

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»**

Факультет ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий

**Основы биотехнологии хлебопечения и мучных
кондитерских изделий**

Учебно-методические указания
к лабораторным занятиям
для студентов очного обучения 3 курса
и заочного обучения 4 курса
по направлению подготовки
19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Саратов 2016

Основы биотехнологии хлебопечения и мучных кондитерских изделий:
Методические указания к лабораторным занятиям для студентов очного обучения 3 курса и заочного обучения 4 курса по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья/Сост.: М.К. Садыгова: ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», - Саратов, 2016. - 34 с.

Введение

Биотехнология базируется на совершенствовании процессов брожения, повышении их эффективности, а также изучении многочисленных биохимических реакций присущих микроорганизмам.

Работы выполняются студентами методами и приемами, соответствующими требованиям стандартов и нормам лабораторной практики. Продолжительность каждой работы составляет 6 часов.

Каждый студент выполняет самостоятельно все работы, оформляя их в рабочей тетради, указывая название темы, объект и цели работы, сущность метода исследования, порядок проведения испытания с подробным подсчетом результатов анализа. Полученные данные студент сопоставляет со стандартными (или литературными) данными и делает заключение.

Учебно-методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы биотехнологии хлебопечения и мучных кондитерских изделий» предназначены для студентов по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья.

Тема 1. Влияние различных биологических разрыхлителей на качество пшеничного хлеба

Цель работы: Изучить влияние различных биологических разрыхлителей на биотехнологические процессы и качество пшеничного хлеба.

1. Теоретическая часть. Для улучшения биохимических и технологических свойств дрожжей в ГосНИИХП проведены работы по созданию новых видов чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий, отличающихся кислото- и термоустойчивостью, осмоустойчивостью, повышенной продуктивностью дрожжевых клеток.

Товарные дрожжи выпускаются в четырех формах: *прессованные*; *сушеные*, то есть традиционные, активные (инстант), неактивные, а также *дрожжевое молоко* и *жидкие*.

Прессованные дрожжи подвергаются минимальной обработке, поэтому они являются самыми активными из всех видов хлебопекарных дрожжей, что делает их основным сырьем хлебопечения. Их недостаток состоит в непродолжительности хранения. Гарантийный срок хранения прессованных дрожжей в России при условии охлаждения их до температуры 0-4 °С составляет 12 суток.

Прессованные дрожжи представляют собой полутвердый пластичный материал, разделенный на кусочки неправильной формы размером 1 – 10 см, и обычно упакованные в пакеты общей массой 10 или 20 кг. Формовые дрожжи отличаются от кусковых правильной формой, которая придается им на конечной стадии процесса производства дрожжей путем деления их на брикеты массой 50-1000 г.

Прессованные дрожжи при замесе полуфабрикатов вводят в виде дрожжевой суспензии при соотношении дрожжей и воды примерно 1:3 – 1:4, с температурой не выше 40°С.

Срок хранения сушеных дрожжей гораздо более продолжителен, чем прессованных и может достигать 3-24 месяцев в зависимости от условий хранения и технологии расфасовки, вида упаковки.

Товарные сушеные дрожжи подразделяют на две группы:

- Традиционные сушеные дрожжи, которые для достижения хорошей газообразующей способности перед употреблением должны быть регидратированы в воде.
- Активные сушеные дрожжи, которые могут содержать до 98 % сухих веществ и добавляются непосредственно к муке при замесе теста, минуя стадию регидратации. Такие дрожжи называют быстрорастворимыми, или «инстантными».

Сушеные дрожжи применяют в зависимости от их подъемной силы в следующих количествах (взамен 1 кг прессованных дрожжей): 70 мин – 500 г; 90 мин – 650 г; более 90 мин и 100 мин – 900 и 1000 г соответственно. Дрожжи сушеные перед применением активируют. Показатели качества *прессованных* и *сушеных дрожжей*, а так же *дрожжевого молока* представлены в таблице 1.

На многих хлебопекарных предприятиях наряду с прессованными дрожжами применяют *дрожжевое молоко*, в 1 л которого содержится 400–450 г дрожжей. Этот вид товарной продукции отличается от прессованных дрожжей более высокой бродильной активностью. Она обусловлена тем, что дрожжевые клетки в молоке

разъединены, что обеспечивает большую поверхность их контакта с субстратом и, следовательно, способствует интенсификации биохимических процессов.

Таблица 1-Показатели качества дрожжей хлебопекарных прессованных(по ГОСТ 171-81), дрожжей хлебопекарных сушеных и дрожжевого молока (по ГОСТ 28483-90)

Наименование показателя	Характеристика и норма дрожжей			
	прессованные (вырабатываемые специализированными и спиртовыми заводами)	сушёные		молоко дрожжевое
		высшего сорта	первого сорта	
Цвет	Равномерный, без пятен, светлый, допускается сероватый или кремоватый оттенок	Светло-жёлтый или светло-коричневый		Бело-сероватый с желтоватым оттенком
Консистенция и внешний вид	Плотная, дрожжи должны легко ломаться и не мазаться	Форма вермишели, мелких зёрен, кусочков, порошка или крупобразная. Допускается массовая доля порошкообразных частиц не более 25 %		Водная суспензия с оседающим на дно при отстаивании слоем дрожжевых клеток
Запах	Свойственный дрожжам, не допускается запах плесени и другие посторонние запахи	Свойственный сушёным дрожжам, без посторонних запахов (гнилостного, плесени).		Свойственный дрожжам, не допускается запах плесени, гнилостный и другие посторонние запахи
Вкус	Пресный, свойственный прессованным дрожжам, без постороннего привкуса	Свойственный сушёным дрожжам		Свойственный дрожжевому молоку
Массовая доля влаги, %, не более	75,0	8,0	10,0	Концентрация дрожжей в 1 л дрожжевого молока, в пересчёте на дрожжи с влажностью 75 %, должна быть не менее 450 г
Подъёмная сила (подъём теста до 70 мм), мин, не более	70,0	70,0	90,0*	75,0
Кислотность 100 г дрожжей в пересчёте на уксусную кис-лоту, мг, не более	120,0	-	-	120,0**
Гарантийный срок хранения дрожжей со дня выработки, не менее	12 сут.	12 мес.	5 мес.	3 сут.***

* Допускается ухудшение подъёмной силы на 5 % ежемесячно при хранении дрожжей в сухом помещении при температуре не выше 15⁰С по сравнению с исходной подъёмной силой дрожжей в день их выработки.

** Через 72 часа хранения при температуре от 0 до 10⁰С – не более 360 мг.

*** В летнее время не менее 48 часов при неблагоприятных климатических условиях.

Дрожжевое молоко разводят водой примерно до консистенции, установленной для дрожжевой суспензии, принятой при использовании прессованных дрожжей. Допускается готовить суспензию дрожжей, расходуя ее в течение смены. Дрожжевую

суспензию перед пуском в производство целесообразно пропустить через проволочное стальное сито с размером ячеек не более 2,5 мм.

Жидкие дрожжи представляют полуфабрикат хлебопекарного производства и готовятся непосредственно на хлебозаводах. Качество и свойства жидких дрожжей определяются применяемыми расами дрожжей и молочнокислых бактерий, а также технологией приготовления.

Приготовление жидких дрожжей осуществляется на основе осахаренной заварки, заквашенной термофильными молочнокислыми бактериями, с последующим выращиванием на них дрожжей вида *Saccharomyces*.

Применение жидких дрожжей обеспечивает высокие органолептические (характерные вкус и аромат) и структурно-механические показатели качества готовых изделий, обладающих длительным сроком сохранения потребительских свойств. При этом улучшается качество хлеба с повышенной автолитической активностью, пониженной газо- и формоудерживающей способностью. *Жидкие дрожжи* являются одним из средств предупреждения «картофельной» болезни хлеба.

Характерной особенностью жидких дрожжей является наличие всех бродильных ферментов (в том числе фруктоизомеразы и мальтазы) в активном состоянии. В одном миллилитре жидких дрожжей содержится 70-120 млн. дрожжевых клеток.

Известны различные схемы приготовления жидких дрожжей: Московская, Джамбульская, Ростовская, Ленинградская и другие. Наиболее распространенной в промышленности является «рациональная» схема, разработанная в 30-х годах XX в. проф. А.И. Островским.

Сущность «рациональной» схемы состоит в использовании вида *Saccharomyces cerevisiae* на мучной осахаренной заварке, заквашенной термофильными молочнокислыми бактериями, для выращивания дрожжей.

Рациональная схема приготовления жидких дрожжей включает следующие стадии:

- приготовление заварки из муки и воды и ее осахаривание с использованием белого солода или комплекса ферментных препаратов амилолитического действия;
- заквашивание осахаренной заварки термофильными молочнокислыми бактериями *Lactobacillus delbrückii*;
- выращивание дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae* на заквашенной заварке.

При производстве жидких дрожжей в основном используют активные штаммы термофильных молочнокислых бактерий вида *L. delbrückii* и штаммов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, имеющих стабильные технологические показатели и обладающих кислото- и термоустойчивостью.

При приготовлении жидких дрожжей применяют следующие виды муки:

- для хлеба и хлебобулочных изделий из пшеничной муки второго сорта – муку пшеничную второго сорта;
- для изделий из пшеничной муки первого сорта – смесь пшеничной муки второго и первого сортов в соотношении 1:1;
- для ржано-пшеничных сортов хлеба – муку ржаную обдирную и смесь ржаной обдирной и пшеничной обойной в соотношении 1:1.

Заварку готовят смешиванием муки и воды при температуре 83-85 °С. Осахаривание заварки производят неферментированным солодом или ферментными препаратами амилолитического действия (Амилоризин П 10 X , Глюкоамилаза очищенная или смесь этих ферментных препаратов) в течение 2 часов.

Процесс приготовления жидких дрожжей включает два цикла - разводочный и производственный.

Разводочный цикл – начальный процесс приготовления *жидких дрожжей*, заключающийся в постепенном размножении чистых культур термофильных молочнокислых бактерий и маточных дрожжей на жидкой среде (солодовом сусле) и мучной осахаренной заварке до количества, необходимого для производства хлеба. Разводочный цикл состоит из четырех стадий общей продолжительностью 70-130 часов и характеризуется десятикратным увеличением объема заквашенной заварки и маточных дрожжей в каждой (кроме последней) стадии. Конечная кислотность заквашенной заварки составляет 12-14 град, а маточных дрожжей 8-10 град.

Производственный цикл приготовления жидких дрожжей осуществляется по двум вариантам: приготовление жидких дрожжей на заквашенных заварках без разбавления водой и с разбавлением водой.

Продолжительность заквашивания заварки составляет 14-16 часов при температуре 48-52 °С, выращивания жидких – 3-4 ч при температуре 30-32 °С. Конечная кислотность заквашенной заварки составляет 12-14 град, жидких дрожжей 8-12 град.

Температура влияет на продолжительность процесса приготовления заварки: при медленном закисании заварки (более 7 ч) температуру заквашивания следует понизить до 48 °С, при ускоренном кислотообразовании - целесообразно увеличить до 54-55 °С.

Расход жидких дрожжей в производстве зависит от сорта вырабатываемого изделия для приготовления хлеба:

- из пшеничной муки I сорта – 20-25 % к массе муки в тесте;
- из пшеничной муки II сорта - 30-35 %;
- из муки пшеничной обойной – 35-40 %.

При использовании жидких дрожжей в смеси с прессованными дрожжами для улучшения качества хлеба, приготовленного опарным способом, расход их составляет:

- для хлеба из пшеничной муки I сорта – 15 % к массе муки в тесте;
- для хлебобулочных изделий из муки пшеничной высшего и I сортов – 7-10 %;
- для хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки – 10-15 %.

Специфический вкус хлеба, приготовленного на жидких дрожжах, обусловлен наличием молочнокислых бактерий. Их количество соразмерно с количеством дрожжевых клеток и составляет 90-100 млн. клеток на 1 г. Основная роль принадлежит термофильным бактериям, в частности виду *L. delbrückii*, который применяют в качестве чистой культуры для заквашивания заварки. Попадая в тесто вместе с дрожжами, бактерии *L. delbrückii* при температуре 30-32 °С не развиваются, но образованная ими молочная кислота препятствует развитию мезофильных видов молочнокислых бактерий.

Таким образом, в охлажденной до 30 °С заквашенной заварке как термофильные, так и мезофильные молочнокислые бактерии оказываются недействительными. Этим объясняется стабильная кислотность заквашенной заварки и приготовляемых на ней жидких дрожжей, что является важным фактором отличия их от жидких пшеничных заквасок.

Хлебопекарные дрожжи могут использовать источники углерода двумя способами: сбраживанием или окислением в присутствии кислорода воздуха. Полуфабрикаты хлебопекарного производства представляют собой типичный случай анаэробной среды, поэтому в хлебопечении важна способность дрожжей к брожению.

Основным сахаром, потребляемым дрожжевой клеткой, является глюкоза. Она присутствует в муке, а также образуется путем расщепления ферментами клетки дисахаридов – сахарозы и мальтозы. Глюкоза утилизируется комплексом бродильных ферментов дрожжей через ряд промежуточных продуктов сначала до пировиноградной кислоты, а далее до этилового спирта и углекислого газа. Мультиэнзимный бродильный комплекс носит название зимазного. При спиртовом брожении выделяется энергия, которую дрожжи используют для активного транспорта сложных молекул внутрь клетки или для синтеза необходимых ей структур.

Метаболическая активность дрожжей помимо скорости действия и количества ферментов зависит и от содержания сахаров в средах хлебопекарного производства. В этих средах дрожжи могут использовать следующие источники усвояемых углеводов:

- 1) сбраживаемые сахара, которые вносятся в тесто вместе с мукой;
- 2) сахара, которые образуются под действием амилолитических ферментов на крахмал муки (в основном, мальтозу);
- 3) сахара, добавляемые в тесто в качестве рецептурных компонентов.

В опаре и в тесте под воздействием ферментов муки и дрожжей сразу начинаются накапливаться три сбраживаемых сахара – глюкоза, фруктоза и мальтоза.

Общее содержание в пшеничной муке сбраживаемых дрожжей сахаров в зависимости от состава зерна и выхода муки может колебаться в пределах 0,7...1,8 % на сухое вещество муки. Эти сахара представлены: глюкозой, фруктозой, мальтозой, сахарозой. Также содержится незначительное количество рафинозы, мелибиозы, левозина.

Фруктоза все время возникает из полифруктозанов, а мальтоза из крахмала. При изучении брожения безопарного теста установлено, что сначала сбраживаются собственные сахара муки, а затем мальтоза.

При переходе от сбраживания глюкозы к фруктозе не наблюдается задержки скорости газообразования, а при переходе к сбраживанию мальтозы она снижается. После адаптирования дрожжей к сбраживанию мальтозы скорость потребления ее не зависит от наличия в среде глюкозы. Этот период характеризуется возрастанием скорости газообразования дрожжей и продолжается до тех пор, пока основная часть мальтозы не будет сброжена. После этого интенсивность газовыделения, достигнув максимума, начинает снижаться.

При добавлении в хлебопекарные полуфабрикаты сахаров тотчас же вступает в действие фермент дрожжей инвертаза.

Технологическая роль хлебопекарных дрожжей заключается в следующем. Они оказывают:

- а) разрыхляющее действие на тесто в результате выделения двуокиси углерода, придающее ему пористую структуру;
- б) способствует формированию вкуса и аромата готового хлеба в результате выделения при брожении ароматобразующих соединений;
- в) воздействуют на структуру теста, придавая ему определенные реологические свойства.

Сахаромицеты обладают довольно широким диапазоном условий для брожения. Они способны бродить при рН в интервале 4,0–6,0 при оптимальном значении около 4,7. Температура оказывает большое влияние на скорость брожения. Одни исследователи считают, что оптимальной температурой для брожения хлебопекарных дрожжей является 20–30 °С. Другие полагают, что эта температура составляет 32 °С. Эти значения имеют смысл, так как окончательная расстойка теста

приводится при температуре 38–40 °С, что значительно интенсифицирует процесс брожения.

Основным продуктом гомоферментативного спиртового брожения является углекислый газ и этанол. При температуре 30 °С 1 г прессованных дрожжей сбрасывает 1 г сахара за 1 час.

При выделении дрожжами диоксида углерода, он растворяется в водной фазе теста, увеличивая его титруемую кислотность. Благодаря этому активно бродящая система достигает оптимального значения рН за довольно короткий промежуток времени. В процессе приготовления теста существует стадия его обминок, которые позволяют, как полагают, улучшить реологические свойства полуфабрикатов путем более равномерного распределения мелких пузырьков CO₂ между клейковинными пленками. С точки зрения микробиологии, необходимость обминок объясняется удалением из теста избыточного количества углекислого газа, которое может сдвинуть мучной рН в сторону от оптимального для развития дрожжей.

Помимо основных продуктов брожения в результате метаболизма дрожжей образуется множество побочных продуктов; органические кислоты, спирты, альдегиды, карбонильные соединения, эфиры и другие.

Наряду с молочной кислотой, снижение рН вызывает и другие органические кислоты, что, в свою очередь, оказывает большое влияние на гидратацию и набухание клейковинных белков, скорость ферментативных реакций и окислительно-восстановительный потенциал системы.

Внесение в тесто дрожжей сдвигает его окислительно-восстановительный потенциал в направлении усиления восстановительных свойств. Восстановительное действие влияет на все элементы белково-протеиназного комплекса муки в тесте: протеиназа активируется, окислительная часть активаторов протеолиза восстанавливается и частично повышается атакуемость белков.

Важным продуктом жизнедеятельности дрожжей является трипептидглутатион (γ-глутатилцистеиналглицин), выполняющий роль восстановителя, а также протеолиз в тесте, участвующий в транспорте аминокислот, при брожении активируется дрожжами, которые могут не содержать глутатион, но в его присутствии протеолиз интенсифицируется. Воздействуя на дисульфидные связи белков клейковины муки, данный трипептид расслабляет структуру теста, что играет до определенной степени положительную роль в формировании реологических свойств теста, особенно приготовленного из сильной муки. Поэтому некоторые исследователи считают, что хлебопекарные дрожжи должны содержать небольшое количество глутатиона. Другие авторы полагают, что действие трипептида отрицательно сказывается на свойствах теста и качестве хлеба и предлагают перед дозировкой дрожжей проводить их выдерживание в водном растворе с добавлением хлористого натрия и пищевой соли с целью максимального выделения из дрожжей глутатиона в среду, а затем отделенные от водной фазы дрожжи направлять на замес опары или теста.

1.2. Методика исследования

Для исследования при замесе теста используют прессованные, сушеные и жидкие дрожжи. В ходе проведения исследований выпекают пробы теста, приготовленного безопасным способом. Для этого рассчитывают рецептуру на 500 г пшеничной муки на основании рецептуры (таблица 2). Замешивание теста осуществляют вручную или на

лабораторной тестомесильной машине. Брожение теста производят при температуре 32-35 °С.

Влияние различных биологических разрыхлителей на биотехнологические свойства теста оценивают по следующим показателям:

- изменение массы полуфабриката во время брожения;
- продолжительность брожения;
- динамика изменения подъемной силы во время брожения;
- динамика изменения кислотности в течение времени брожения;
- бродильная активность теста;
- продолжительность расстойки тестовых заготовок.

В ходе исследования определяют также физико-химические и органолептические показатели полуфабрикатов:

- влажность;
- температура;
- состояние поверхности;
- степень подъема и разрыхленности;
- консистенция;
- степень сухости;
- вкус, цвет, запах.

Данные исследований приводят в виде таблицы по форме, представленной в таблице 3.

Продолжительность брожения определяют по конечной титруемой кислотности.

По окончании брожения тесто разделяют на столе вручную на 2 куса массой 400 и 200 г. Кусок массой 400 г, предназначенный для выпечки формового хлеба, сразу же после формования помещают в предварительно смазанную форму. Второй кусок массой 200 г, предназначенный для выпечки подового хлеба, укладывают на предварительно смазанный железный лист.

Форму и лист помещают для расстойки в термостат, в котором поддерживается температура 30-35 °С и относительная влажность воздуха 75-80 %. Конец расстойки определяют органолептически. Выпечку хлеба проводят в лабораторной электропечи при температуре 220-230 °С.

Подовый образец выпекают 20 мин, формовой 35 мин. По окончании выпечки верхнюю корку хлеба смазывают водой и хлеб взвешивают.

Качество хлеба определяют после его остывания по следующим показателям:

- масса;
- удельный объем;
- влажность;
- кислотность;
- пористость;
- отношение высоты к диаметру (формоустойчивость) подового хлеба
- органолептическая оценка.

Данные исследований приводят в виде таблицы по форме, представленной в таблице 3.

В заключении варианты теста и готового хлеба сравнивают и делают вывод о влиянии различных биологических разрыхлителей на биотехнологические показатели качества полуфабрикатов и готовую продукцию.

1.2.1. Расчет производственной рецептуры

Расчет лабораторной рецептуры производят исходя из 500 г муки в полуфабрикате (табл.2). При этом учитывают влажность перерабатываемой муки и дополнительного сырья. Расход дополнительного сырья определяют по формуле:

$$C = D_c * M / 100, \quad (1)$$

где C – расход дополнительного сырья;

D_c – количество данного вида дополнительного сырья на 100 кг муки, кг;

M – расход муки для приготовления лабораторного образца (800 г).

Таблица 2 - Рецептура на 100 кг муки

Наименование сырья	Количество сырья, кг
Мука пшеничная	100,0
Дрожжи	2,0
Соль поваренная	1,5
Сахар-песок	1,5
Масло растительное	1,5
Вода	по расчету

Если дополнительное сырье (соль, сахар, дрожжи) поступают в виде растворов и суспензий, то для определения расхода этих растворов ведут расчеты по следующей формуле:

$$C_{расч} = 100 * C / П, \quad (2)$$

где $C_{расч}$ – расход растворов (суспензий), г;

$П$ – содержание данного вида сырья в растворе (суспензии) в зависимости от плотности раствора, %.

Количество воды на замес теста рассчитывают, учитывая массовую долю сырья и массовую долю влаги теста, по формуле:

$$B = [g_{CB} * 100 / (100 - W_T)] - g_C, \quad (3)$$

где B – количество воды на замес, г;

g_{CB} – сумма сухих веществ сырья, г;

W_T – массовая доля влаги в тесте, % (из муки высшего сорта – 43,5; первого сорта – 44,5; второго сорта – 45; обойной – 45,5);

g_C – сумма всего сырья, г.

Если дополнительное сырье поступает в растворах, при расчете количества воды на замес необходимо учитывать воду, вносимую с этими растворами, а при приготовлении теста на жидких или активированных дрожжах – так же воду, вносимую с дрожжами.

Количество воды в порции раствора или суспензии дополнительного сырья рассчитывают по формуле:

$$B = V * \rho - C, \quad (4)$$

где B – количество воды в порции раствора, г;

V – дозировка раствора или суспензии на замес, мл;

ρ – плотность раствора, г/см³;

C – количество дополнительного сырья на замес, г.

Для перевода в миллилитры количества выраженной в граммах воды, полученную ее массу, умножают на коэффициент 1,008 (поправочный коэффициент для воды с температурой 35-50 °С).

При расчетах так же учитывают муку, вносимую с полуфабрикатами (жидкими дрожжами, заквасками, активированными дрожжами) по формуле:

$$M_M = \frac{M_{П/Ф} * 100 - W_{П/Ф}}{100 - W_M}, \quad (5)$$

где M_M – количество муки в полуфабрикате, г;

$M_{П/Ф}$ – масса полуфабриката, г;

$W_{П/Ф}$ – влажность полуфабриката, %.

Температура воды для замеса опары или теста устанавливается, исходя из заданной температуры полуфабриката и муки. Начальная температура закваски, опары, как правило, бывает в пределах 26-30 °С и теста – 29-32 °С.

$$T_B = T_T + \frac{T_T - T_M}{g_B * c_B} * \frac{M * c_M}{g_M * c_M} + K, \quad (6)$$

где T_B – температура воды для замеса опары, теста, °С;

T_T – заданная температура теста, °С;

c_M – теплоемкость муки, 1,257 кДж/(кг*К);

g_M – количество муки, г;

T_M – температура муки, °С;

g_B – количество воды, г;

c_B – теплоемкость воды, 4,19 кДж/(кг*К);

K – поправочный коэффициент (летом он равен 0-1, а холодное время года 2-3).

Результаты исследования влияния различных биологических разрыхлителей на биотехнологические, физико-химические и органолептические показатели качества полуфабрикатов приводят в виде таблицы 3.

Заключение. В заключении анализируют результаты и делают вывод о влиянии различных биологических разрыхлителей на биотехнологические процессы брожения, физико-химические и органолептические показатели полуфабрикатов.

Таблица 3 - Влияние вида хлебопекарных дрожжей на биотехнологические, физико-химические и органолептические показатели полуфабрикатов

Наименование показателей	Варианты		
	I прессованные дрожжи	II жидкие дрожжи	III сушеные дрожжи
Биотехнологические показатели			
Масса полуфабриката в начале брожения, г			
Масса полуфабриката в конце брожения, г			
Кислотность, град через 60 мин через 120 мин в конце брожения мин			
Подъемная сила, мин через 60 мин через 120 мин в конце брожения мин			
Бродильная активность, мин			
Продолжительность брожения, мин			
Продолжительность расстойки, мин			
Физико-химические и органолептические показатели			
Влажность, %			
Температура начальная, °С			
Температура конечная, °С			
Консистенция			
Степень сухости			
Вкус, цвет, запах			

1.2.2. Биотехнологические показатели качества полуфабрикатов

Для определения *массы* полуфабрикат взвешивают на технических весах с точностью до 1 г.

Чтобы установить *кислотность*, на технических весах отвешивают на алюминиевой пластинке или в чашке 5 г полуфабриката. Навеску переносят в фарфоровую ступку и растирают с 50 см³ дистиллированной воды. Полученную болтушку титруют 0,1 н. раствором едкого натра или кали с индикатором фенолфталеином до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение минуты. Из двух параллельных результатов берут средний.

Расчет кислотности ведут по следующей формуле:

$$X = 2 a K, \quad (7)$$

где X — кислотность, град.;

a — количество см³ 0,1 н. раствора NaOH, пошедшее на титрование;

K — поправочный коэффициент к титру щелочи.

Под *подъемной силой* полуфабриката условно понимается промежуток времени (в минутах) с момента опускания в воду шариков теста до момента всплытия их на поверхность.

Для определения подъемной силы из теста формуют два шарика по 10 г без добавления муки. Шарик одновременно опускают в стакан емкостью 200-250 см³, наполненный водой температурой 32°С и помещают в термостат с такой же температурой.

Результат анализа выражают как среднеарифметическое двух параллельных определений. Колебания между ними (разница во времени всплытия обоих шариков на поверхность) не должна быть более 2 мин.

Бродильную активность дрожжей определяют по газообразованию при внесении в полуфабрикат навески сахарозы из расчета 2 % к массе пробы. Внесение сахарозы в пробу полуфабриката позволяет определить потенциальную активность дрожжей, что особенно важно для выброженных полуфабрикатов, где активность газообразования понижается вследствие недостатка в среде сахара.

В данном методическом указании приведено определение бродильной активности на приборе Елецкого.

Прибор изготовлен из стекла и состоит из следующих частей:

- стаканчика для бродящей массы полуфабриката, который закрывается чашкой с притертыми стенками, припаянной к нижней части манометра (диаметр стаканчика 50 мм, высота 60 мм, диаметр и высота чашки – соответственно 50 и 20 мм);

- манометра, представляющего собой трубку для прохождения газа, с краном (диаметр манометра 45 мм, высота 60 мм). Манометрическая трубка служит для определения количества СО₂ по высоте столба насыщенного раствора NaOH, которым наполняют манометр. Трубка отградуирована с точностью до 0,1 см³, диаметр трубки равен 10 мм, вместимость ее 25 см³.

Кран предназначен для выравнивания внутреннего давления с атмосферным, а также для наполнения чашки манометра насыщенным раствором NaCl.

По экспериментальным данным ВНИИХПа и ряда хлебопекарных предприятий, полученным в производственных условиях, в жидких дрожжах с подъемной силой по «шарику» более 40 мин углекислого газа выделяется менее 10 см³, с подъемной силой 25-35 мин—10-13 см³ и ниже 25 мин — более 14 см³. В опаре и тесте, приготовленных из пшеничной муки I сорта, газообразование в конце брожения составляет 12-20 см³.

Для определения бродильной активности навеску полуфабриката – 20 г – отвешивают в фарфоровую ступку (подогретую перед этим вместе с пестиком в термостате при 30°С). Туда же добавляют 1 см³ 40 %-ного раствора сахарозы (также подогретого до 30° С) и при помощи пестика перемешивают все до однородного состояния в течение 2-3 мин.

Прибор к моменту пользования им должен быть нагрет до 30° С, а манометр – заполняется насыщенным раствором NaCl так, чтобы оставалось небольшое воздушное пространство – 3-4 мм (по высоте).

Подготовленную навеску переносят в стаканчик прибора, где ее разравнивают стеклянной палочкой (нагретой до 30° С) так, чтобы она покрыла все дно стаканчика слоем одинаковой высоты (для жидких полуфабрикатов эта операция не проводится); затем стаканчик накрывают манометром, нижняя часть которого является пробкой, притертой к стаканчику. Открывают кран для выравнивания внутреннего давления прибора с атмосферным и ставят прибор в термостат при 30°С. По истечении 5 мин

кран прибора закрывают, отмечают уровень жидкости в градуированной трубке и прибор оставляют в термостате на 30 мин. По окончании определения прибор вынимают, отмечают уровень жидкости в градуированной трубке и вычисляют объем выделившегося CO₂ по делениям трубки (в миллилитрах).

Определения ведут в двух навесках одновременно. Работа должна быть налажена таким образом, чтобы не происходило охлаждения навески полуфабриката и прибора. Для этого прибор, необходимые материалы и посуду, используемые для определения, следует держать в термостате при 30°C. Всю подготовку к определению (от взятия навески и до помещения заряженного прибора в термостат) надо проводить быстро – в течение нескольких минут.

1.2.3. Физико-химические и органолептические показатели качества полуфабрикатов

Влажность определяют по окончании процесса замеса ускоренным методом на приборе Чижовой или ПИВИ по следующей методике. Высушивают полуфабрикат в бумажных пакетах прямоугольной или треугольной формы, в зависимости от формы прибора. Лист газетной бумаги размером 20x14 см складывают пополам, а открытые с трех сторон края пакета загибают на 1,5 см, таким образом размер готовых пакетов составляет 8,5x11 см. Эти пакеты применяются для прибора прямоугольной формы. Для прибора круглой формы бумагу размером 15x15 см складывают по диагонали, загибая края на 1,5 см. Два таких пакета умещаются в приборе, что позволяет проводить одновременно параллельные определения.

Подготовленные пакеты предварительно сушат в приборе при температуре 160 °С в течение 3 мин, охлаждают в эксикаторе 2-3 мин и взвешивают с точностью 0,01 г. Хранят пакеты до анализа не более 2 ч.

Навеску теста 5 г, взятую с точностью до 0,1 г, помещают в предварительно высушенный и взвешенный пакетик, равномерно распределяя по всей площади пакетика. Высушивание осуществляют при 160 °С в течение 5 минут. По истечении времени высушивания пакет охлаждают 2-3 минуты в эксикаторе и взвешивают. Содержание влаги в процентах определяют по формуле:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m}, \quad (8)$$

где X - влажность муки, %;

m - навеска муки, г;

m_1 - масса пакета с сырой навеской, г;

m_2 - масса пакета с высушенной навеской, г.

Температуру начальную и конечную теста определяют с помощью технического термометра со шкалой от 0 до 100 °С и точностью деления 1 °С. При измерении температуры термометр следует погружать не менее чем на 15-20 см в глубь полуфабриката на 2-3 мин. Измерения начальной температуры полуфабриката производят сразу же после замеса, конечную температуру – перед разделкой.

Качество теста органолептически оценивают по следующим показателям:

- состояние поверхности (выпуклая, плоская, осевшая, заветренная, в мелкой сеточке и др.);

- степень подъема и разрыхленности;
- консистенция (слабая, крепкая, нормальная) и промес;
- степень «сухости» (влажные, сухие, мажущиеся, липкие, слизистые);
- вкус, цвет, запах.

Результаты исследования влияния различных биологических разрыхлителей на физико-химические и органолептические показатели качества готового хлеба приводят в виде таблицы 4.

Таблица 4- Влияние вида хлебопекарных дрожжей на физико-химические и органолептические показатели качества хлеба

Наименование показателей	Варианты		
	I прессованные дрожжи	III жидкие дрожжи	IV сушеные дрожжи
<i>Данные физико-химического анализа</i>			
Удельный объем, см ³ на 100 г			
Масса хлеба, г			
Влажность, %			
Кислотность, град			
Пористость, %			
Формоустойчивость подового хлеба (H:D), мм			
<i>Данные органолептической оценки</i>			
Правильность формы			
Окраска корки			
Состояние поверхности корки			
Цвет мякиша			
Структура пористости			
Структурно-механические свойства мякиша			
Аромат, запах, вкус и хруст			
Разжевываемость			

Заключение. В заключение варианты сравнивают между собой и делают вывод о влиянии различных биологических разрыхлителей на качество пшеничного хлеба.

1.2.4. Физико-химические показатели качества хлеба

Удельный объем хлеба измеряют с помощью специальных приспособления по принципу вытесненного хлебом объема сыпучего заполнителя (мелкого зерна).

Приспособление состоит из железного лотка, емкости, в которую помещается исследуемый образец, линейки и мерного цилиндра вместимостью 1000 см³.

Зерном заполняют с избытком емкость приспособления для измерения объема хлеба. Избыток зерна, обычно возвышающийся горкой над емкостью, ссыпают, сгребая ребром линейки в железный лоток, и удаляют. Зерно, оставшееся в емкости, служит для дальнейшего определения объема хлеба.

Зерно из емкости высыпают на лоток, оставляя небольшое количество. Затем в емкость, на оставшееся зерно, осторожно, стараясь его не примять, кладут пробу хлеба и засыпают ее оставшимся в лотке зерном с образованием горки над емкостью.

Избыток зерна сыпают в лоток, сгребая его ребром линейки. Объем зерна, вытесненного образцом, измеряют с помощью мерного цилиндра.

Объем хлеба измеряют дважды. Допускаемые отклонения между параллельными определениями не должны превышать 5 %. При параллельных определениях *нельзя* допускать встряхивания и постукивания во избежание уплотнения зерна в сосуде.

Удельный объем определяют путем деления величины объема хлеба в кубических сантиметрах на его массу.

Массу определяют путем взвешивания с точностью до 1 г.

Для определения *влажности* применяют метод высушивания измельченного мякиша хлеба. Измельченную в крошку пробу массой около 5 г взвешивают с точностью до 0,01 г и помещают в предварительно заготовленные, высушенные и взвешенные бумажные пакеты слоем не более 1,5-2 мм. Высушивание проводят при 160 °С в течение 5 мин, после чего пакетик охлаждают в эксикаторе 1-2 мин и взвешивают. Количество испарившейся воды выражают в процентах к массе высушиваемого хлеба.

При установлении *кислотности* 25 г измельченного мякиша отвешивают с точностью до 0,01 г. Навеску помещают в сухую стеклянную емкость вместимостью 500 см³ с хорошо пригнанной пробкой.

Мерную колбу вместимостью 250 см³ наполняют до метки водой комнатной температуры. Около ¼ взятой воды переливают в бутылку с хлебом, который после этого растирают деревянной лопаткой или стеклянной палочкой с резиновым наконечником до получения однородной массы, без заметных комочков нерастертого хлеба.

К полученной смеси приливают из мерной колбы всю оставшуюся воду. Бутылку закрывают пробкой, смесь энергично встряхивают в течение 2 мин и оставляют в покое при комнатной температуре на 10 мин.

Затем смесь снова энергично встряхивают в течение 2 мин и оставляют в покое на 8 мин. По истечении 8 мин отстоявшийся жидкий слой сливают через частое сито или марлю в сухой стакан. Из стакана отбирают пипеткой по 50 см³ раствора в две конические колбы вместимостью по 100-150 см³ и титруют 0,1 раствором едкого натра или калия с 2-3 каплями фенолфталеина до получения розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 1 мин.

Для вычисления кислотности в градусах количество щелочи, затраченной на титрование, умножают на 2. Расхождение между параллельными титрованиями допускается не более 0,3 град. Конечный результат определения кислотности выражают как среднее арифметическое из двух определений.

Кислотность вычисляют с точностью 0,5 град, причем доли 0,25 град включительно отбрасывают, свыше 0,25 и 0,75 град включительно приравнивают к 0,5 град, а свыше 0,75 град приравнивают к единице.

Пористость определяется следующим образом. Из середины изделия вырезают кусок (ломоть) шириной не менее 7-8 см. Из мякиша куска в месте, наиболее типичном для пористости, на расстоянии не менее 1 см от корок делают выемки цилиндром Журавлева. Острый край цилиндра предварительно смазывают растительным маслом. Цилиндр вводят вращательным движением в мякиш куска.

Заполненный мякишем цилиндр укладывают на лоток так, чтобы ободок его плотно входил в прорезь, имеющуюся на лотке. Затем хлебный мякиш выталкивают из цилиндра деревянной втулкой до стенки лотка и так же отрезают у края цилиндра.

При внутреннем диаметре цилиндра 3 см и расстоянии мякиша от стенки лотка до прорези 3,8 см объем выемки цилиндра мякиша равен 27 см³.

Для определения пористости пшеничного хлеба делают три цилиндрические выемки, для ржаного хлеба – четыре выемки объемом 27 см³ каждая и одновременно взвешивают с точностью до 0,01 г. Пористость в процентах вычисляют по формуле:

$$P = \frac{V - \frac{G * 1000}{\rho}}{V} * 100, \quad (9)$$

где V – общий объем выемок, см³;

G – масса всех выемок, г;

ρ – плотность беспористой массы мякиша, кг/м³.

Плотность беспористой массы хлеба (кг/м³) по ГОСТ 5669-96 приведена в таблице 5.

Таблица 5 - Показатели плотности беспористой массы хлеба

Наименование видов хлеба	Плотность беспористой массы хлеба (кг/м ³)
Из ржаной обойной муки или смеси ржаной обойной и пшенично-обойной	1,21*10 ³
Из ржаной сеяной муки и заварных сортов	1,27*10 ³
Пшеничный высшего и I сорта	1,31*10 ³
Пшеничный II сорта	1,26*10 ³
Из смеси пшеничной муки I и II сорта	1,28*10 ³
Из пшеничной подольской муки	1,25*10 ³
Из муки с высоким содержанием отрубянистых частиц	1,23*10 ³
Из пшеничной обойной муки	1,21*10 ³
Из смеси ржаной сеяной муки и пшеничной муки I сорта	1,22*10 ³
Из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки высшего сорта	1,26*10 ³
Из смеси ржаной обдирной и пшеничной муки I	1,25*10 ³
Из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной муки II сорта	1,23*10 ³
Из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной подольской муки	1,22*10 ³

Вычисление пористости проводят с точностью до 1,0 %. Доли до 0,5 % включительно отбрасывают, доли свыше 0,5 % приравнивают к единице.

Формоустойчивость подового хлеба (H:D) характеризуется величиной отношения высоты (H) подового хлеба к его диаметру (D). Диаметр D и высоту H подового (круглого) хлеба определяют при помощи линейки с миллиметровыми делениями и выражают в миллиметрах. Для этого подовый хлеб разрезают по диаметру на две равные части и измеряют высоту и диаметр этих частей по наибольшим местам разреза.

1.2.5. Органолептическая оценка

Правильность формы характеризуется степенью выпуклости верхней корки, которая количественно определяется как отношение максимальной высоты выпуклой части верхней корки к максимальной ширине (Н:В). способ измерения величины Н:В показан на рисунке 2.

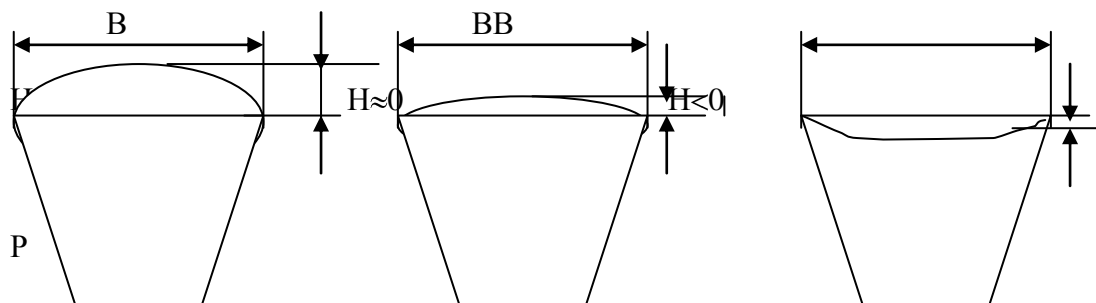


Рис. 2. Схема измерения Н:В формового хлеба

Окраска корок оценивается по степени ее интенсивности: бледная, золотисто-желтая, светло-коричневая, коричневая, темно-коричневая.

Состояние поверхности корки останавливается по правильности формы и по ее поверхности. Трещинами считают разрывы, проходящие через верхнюю корку в одном или нескольких направлениях. Подрывами считают отрыв боковой корки от верхней у формового или по окружности подового хлеба.

Цвет мякиша определяется при дневном освещении. Хлеб предварительно разрезают острым ножом-пилкой на две равные части, при этом обращая внимание на цвет мякиша и его оттенки. Он может быть белый, серый или темный с различными оттенками. Отмечают также равномерность его окраски и состояние мякиша по промесу.

Структуру пористости оценивают с учетом величины пор, равномерности распределения их на поверхности среза мякиша и толщины межпоровых стенок. По крупности пористость мякиша характеризуется как мелкая, средняя и крупная; по равномерности – равномерная, неравномерная; по толщине стенок пор – тонкостенная, средняя, толстостенная.

Структурно-механические свойства мякиша оценивают на сжимаемость (мягкость), эластичность (упругость) или наоборот, заминаемость и липкость. Эластичность и мягкость мякиша определяют легким надавливанием на него пальцами. Если мякиш оказывает сильное сопротивление нажатию пальцем и мало при этом деформируется, то его характеризуют как плотный или уплотненный. Мякиш, который легко вдавливается и быстро восстанавливается, не оставляя следа, характеризуется как очень эластичный. Мякиш, легко поддающийся нажатию пальцем, но не восстанавливающий своей первоначальной структуры, считается неэластичным или недостаточно эластичным. В случае обнаружения отмечается также липкость мякиша.

Аромат (запах) вкус и хруст определяют при дегустации хлеба. При этом критериями оценки аромата и вкуса служат характерность (специфичность для данного рецептурного варианта) и степень выраженности этих показателей. Запах, вкус и хруст определяют разжевыванием хлеба. Вкус и запах может быть нормальным, кислым, пресным, горьковатым или с посторонним, не характерным для данного вида изделия, привкусом. Наличие хруста свидетельствует о наличии в хлебе минеральных примесей.

Разжевываемость определяется при дегустации. При этом обращают внимание на комкуемость, сочность или сухость, нежность или грубость, крошковатость или клейкость мякиша.

Оборудование и реактивы:

1. Прибор Чижовой
2. Химические стаканы
3. Прибор Елецкого
4. Весы технические
5. Фарфоровая ступка с пестиком
6. Мерный цилиндр
7. Дистиллированная вода
8. Термостат
9. Стакан на 200–250 мл
10. Термометр
11. 0,1 н. Раствор NaOH
12. Фенолфталеин 1 %-ный спиртовой раствор
13. Прибор Журавлева
14. Приспособление для определения пористости
15. Линейка с миллиметровыми делениями

Контрольные вопросы

1. В каком виде прессованные дрожжи вводят в полуфабрикат?
2. Чем отличаются «инстантные» дрожжи от традиционных сухих дрожжей?
3. Как определяют бродильную активность дрожжей?
4. По каким органолептическим показателям оценивают качество полуфабриката?
5. Какие физико-химические показатели определяют у готового изделия?

Список литературы

1. **Корячкина, С.Я.** Биотехнологические основы хлебопекарного производства: учебно-методическое пособие для вузов / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина. – Орел: ОрелГТУ, 2007 – 59 с.

Тема 2. Влияние различных способов активации дрожжей на качество пшеничного хлеба

Цель работы: Исследовать способы повышения биотехнологических свойств прессованных дрожжей.

1. Теоретическая часть. При производстве прессованных дрожжей выращивание клеток проходит в условиях усиленной аэрации питательной среды. В связи с этим внутренняя структура и связанный с ней ферментный комплекс дрожжей приспособлены в основном к анаэробным условиям культивирования. Брожение в этих условиях почти не происходит. В опаре или в тесте дрожжи попадают в условия, близкие к анаэробным, и поэтому переключаются с дыхания на брожение. При этом повышается мальтазная активность дрожжей. Внутренняя структура дрожжевой клетки при этом существенно перестраивается. Ферментный комплекс также изменяется, приспособляясь к новым условиям существования. Процесс переключения дрожжевых клеток с дыхательного типа на бродильный требует определенного времени и соответствующих условий. В целях ускорения брожения опары или теста такое переключение целесообразно проводить предварительно в небольшом количестве питательной среды, оптимальной по составу для данного процесса. В этой предварительной фазе, предшествующей приготовлению опары или безопарного теста, происходит активация прессованных дрожжей с точки зрения их способности осуществлять брожение.

Скорость адаптации зависит от способа ее осуществления. Временные параметры биохимической адаптации варьируются в широких пределах: от 10 минут до 3 часов. За этот период изменяется активность присутствующих ферментов дрожжевой клетки, индицируемых ею.

Эффективность процесса адаптации зависит от температуры, наличия биологических катализаторов – ферментных препаратов, минеральных солей, активности среды pH, углеродсодержащих компонентов и ряда других факторов. В настоящее время все большее внимание уделяется биологически ценным добавкам, накапливающимся при переработке основного сырья мукомольной, молочной, мясной, консервной, хлебопекарной отраслей промышленности, а также новое, ранее не использованное в хлебопечении сырье. Изменение титруемой кислотности в полуфабрикатах с активированными дрожжами идет более интенсивно, вследствие чего улучшается их бродильная активность. Оптимальная pH среды для процесса активации хлебопекарных дрожжей равна 4,5–5,0.

Оптимальной для активации хлебопекарных дрожжей является температура, при которой создаются благоприятные условия для размножения и жизнедеятельности дрожжевых клеток – 30-32 °С.

Известно, что в опаре и тесте под действием ферментов муки и дрожжей сразу после замеса начинают накапливаться три сбраживаемых сахара – глюкоза, фруктоза и мальтоза. Фруктоза всегда образуется из полифруктозанов, а мальтоза – из крахмала. Установлено, что сначала сбраживаются собственные сахара муки (глюкоза и фруктоза), а затем мальтоза. При переходе от сбраживания собственных сахаров муки к мальтозе наблюдается задержка нарастания скорости газообразования в тесте. После

адаптации дрожжей к сбраживанию мальтозы скорость ее потребления не зависит от наличия в среде глюкозы. Этот период характеризуется возрастанием скорости газообразования дрожжей и продолжается до тех пор, пока основная часть мальтозы не будет сброжена. После этого интенсивность газовыделения начинает необратимо падать.

Процесс перестройки дрожжевой клетки требует определенного времени и соответствующих условий.

С целью ускорения брожения полуфабрикатов при безопасном и опарном способе тестоприготовления и сокращения количества дрожжей на замес теста такое переключение целесообразно проводить предварительно в небольшом количестве питательной среды, оптимальной по составу для данного процесса. С микробиологической точки зрения смысл этого процесса состоит в том, чтобы адаптировать ферментный комплекс дрожжевой клетки к сбраживанию основного технологического сахара – мальтозы.

При использовании сушеных традиционных дрожжей их предварительная регидратация и активация является необходимой технологической стадией. При снижении качества дрожжей в силу различных обстоятельств, для усиления активности ферментных систем их предварительная активация также имеет важное технологическое значение.

Применение предварительной активации зависит от количества и качества дрожжей: чем меньше количество дрожжей по отношению к массе муки в тесте и чем ниже их исходная подъемная сила, тем значительнее эффект активации. При применении активации дрожжей наблюдается снижение расхода сухого вещества муки на брожение в процессе приготовления теста. Режим приготовления теста при использовании предварительной активации не меняется.

Способы приготовления питательных смесей для активации дрожжей направлены на создание условий, оптимальных для их жизнедеятельности, и обогащения полуфабрикатов сахарами, аминокислотами, минеральными веществами, витаминами и другими биологически активными компонентами. Многочисленные разработки, проведенные в МГУПП, ГосНИИХП, МГТА, ВТА, КемТИПП и других организациях, могут быть систематизированы по использованию следующих компонентов при приготовлении питательных смесей:

- внесение минеральных солей (сульфата аммония, магния, кальция, цинка, марганца, гидрофосфата калия, триполифосфата натрия и др.);
- внесение сахаросодержащих добавок (сахар-песок, свекольный порошок, яблочный порошок, концентрат квасного сусла и др.);
- приготовление различных гидролизатов из пшеничной муки или крахмального молока путем внесения амилолитических ферментов, предварительно гидролизованной молочной сыворотки, крахмала-сырца предварительно гидролизованного амилазой, с последующим внесением белковой добавки; амилолитических препаратов и минеральных компонентов.

Инструкцией ГосНИИХП (Рекомендации по активации хлебопекарных дрожжей. Утв. 20.04.87 г.) предусмотрено проведение активации дрожжей на средах состоящих из: а) муки и воды; б) муки, воды, Амилоризина П 10 X или комплексных хлебопекарных улучшителей; в) муки, воды в смеси с высокоосахаренным ферментным полуфабрикатом; г) муки, воды, заварок.

Для повышения биологической активности микроорганизмов предложены различные физико-химические способы повышения активности микроорганизмов:

магнитные, термические, электрохимические, ИК-способы, способы обработки лазерным излучением и др.

Выбор способа повышения активности хлебопекарных дрожжей при различных составах питательных сред и параметрах активации, физических методах обработки дрожжевой суспензии зависит от условий конкретного производства с учетом оптимального эффекта.

2.Методика исследования

В ходе проведения работы студенты выпекают пробы хлеба, приготовленного безопасным способом по следующим вариантам (табл.6):

вариант I (контрольный) – с внесением неактивированных прессованных дрожжей;

вариант II – с добавлением предварительно активированных прессованных дрожжей по методу МТИППа;

вариант III – с использованием предварительно активированных прессованных дрожжей на вводно-мучной суспензии;

вариант IV – с использованием предварительно регидратированных сушеных дрожжей;

вариант V – с добавлением предварительно активированных сушеных дрожжей на заварке;

вариант VI– с добавлением предварительно активированных сушеных дрожжей на вводно-мучной суспензии.

Таблица 6 - Состав смесей для активации прессованных и сушеных дрожжей (кг на 100 кг муки в тесте)

Наименование сырья	Варианты опыта					
	I	II	III	IV	V	VI
1	2	3	4	9	10	11
Мука	-	4	3		2	2
Вода	-	12	9	15-18	20	18
Дрожжи прессованные	-	2,5	2,5	-	-	-
Дрожжи сушеные	-	-	-	3	3	3
Солод белый	-	0,3	-	-	-	-
Соевая мука	-	0,5	-	-	-	-

Вариант I (контрольный). Тесто готовят безопасным способом с использованием неактивированных прессованных дрожжей.

Вариант II. Оптимальная питательная среда представляет собой заварку из небольшого количества перерабатываемой муки с внесением белого солода и соевой муки, обладающих ферментативной активностью и обеспечивающих дрожжевые клетки питательными веществами. В этой питательной среде, предшествующей фазе приготовления опары или безопасного теста, происходит активация прессованных дрожжей с точки зрения их способности вызывать спиртовое брожение. Процесс активации включает приготовление питательной среды, равномерное распределение в этой среде прессованных дрожжей и выдерживание их в этой среде — фазе активации при температуре 30-32°C в течение 1-2 ч.

Установлено, что в фазе активации не происходит размножения дрожжевых клеток. Эффект активации основывается на повышении броидильной активности дрожжей.

Приготовление питательной среды сводится к получению заварки из 2 кг пшеничной муки и 6 л кипятка. Осахаривание заварки происходит путем внесения в горячую (50-60 °С) заварку 0,3 кг белого активного солода, и 0,5 кг соевой муки, перемешивания этой смеси, последующего охлаждения до 30-32°С и внесения при непрерывном размешивании 6 л холодной воды 2 кг пшеничной муки. В эту питательную смесь при непрерывном перемешивании добавляют предварительно измельченные прессованные дрожжи. Продолжительность приготовления заварки составляет 5-10 мин, выдерживания прессованных дрожжей в фазе активации 60-120 мин.

Вариант III. Соотношение мука:вода в вводно-мучной суспензии составляет 1:3. Муку перемешивают в воде с температурой 18-25°С до получения суспензии равномерной консистенции. В приготовленную питательную среду вносят измельчённые прессованные дрожжи, тщательно перемешивают и выдерживают в течение 0,5-2,0 ч при температуре 30-38°С.

Вариант IV. Сушеные дрожжи регидратируют в воде (соотношение дрожжей и воды 1:5-6) при температуре 30°С в течение 30 минут при периодическом перемешивании.

Вариант V. Сушеные дрожжи регидратируют, после этого вносят в осахаренную мучную заварку. Заварку готовят путем смешивания 1,5 кг муки и 6 л кипятка, после охлаждения до 63 °С добавляют остальную муку (0,5 кг) и оставляют для осахаривания на 2 часа.

Вариант VI. Сушеные дрожжи регидратируют, добавляют 2 кг муки и оставляют на 2 часа при температуре 30°С.

Для проведения исследований выпекают пробы теста, приготовленного безопасным способом. Рассчитывают лабораторную рецептуру для всех стадий приготовления на 500 г пшеничной муки на основании рецептуры, приведенной в таблице 2. При расчете рецептуры учитывают количество муки и воды, пошедшей на активацию дрожжей. Проводят предварительную активацию по выбранному варианту. Замешивание теста осуществляют вручную или на лабораторной тестомесильной машине. Брожение теста производят при температуре 32-35 °С.

Влияние различных способов активации прессованных дрожжей на биотехнологические свойства теста оценивают по следующим показателям:

- изменение массы полуфабриката во время брожения;
- продолжительность брожения;
- динамика изменения подъемной силы во время брожения;
- динамика изменения кислотности в течение времени брожения;
- броидильная активность теста;
- продолжительность расстойки тестовых заготовок.

Методики определения показателей приведены в работе 1.

В ходе исследования определяют так же физико-химические и органолептические показатели полуфабрикатов:

- влажность;
- температура;
- состояние поверхности;
- степень подъема и разрыхленности;

- консистенция;
- степень сухости;
- вкус, цвет, запах.

Методики определения показателей приведены в работе 1.

Данные исследований приводят в виде таблицы по форме, представленной в таблице 7.

Таблица 7 - Влияние способа активации на биотехнологические, физико-химические и органолептические показатели полуфабрикатов

Наименование показателей	Варианты опыта					
	I	II	III	IV	V	VI
Масса полуфабриката в начале брожения, г						
Масса полуфабриката в конце брожения, г						
Кислотность, град						
через 60 мин						
через 120 мин						
в конце брожения, мин						
Подъемная сила, мин						
через 60 мин						
через 120 мин						
в конце брожения, мин						
Бродильная активность, мин						
Продолжительность брожения, мин						
Продолжительность расстойки, мин						
Влажность, %						
Температура начальная, °С						
Температура конечная, °С						
Консистенция						
Степень сухости						
Вкус, цвет, запах						

Заключение. В заключении делают вывод о влиянии различных способов активации на биотехнологические процессы брожения, физико-химические и органолептические показатели полуфабрикатов.

По окончании брожения тесто разделяют на столе вручную на 2 куса массой 400 и 200 г. Кусок массой 400 г, предназначенный для выпечки формового хлеба, сразу же после формования помещают в предварительно смазанную форму. Второй кусок массой 200 г, предназначенный для выпечки подового хлеба, укладывают на предварительно смазанный железный лист.

Форму и лист помещают для расстойки в термостат, в котором поддерживается температура 30-35 °С и относительная влажность воздуха 75-80 %. Конец расстойки определяют органолептически. Выпечку хлеба проводят в лабораторной электропечи при температуре 220-230 °С.

Подовый образец выпекают 20 мин, формовой 35 мин. По окончании выпечки верхнюю корку хлеба смачивают водой и хлеб взвешивают.

Качество хлеба определяют после его остывания по следующим показателям

- масса;
- удельный объем;
- влажность;
- кислотность;
- пористость;
- отношение высоты к диаметру (формоустойчивость) подового хлеба
- органолептическая оценка.

Данные исследований приводят в виде таблицы по форме представленной в таблице 8.

Таблица 8 - Влияние способа активации на физико-химические и органолептические показатели качества хлеба

Наименование показателей	Варианты опыта					
	I	II	III	IV	V	VI
Удельный объем, см ³ на 100 г						
Масса хлеба, г						
Влажность, %						
Кислотность, град						
Пористость, %						
Формоустойчивость подового хлеба (H:D), мм						
Правильность формы						
Окраска корки						
Состояние поверхности корки						
Цвет мякиша						
Структура пористости						
Цвет мякиша						
Структурно-механические свойства мякиша						
Аромат, запах, вкус и хруст						
Разжевываемость						

Заключение. В заключении анализируют полученные результаты и делают вывод о влиянии различных способов активации на качество пшеничного хлеба.

Оборудование и реактивы:

1. Прибор Чижовой
2. Химические стаканы
3. Прибор Елецкого
4. Весы технические
5. Фарфоровая ступка с пестиком
6. Мерный цилиндр
7. Дистиллированная вода
8. Термостат
9. Стакан на 200–250 мл
10. Термометр
11. 0,1 н. Раствор NaOH

12. Фенолфталеин 1 %-ный спиртовой раствор
13. Прибор Журавлева
14. Приспособление для определения пористости
15. Линейка с миллиметровыми делениями

Контрольные вопросы

1. От каких факторов зависит эффективность адаптации дрожжей?
2. Какие способы приготовления питательной смеси для активации дрожжей известны?
3. Какие физико-химические способы используют для повышения биологической активности микроорганизмов?
4. По каким показателям оценивают влияние различных способов активации прессованных дрожжей на биотехнологические свойства теста?

Список литературы

1. **Корячкина, С.Я.** Биотехнологические основы хлебопекарного производства: учебно-методическое пособие для вузов / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина. – Орел: ОрелГТУ, 2007 – 59 с.

Тема 3. Сравнительная оценка способов приготовления хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки

Цель работы: Произвести сравнительную оценку способов приготовления ржано-пшеничного хлеба.

1. Теоретическая часть. Тесто для хлеба из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки готовят на густой закваске, на жидкой закваске без заварки, на жидкой закваске с заваркой, на концентрированной бездрожжевой молочнокислой закваске.

Приготовление теста на густой закваске рекомендуется применять при приготовлении теста из ржаной обойной и обдирной муки, а также из смеси разных сортов ржаной и пшеничной муки.

Густая закваска должна иметь влажность – 48-50 %, кислотность – 13-16град из ржаной обойной или 11-14град из ржаной обдирной муки и подъемную силу «по шарик» до 25 мин.

В разводочном цикле ее готовят из муки, воды, чистых культур заквасочных дрожжей и молочнокислых бактерий или закваски прежнего приготовления с добавлением в первой фазе прессованных дрожжей.

В качестве чистых культур используют смесь Ленинградских штаммов молочнокислых бактерий *L. plantarum-63*, *L. brevis-5*, *L. brevis-78* или сухой лактобактерин в сочетании со штаммом дрожжей *S. minor* «Чернореченский».

Густую закваску, выведенную по разводочному циклу, накапливают до нужного количества и далее поддерживают в производственном цикле путем освежения с последующим выбраживанием до накопления требуемой кислотности в зависимости от сорта муки.

При этом выброженную закваску в дежах делят обычно на 4 или 3 части, из которых одну часть, соответственно 25 % или 33,3 % в пересчете на муку, используют для воспроизводства закваски, а остальную массу расходуют на приготовление соответственно 3-х или 2-х порций теста.

На жидкой закваске без заварки можно вырабатывать хлеб из ржаной и смеси разных сортов ржаной и пшеничной муки.

Сущность способа заключается в приготовлении закваски влажностью 69-75%, кислотностью 9-13град (в зависимости от сорта муки) при подъемной силе «по шарик» до 35 мин.

В разводочном цикле жидкую закваску выводят с применением смеси чистых культур дрожжей *S. cerevisiae* Л-1 и *S. minor* «Чернореченский» в сочетании со смесью жидких культур *L. plantarum-30*, *L. casei-26*, *L. brevis-1*, *L. fermenti-34* или сухого лактобактерина для жидких хлебных заквасок из смеси этих же штаммов молочнокислых бактерий.

В производственном цикле жидкую закваску влажностью 69-75 % без заварки освежают по достижении кислотности 9-13град через 3-5 ч (в зависимости от влажности закваски, сорта и качества муки) путем отбора 50 % спелой закваски из бродильного в расходный чан и далее на замес теста и добавления в бродильный чан к оставшейся массе эквивалентного количества питательной смеси из муки и воды для воспроизводства закваски.

При замесе теста с жидкой закваской влажностью (70±1) % вносят 30-35 %, а влажностью 75 % – сброженной муки 25 % от общей массы. На жидкой закваске с заваркой вырабатывают преимущественно сорта хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки.

Закваска с заваркой должна иметь влажность 80-85 %, кислотность, 9-12град, подъемную силу до 30 мин. Для стимуляции жизнедеятельности дрожжей закваску освежают питательной смесью из муки и воды с добавлением заварки в количестве 20-35% к массе смеси.

В разводочном цикле жидкую закваску с заваркой готовят с применением смеси чистых культур дрожжей *S. cerevisiae* Л-1 в сочетании со смесью жидких культур *L. plantarum*-30, *L. casei*-26, *L. brevis*-1, *L. fermenti*-34 или сухого лактобактерина для жидких хлебных заквасок из смеси этих же штаммов молочнокислых бактерий.

В производственном цикле жидкую закваску с заваркой освежают по достижении кислотности 9-12град через 3-5 ч брожения (в зависимости от влажности) путем отбора 50 % спелой закваски в расходный чан и далее используя ее на замес теста и добавления в бродильный чан к оставшейся массе закваски питательной смеси из муки, воды и заварки для воспроизводства закваски. Содержание заварки в питательной смеси составляет 20 и 35% при влажности закваски соответственно 80 и 85 %.

При замесе теста с закваской вносят 15-20 % муки от общего количества в тесте. Брожение теста продолжается до накопления требуемой кислотности в зависимости от сорта хлеба.

На концентрированной бездрожжевой молочнокислой закваске рекомендуется вырабатывать хлеб из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной муки на предприятиях, работающих в две смены или с перерывами в отдельные дни.

Сущность способа заключается в приготовлении закваски влажностью 60-70%, кислотностью 18-24град при температуре 37-40° С. Основную микрофлору представляют молочнокислые бактерии.

В разводочном цикле КМКЗ выводят с применением смеси жидких культур *L. plantarum*-30, *L. casei*-26, *L. brevis*-1, *L. fermenti*-34 или сухого лактобактерина для жидких хлебных заквасок. Чистую культуру дрожжей не вносят.

В производственном цикле КМКЗ освежают при соотношении спелой закваски и питательной смеси равном 1:9 отбором 90 % КМКЗ кислотностью 18-22град и добавлением эквивалентного количества питательной смеси из муки и воды.

При замесе теста с закваской расходуют 5-10 % муки с последующим брожением теста до накопления требуемой кислотности в зависимости от сорта муки.

2. Методика исследования. Для исследования при замесе теста из смеси ржаной и пшеничной муки используют ржаные закваски: жидкую (I вариант), густую (II вариант) и сухую (III вариант) (табл.9).

Таблица 9 - Рецептура теста

Наименование сырья	Варианты		
	I	II	III
Мука пшеничная, кг	30,0	30,0	30,0
Мука ржаная, кг	55,0	48,0	70,0
Закваска жидкая, кг	51,0	-	-
Закваска густая, кг	-	51	-
Закваска сухая, кг	-	-	3,0
Мука в закваске на тесто, кг	15,0	22,0	-
Дрожжи, кг.	2,0	2,0	2,0

Соль поваренная, кг	1,5	1,5	1,5
Вода, кг	по расчету	по расчету	по расчету

Замешивание теста осуществляют вручную или на лабораторной тестомесильной машине. Брожение теста производят при температуре 32-35 °С.

Влияние различных способов приготовления ржано-пшеничных сортов хлеба на биотехнологические свойства теста оценивают по следующим показателям:

- изменение массы полуфабриката в процессе брожения;
- продолжительность брожения;
- динамика изменения подъемной силы в течение времени брожения;
- динамика изменения кислотности в течение времени брожения;
- бродильная активность теста;
- продолжительность расстойки тестовых заготовок.

В ходе исследования определяют также физико-химические и органолептические показатели полуфабрикатов:

- влажность;
- температуру;
- состояние поверхности;
- степень подъема и разрыхленности;
- консистенцию;
- степень сухости;
- вкус, цвет, запах.

Данные исследований приводят в виде таблицы по форме, представленной в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты исследований

Наименование показателей	Варианты теста с заквасками		
	жидкая	густая	сухая
<i>Биотехнологические показатели</i>			
Масса полуфабриката в начале брожения, г			
Масса полуфабриката в конце брожения, г			
Кислотность, град через 60 мин через 120 мин в конце брожения, мин			
Подъемная сила, мин через 60 мин через 120 мин в конце брожения, мин			
Бродильная активность, мин			
Продолжительность брожения, мин			
Продолжительность расстойки, мин			
<i>Физико-химические и органолептические показатели</i>			
Влажность, %			
Температура начальная, °С			
Температура конечная, °С			
Консистенция			
Степень сухости			
Вкус, цвет, запах			

Заключение. В заключении анализируют результаты и делают выводы о влиянии различных способов приготовления теста из смеси ржаной и пшеничной муки на биотехнологические, физико-химические и органолептические показатели качества полуфабрикатов.

Продолжительность брожения определяют по конечной титруемой кислотности.

По окончании брожения тесто разделяют на столе вручную на 2 куса массой 400 и 300 г. Кусок массой 400 г, предназначенный для выпечки формового хлеба, сразу же после формования помещают в предварительно смазанную форму. Второй кусок массой 300 г, предназначенный для выпечки подового хлеба, укладывают на предварительно смазанный железный лист.

Форму и лист помещают для расстойки в термостат, в котором поддерживается температура 30-35 °С и относительная влажность воздуха 75-80 %. Конец расстойки определяют органолептически. Выпечку хлеба проводят в лабораторной электропечи при температуре 220-230 °С. Подовый образец выпекают 30 мин, формовой 45 мин. По окончании выпечки верхнюю корку хлеба смачивают водой и хлеб взвешивают.

Качество хлеба определяют после его остывания по следующим показателям

- масса;
- удельный объем;
- влажность;
- кислотность;
- пористость;
- отношение высоты к диаметру (формоустойчивость) подового хлеба
- органолептическая оценка.

Данные исследований приводят в виде таблицы по форме, представленной в таблице 11.

Таблица 11 - Влияние различных способов приготовления теста на показатели качества хлеба

Наименование показателей	Варианты хлеба с заквасками		
	жидкая	густая	сухая
<i>Данные физико-химического анализа</i>			
Удельный объем, см ³ на 100 г			
Масса хлеба, г			
Влажность, %			
Кислотность, град			
Пористость, %			
Формоустойчивость подового хлеба (H:D), мм			
<i>Данные органолептической оценки</i>			
Правильность формы			
Окраска корки			
Состояние поверхности корки			
Цвет мякиша			
Структура пористости			
Структурно-механические свойства мякиша			
Аромат, запах, вкус и хруст			
Разжевываемость			

Заклучение. В заключении варианты сравнивают между собой и делают вывод о влиянии различных способов приготовления на качество ржано-пшеничного хлеба.

Оборудование и реактивы:

1. Прибор Чижовой
2. Химические стаканы
3. Прибор Елецкого
4. Весы технические
5. Фарфоровая ступка с пестиком
6. Мерный цилиндр
7. Дистиллированная вода
8. Термостат
9. Стакан на 200–250 мл
10. Термометр
11. 0,1 н. Раствор NaOH
12. Фенолфталеин 1 %-ный спиртовой раствор
13. Прибор Журавлева
14. Приспособление для определения пористости
15. Линейка с миллиметровыми делениями

Контрольные вопросы

1. Какие закваски используют для приготовления теста из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки?
2. Как готовят в разводочном цикле густую закваску?
3. Какие смеси жидких культур микроорганизмов используют в разводочном цикле КМКЗ?

Список литературы

1. **Корячкина, С.Я.** Биотехнологические основы хлебопекарного производства: учебно-методическое пособие для вузов / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина. – Орел: ОрелГТУ, 2007 – 59 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: 8-е изд. перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.
2. Елецкий, И.К. Новые данные об активации дрожжей в хлебопечении / И.К. Елецкий, Н.А. Богословский // Хлебопродукты. 1988. - № 9 . С. 37-40.
3. Елисеева, С.И. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на хлебозаводах.– М.: Агропромиздат, 1987.– 192 с.
4. Кнышец, П.А. Биотехнологические свойства дрожжей для производства хлебобулочных изделий / П.А. Кнышец, С.В. Буртасов, В.И. Лунин // Хлебопечение России. 1999. - № 4. – С. 32-34.
5. Козьмина, Н.П. Биохимия хлебопечения. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 440 с.
6. Корячкина, С.Я. Биотехнологические основы хлебопекарного производства: учебно-методическое пособие для вузов / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина. – Орел: ОрелГТУ, 2007 – 59 с.
7. Мазур, П.Я. Молочнокислородное брожение в процессе приготовления ржаного и пшеничного хлеба. / П.Я. Мазур, Л.И. Столяров, С.А. Шеламова, Н.М. Дерканосова. Учебное пособие. – Воронеж: Изд-во ВТИ, 1994. – 64 с.
8. Маслов, И.Н. Технохимический контроль хлебопекарного производства. / И.Н. Маслов, К.Н. Чиждова, Т.И. Шкваркина, Н.В. Запенина, Ф.И. Заглодина – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 396 с.
9. Матвеева, И. В. Биотехнологические основы приготовления хлеба. / И. В. Матвеева, И.Г. Белявская – М.: Де Ли принт, 2001. – 155 с.
10. Пашенко, Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий. – М.: Колос, 2002. – 368 с.
11. Пашенко Л.П. Интенсификация биотехнологических процессов в хлебопечении. – Воронеж, ВГУ 1991. – 208 с.
12. Поландова, Р.Д. Развитие ассортимента хлебопекарных прессованных дрожжей – состояние и перспективы / Р.Д. Поландова, Л.А. Шлепенко // Хлебопечение России. 2005 - № 4. – С. 2-3.
13. Поландова, Р.Д. Методическое руководство по производству жидких дрожжей на хлебопекарных предприятиях. / Р.Д. Поландова, Т.Г. Богатырева– М.: ГосНИИХП 2001. – 54 с.
14. Пучкова, Л.И. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Часть 1. Технология хлеба. / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева – Санкт-Петербург. Гиорд, 2005 - 559 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1. Влияние различных биологических разрыхлителей на качество пшеничного хлеба	4
Тема 2. Влияние различных способов активации дрожжей на качество пшеничного хлеба.	21
Тема 3. Сравнительная оценка способов приготовления хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки.....	27
Библиографический список	32
Содержание	33