

ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ ДРОЖЖИ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* В УСЛОВИЯХ СТРЕССА

Игнатъева А.А.

г. Чита, МБОУ «СОШ № 6», 10 класс А

Научный руководитель: Днепровская Е.В., г. Чита, МБОУ «СОШ № 6», учитель технологии

Актуальность. Вклад дрожжей в развитие биологических наук огромен. Дрожжи – прекрасная модель для изучения многих процессов и явлений. На дрожжевых объектах выполнены первые исследования по радиобиологии, сделаны цитологические и генетические открытия (цитоплазматическая наследственность, генетическая самостоятельность митохондрий и др.), имеющие общебиологическое значение.

Проблема. В настоящее время в пищевой промышленности существуют различные технологии, способствующие ускорению процесса приготовления пищи, увеличению срока хранения продуктов. Для решения вечной проблемы пищевых продуктов, которая касается увеличения срока их хранения, дрожжи начали сушить, тем самым способствуя их переходу из активного состояния в «спящее». А как такие формы дрожжей действуют в условиях стресса?

Тема исследования: хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* в условиях стресса

Объект: почкующихся дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*);

Цель работы: оценить показатели жизнеспособности и активности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в условиях стресса.

Задачи исследования:

1. Выяснить особенности дрожжей;
2. Изучить строение и жизнедеятельность почкующихся дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*);
3. Провести эксперименты и практическую работу по изучению активности дрожжей в условиях стресса и сделать выводы.

Методы исследования:

- Поиск и изучение информации в сети Internet, энциклопедиях, справочниках, журналах, газетах.
- Наблюдение.
- Эксперименты
- Сравнение.
- Обработка данных
- Обобщение.

Научная статья

Термин «дрожжи» связан с явлениями или процессами, сопровождающими брожение. В русском языке термин дрожжи

имеет корень, общий со словами «дрожь», «дрожать», которые применимы в описании вспенивающейся бродящей жидкости. Общность происхождения терминов, отражающих функции дрожжевых организмов и процессы брожения, свидетельствуют о том, что человек их издавна связывал между собой. По-видимому, бродильные процессы были первыми на пути использования человеком деятельности микроскопических веществ.

Дрожжи – высшие грибы, утратившие способность образовывать мицелий и превратившиеся в результате этого в одноклеточные организмы. Дрожжи относятся к царству грибов (*Mycota*), отделу истинных грибов (*Eumycota*) [1].

Клетки дрожжей имеют овальную, яйцевидную и эллиптическую форму. Несколько реже встречаются цилиндрические (палочковидные), грушевидные и лимоновидные дрожжи (рис. 1).

Во всех дрожжевых клетках содержится около 75% воды.

В сухом веществе клетки в зависимости от возраста и состояния в среднем содержатся:

- азот 45—60%;
- сахар 15—40%;
- жир 2,5—13%;
- минералы 7—11%

– помимо этого, клетки включают в себя ряд важных компонентов, необходимых для их метаболизма – ферменты, витамины.

Дрожжевая клетка состоит из оболочки, цитоплазматической мембраны и цитоплазмы. Размеры клеток дрожжей колеблются от 2,5 до 10 мкм в поперечнике и от 4 до 20 мкм в длину (рис. 2). В среднем масса дрожжевой клетки составляет около 5×10^{-11} г. Формы, размеры и масса дрожжевых клеток изменяются в зависимости от условий среды, в которой они развиваются, и от возраста клеток.

Так как дрожжи отличаются по своим культуральным свойствам от грибов, существуют их отдельные классификации по Курдрявцевой.

По этой классификации дрожжи относятся к классу аскомицетов, порядку одноклеточных грибов – дрожжей, который

включает три семейства: сахаромицетов, шизосахаромицетов и сахаромикодов. Семейства различаются формой клеток, способом вегетативного размножения [2].

1. Семейство *Saccharomycetaceae* (сахаромицетаце) – размножаются почкованием. К этому семейству относятся роды *Saccharomyces* (сахаромицес). Представители этого семейства имеют овальную или яйцевидную форму, вегетативно размножаются почкованием. Особо важная роль принадлежит роду *Saccharomyces*.

Различаются они по форме спор и способу их образования и прорастания.

2. Семейство *Schizosaccharomycetaceae* (шизосахаромицетаце) – размножаются делением. К этому семейству относятся два рода: *Schizosaccharomyces* (шизосахаромицес) и *Octosporomyces* (октоспоромицес).

3. Семейство *Saccharomycodaceae* (сахаромикодаце) – размножение начинается почкованием и заканчивается делением. Главные роды этого семейства *Saccharomycodes* (сахаромикодес) и *Hanseniaspora* (ганзениаспора).

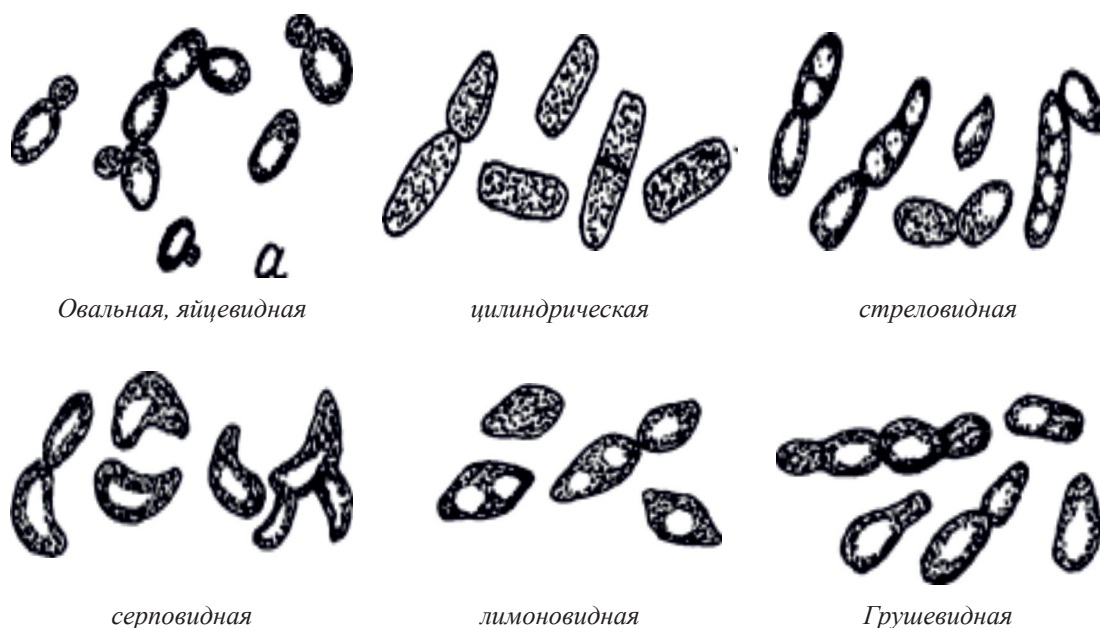


Рис. 1. Форма дрожжевых клеток

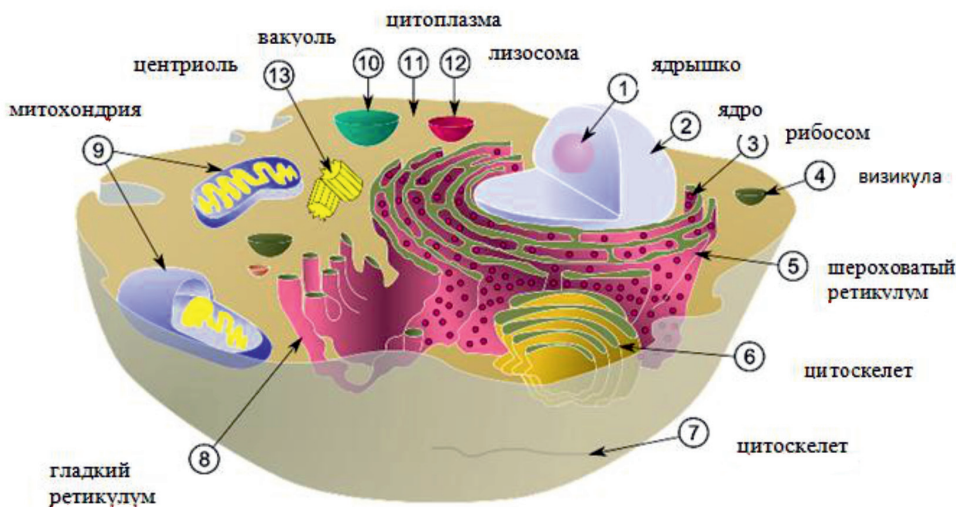


Рис. 2. Строение клетки дрожжей

Особенно широкое применение имеют хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Дрожжи широко используются в науке как модельные организмы для исследований в генетике, молекулярной и клеточной биологии. Пекарские дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* были первыми из эукариот, у которых была полностью определена последовательность генома ДНК [3].

Клетки *Saccharomyces cerevisiae* размножаются вегетативным образом при помощи почкования. Сначала появляется вырост на материнской клетке, затем происходит митотическое деление ядра, образование клеточной стенки и отделение клеток друг от друга. На материнской клетке остается шрам от почкования, что позволяет определить её возраст. Обычно материнская клетка может образовывать 20–30 почек [4].

Для нормальной жизнедеятельности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* необходима жидкая среда, содержащая питательные вещества, соответствующая реакция среды и температурные условия [5].

Рассмотрим факторы внешней среды, оказывающие влияние на дрожжи:

1 – физические (температура, влажность);

2 – химические (химический состав питательной среды);

3 – биологические факторы (взаимоотношения микроорганизмов с другими организмами).

Изучив литературу по нашей теме, мы решили провести исследования хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на примере прессованных и быстрodeйствующих.

Для оценки активности дрожжей используются показатель жизнеспособности дрожжей. Показатель жизнеспособности можно определять методами, основанными на размножении клеток, или способами

окрашивания различными красителями. При определении жизнеспособности дрожжей методом окрашивания используют различные красители: метиленовую синь, раствор Люголя, сафранин и др. Для нашего исследования мы используем основной метод по скорости выделения углекислого газа. Снижение скорости выделения углекислого газа свидетельствует о замедлении размножения дрожжей.

Эксперимент № 1

«Процесс почкования прессованных и сухих быстрodeйствующих дрожжей в щелочной среде».

Цель эксперимента: изучить процесс почкования прессованных и сухих быстрodeйствующих дрожжей в щелочной среде.

Необходимая посуда: миски стеклянные 2 шт., чайная ложка, столовая ложка.

Необходимые продукты: дрожжи сухие быстрodeйствующие 1/8 часть пакета, дрожжи прессованные 10 гр., сахар 1 ч.л., сода 0,5 ч.л., вода 100мл гр.

Ход работы.

Регидратация (замачивание) дрожжей в небольшом количестве теплой воды с добавлением сахара.

1. В одну миску насыпать 1/8 часть пакетика сухих быстрodeйствующих дрожжей, в другую 10 гр прессованных дрожжей.

2. Воду разогреть до температуры 30° добавить сахара. Размешать до растворения сахара. В миски добавить сладкую воду и соду. Данную дрожжевую смесь поставить в теплое место и оставить для брожения (рис. 3).

Эксперимент № 2

«Процесс почкования прессованных и сухих быстрodeйствующих дрожжей с добавлением таблетки антибиотика».



Рис. 3. Процесс почкования прессованных и сухих быстрodeйствующих дрожжей в щелочной среде

Таблица 1

Сравнительная характеристика брожения сухих быстродействующих и прессованных дрожжей в щелочной среде

Вид дрожжей	цвет	запах	структура
прессованные	бежевый	кислый	однородная масса, пузырьков нет
сухие быстродействующие	бежевый	кислый	однородная масса, пузырьков нет

Вывод: щелочная среда угнетает дрожжевые клетки. При высокой щелочности дрожжи погибают. Процесс брожения сухих быстродействующих дрожжей и прессованных в щелочной среде не наблюдается.

Таблица 2

Сравнительная характеристика брожения сухих быстродействующих и прессованных дрожжей с добавлением таблетки антибиотика

Вид дрожжей	цвет	запах	структура
прессованные	бежевый	кислый	однородная масса, пузырьков нет
сухие быстродействующие	бежевый	кислый	однородная масса, пузырьков нет

Вывод: процесс брожения сухих быстродействующих дрожжей и прессованных с добавлением таблетки антибиотика амоксициллина не наблюдается.



Рис. 4. Процесс почкования прессованных и сухих быстродействующих дрожжей с добавлением таблетки антибиотика

Цель эксперимента: изучить процесс почкования прессованных и сухих быстродействующих дрожжей с добавлением антибиотика.

Необходимая посуда: миски стеклянные 2 шт., чайная ложка, столовая ложка.

Необходимые продукты: дрожжи сухие быстродействующие 1/8 часть пакета, дрожжи прессованные 10 гр, сахар 1 ч.л., 2 таблетки амоксициллина, вода 100 мл гр.

Ход работы.

Регидратация (замачивание) дрожжей в небольшом количестве теплой воды с добавлением сахара.

1. В одну миску насыпать 1/8 часть пакетика сухих быстродействующих дрожжей, в другую 10 граммов прессованных дрожжей.

2. Воду разогреть до температуры 30 °C, добавить сахара. Размешать до раство-

рения сахара. В миски добавить сладкую воду и таблетку амоксициллина. Данную дрожжевую смесь поставить в теплое место и оставить для брожения (рис. 4).

Антибиотик амоксициллина подавляет микроорганизмы, поэтому препятствует размножению дрожжей.

В настоящее время вопрос жизненной активности дрожжей занимают многие ученые. На кафедре пищевой биотехнологии Санкт-Петербургского института управления и пищевых технологий проводят лабораторные работы по оценке жизнеспособности дрожжей и их физиологической активности. Учеными института установлено, что клетки могут испытывать температурный стресс (шок). Этот эффект проявляется, если дрожжи на короткий период времени подвергнуть воздействию достаточно высокой (но не выше 37 °C) температуры [6].

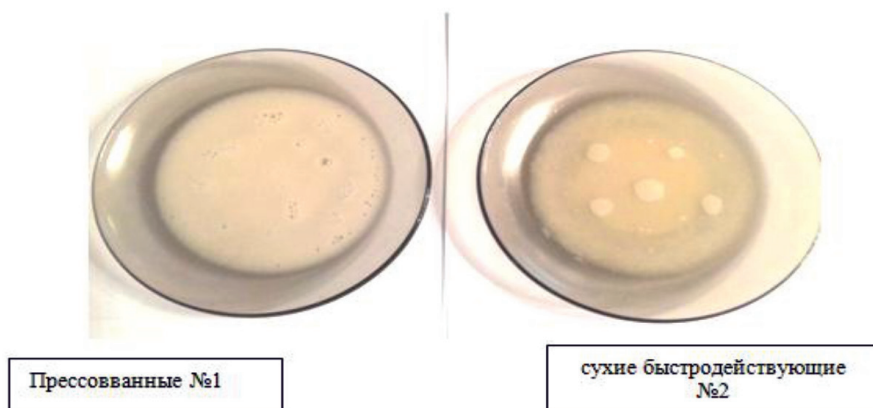


Рис. 5. Процесс почкования прессованных и сухих быстродействующих дрожжей при температуре 30°

Таблица 3

Сравнительная характеристика брожения сухих быстродействующих и прессованных дрожжей при температуре 30°

Вид дрожжей	цвет	запах	структура	Вкус
сухие быстродействующие	бежевый	кислый	однородная масса в виде множества мелких пузырьков	Свойственный сушеным дрожжам
прессованные	бежевый	более сильный кислый	рыхлая бугристая масса, пузырьки разных размеров	Свойственный дрожжам, без постороннего привкуса

Вывод: процесс брожения сухих быстродействующих дрожжей отличается от процесса брожения прессованных более сильным выделением углекислого газа.

Эксперимент № 3

«Процесс почкования прессованных и сухих быстродействующих дрожжей при температуре 30°».

Цель эксперимента: изучить процесс почкования прессованных и сухих быстродействующих дрожжей при температуре 30°.

Необходимая посуда: миски стеклянные 2 шт., чайная ложка, столовая ложка.

Необходимые продукты: дрожжи сухие быстродействующие 1/8 часть пакета, дрожжи прессованные 10 гр., сахар 1 ч.л., вода 100 мл гр.

Ход работы.

Регидратация (замачивание) дрожжей в небольшом количестве теплой воды с добавлением сахара.

1. В одну миску насыпать 1/8 часть пакетика сухих быстродействующих дрожжей, в другую 10 гр прессованных дрожжей.

2. Воду разогреть до температуры 30° добавить сахара. Размешать до растворения сахара. В миски добавить сладкую воду. Данную дрожжевую смесь поставить в теплое место и оставить для брожения (рис. 5).

Эксперимент № 4

«Процесс почкования прессованных и сухих быстродействующих дрожжей при температуре 0°».

Цель эксперимента: изучить процесс почкования прессованных и сухих быстродействующих дрожжей при температуре 0°.

Необходимая посуда: миски стеклянные 2 шт., чайная ложка, столовая ложка.

Необходимые продукты: дрожжи сухие быстродействующие 1/8 часть пакета, дрожжи прессованные 10 гр., сахар 1 ч.л., вода 100 мл гр.

Ход работы.

Регидратация (замачивание) дрожжей в небольшом количестве теплой воды с добавлением сахара.

1. В одну миску насыпать 1/8 часть пакетика сухих быстродействующих дрожжей, в другую 10 гр прессованных дрожжей.

2. В холодную воду добавить сахара. Размешать до растворения сахара. В миски добавить сладкую воду. Дрожжевую смесь поставить в холодное место (рис. 6).



Рис. 6. Процесс почкования прессованных и сухих быстродействующих дрожжей при температуре 0°

Таблица 4

Сравнительная характеристика брожения сухих быстродействующих и прессованных дрожжей при температуре 0°

Вид дрожжей	цвет	запах	структура
сухие быстродействующие	бежевый	кислый	Замороженная однородная масса без пузырьков
прессованные	бежевый	более кислый	Замороженная однородная масса без пузырьков

Вывод: процесс брожения сухих быстродействующих дрожжей и прессованных холодной среде не наблюдается.

Наблюдая за экспериментами 3 и 4, мы пришли к выводу, что для размножения дрожжей наиболее благоприятна температура 25 – 30 °С. Брожение дрожжей идет наиболее активно при температуре 30–35 °С. При температуре 45–50 °С и выше размножение дрожжей не наблюдается. Низкая температура тормозит жизнедеятельность дрожжей, дрожжи впадают в состояние анабиоза (скрытая жизнедеятельность), в котором могут сохраняться долго без порчи.

В результате проведенного исследования, мы пришли к следующим выводам:

1. Антибиотик амоксицилина подавляет микроорганизмы, поэтому препятствует размножению хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

2. Щелочная среда угнетает дрожжевые клетки. При высокой щелочности дрожжи погибают.

3. Низкая температура тормозит жизнедеятельность хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, дрожжи впадают в состояние анабиоза (скрытая жизнедеятельность).

4. Процесс брожения сухих быстродействующих дрожжей отличается от процесса брожения прессованных выделением углекислого газа. Пузырьки углекислого газа быстродействующих дрожжей мелкие и в условиях стресса быстрее разрушаются при высокой

температуре. У прессованных дрожжей пузырьки углекислого газа крупные и они более устойчивее к высокой температуре.

Благодаря нашим экспериментам выдвинутая гипотеза подтвердилась.

Заключение

Работая над этой темой, мы прочитали много интересных научных статей, изучили работы некоторых современных ученых. Благодаря нашей работе мы нашли полезную информацию о хлебопекарных дрожжах *Saccharomyces cerevisiae*, что, несомненно, пригодится в жизни. Наука о дрожжах еще очень молодая и она продолжает развиваться. Мы надеемся, что наша работа не останется незамеченным и поможет другим ученикам узнать больше об таких интересных и в какой-то степени таинственных организмах – дрожжах.

Список литературы

1. Шлегель Г. Общая микробиология. – М.: Мир, 1987. – 500 с.
2. Бабьева И.П., Чернов И.Ю. Биология дрожжей. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004.
3. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. – 2-е издание. – М.: Мир, 2002. – С. 27.
4. Федоров А.А. Жизнь растений: в 6-ти томах / Под редакцией А.Л. Тахтаджяна. М.: Просвещение, 1974.
5. Каложин В.А. Терморезистентность у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Том 72, № 2. 2011.
6. Меледина Т.В., Давыденко С.Г., Васильева Л.М. Физиологическое состояние дрожжей: Учеб. пособие. 2013. – 48 с.