство хлебопекарных дрожжей: практическое руководство. – CПб.: Профессия, 2002. – 167 c.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[1. ПРЕДИСЛОВИЕ 3](#_Toc108424898)

[2. Методические указания 3](#_Toc108424899)

[3. Рабочая программа 4](#_Toc108424900)

[4. Темы для самостоятельного изучения 7](#_Toc108424901)

[5. Вопросы для самопроверки 8](#_Toc108424902)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 13](#_Toc108424903)

Меледина Татьяна Викторовна

**ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ  
ДРОЖЖЕЙ**

Методические указания, программа   
и вопросы к самостоятельной работе  
для магистров, обучающихся   
по направлению 552400,  
и студентов специальности 270500

*Редактор*Р.А. Сафарова

*Корректор*   
Н.И. Михайлова

*Компьютерная верстка*  
Н.В. Гуральник

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подписано в печать 31.08.2005. Формат 60×84 1/16

Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,93. Печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 0,81

Тираж 300 экз. Заказ C 59

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9