

УДК 664.64.022.39

Применение молочнокислых бактерий в производстве ржано-пшеничного хлеба на основе замороженных полуфабрикатов

С.В. КИТАЕВСКАЯ, д-р техн. наук О.А. РЕШЕТНИК
Казанский государственный технологический университет

Канд. техн. наук Н.В. ЛАБУТИНА
Московский государственный университет пищевых производств

*It was established that the bread manufactured from the dough added with lactic acid bacteria *Lactobacillus casei* ТМБ-Д before freezing had the best characteristics: porosity of the soft part of bread increased by 2,8 %, shrinkage decreased by 0,41 %, oven losses reduced by 0,38 % as compared to the control.*

Для решения проблемы снабжения населения разнообразными и высококачественными хлебобулочными изделиями была разработана технология, по которой полуфабрикаты хлебопекарного производства замораживаются на хлебозаводах, а затем выпекаются уже в небольших пекарнях при магазинах [5].

Прерывание или значительное торможение брожения путем замораживания тестовых заготовок дает возможность хлебопекарным предприятиям выпекать хлебобулочные изделия в удобное для них время и в то же время проводить брожение и накопление вкусо- и ароматизирующих веществ в необходимом объеме.

Технологию приготовления хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов используют в странах Западной Европы, Северной Америке и Японии более 20 лет. В пекарнях этих стран из замороженного теста производят до 20 % изделий от общего количества продукции, выпускаемой на малых предприятиях [4].

На сегодняшний день в нашей стране уже несколько заводов в Москве и Санкт-Петербурге предлагают потребителям замороженные полуфабрикаты из слоеного и слоено-дрожжевого теста с начинками, наполнителями и без них. Технология же приготовления замороженных полуфабрикатов ржано-пшеничного и ржаного хлеба еще не отработана. Известно, что ржаная мука характеризуется повышенным содержанием незаменимых аминокислот, витаминов группы В, минеральных элементов и пищевых волокон [3], поэтому ржано-пшеничный и ржаной хлеб должны входить в рацион питания.

В криогенной технологии ржанных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий одним из основных моментов является исследование роли бродильной мик-

рофлоры в процессах замораживания и дефростации полуфабрикатов. Важное значение имеет также повышение жизнеспособности молочнокислых бактерий и дрожжей при воздействии холода на тестовые заготовки [4, 5].

Установлено, что некоторые штаммы молочнокислых бактерий положительно влияют на качество ржано-пшеничного хлеба, выработанного на основе замороженных полуфабрикатов [1].

Различные виды гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий играют существенную роль в создании вкуса и аромата ржаного хлеба. В результате сбраживания сахаров в тесте образуются молочная, уксусная, пропионовая, муравьиная кислоты, спирт и углекислый газ. Гомо- и гетероферментативные лактобациллы осуществляют также протеолиз белков пшеничной и ржаной муки, способствуя накоплению в заквасках и тесте азотсодержащих и водорастворимых веществ [3].

Цель наших исследований – изучение воздействия различных видов молочнокислых заквасок в качестве добавок на созревание полуфабрикатов ржано-пшеничного хлеба после дефростации; определение их влияния на качество готовых изделий.

Для исследований было выбрано три вида сухих молочнокислых заквасок (СМЗ), которые условно назвали препаратами № 1, 2, 3.

В состав СМЗ №1 входит штамм *Lactobacillus casei* ТМБ-Д. Клетки данного штамма имеют вид укороченных палочек с заостренными концами размером 1,5 – 2,0 мкм, располагающихся длинными цепочками. Спор не образуют.

Факультативный анаэроб, грамположительный, каталазоотрицательный, не содержит цитохромы дыхательной цепи, не образует псевдокаталазу, индол, не восстанавливает нитраты в нитриты, не разжижает желатин и пептонизирует молоко. Сбраживает сахарозу, глюкозу, лактозу, мелибиозу; слабо сбраживает рибозу; не сбраживает маннозу, галактозу, арабинозу, трегалозу, мальтозу, раффинозу. Гидролизует крахмал и декстрины. Штамм осуществляет гомоферментативное молочнокислое брожение.

В состав СМЗ №2 входят молочнокислые бактерии *Lactobacillus casei* ТМБ-Д и *Streptococcus faecium* М.

Streptococcus faecium М – факультативный анаэроб, неподвижный, не содержит цитохромы дыхательного пути, не образует каталазу. Штамм осуществляет гомоферментативное молочнокислое брожение.

В состав СМЗ №3 входят *Lactobacillus acidophilus* var. *Coccoideus* М и *Lactobacillus plantarum*.

Штамм *Lactobacillus acidophilus* var. *Coccoideus* М – это грамположительные кокки размером 0,9 мкм, клетки располагаются парами, группами и короткими цепочками. Факультативный анаэроб, неподвижный, каталазоотрицательный, не содержит цитохромы дыхательного пути. Не разжижает желатин, образует аммиак из аргинина, сквашивает и слабо пептонизирует молоко. Сбраживает маннозу, галактозу, арабинозу, трегалозу, мальтозу, сахарозу, глюкозу, лактозу; не сбраживает раффинозу, сорбозу, ксилозу. Осуществляет гомоферментативное молочнокислое брожение.

Клетки штамма *Lactobacillus plantarum* имеют вид укороченных палочек с закругленными концами размером 1,0 – 2,5 мкм, располагающихся под углом попарно или небольшими группами. Штамм спирта и газа не образует, является энергичным кислотообразователем. Факультативный анаэроб, неподвижный, каталазоотрицательный, не содержит цитохромы дыхательного пути. Кроме молочной кислоты синтезирует летучие кислоты (до 11 % от общей кислотности).

В работе использовали прессованные хлебопекарные дрожжи «Ирондель» (Франция) и дрожжи производства г. Буинска (Республика Татарстан).

Тесто готовили на густой закваске (влажностью 49,5 – 50 %) по рецептуре хлеба «Дарницкий» из пшеничной муки I сорта и ржаной обдирной муки в соотношении 40:60, с внесением молочнокислых бактерий в составе СМЗ в количестве 0,1 масс. % к массе муки. Для замеса использовали ледяную воду температурой 2...4

°С. Замешенное тесто разделявали на порции массой 100 г, формовали, упаковывали во влагонепроницаемую полиэтиленовую пленку и замораживали в морозильной камере при температуре –28...–30 °С в течение 2 ч. В замороженном виде образцы выдерживали 20 – 22 ч при температуре –18...–20 °С. Дефростацию производили при 40...45 °С в течение 1 – 1,5 ч до достижения температуры в центре заготовки 18...20 °С, затем формовали тестовые заготовки массой 300 г и помещали в расстойный шкаф. Тестовые заготовки выпекали в хлебопекарной камере при температуре 200 – 220 °С в течение 40 – 45 мин. Выпеченные изделия охлаждали в естественных условиях и через 18 – 20 ч анализировали.

Для определения числа клеток молочнокислых бактерий производили глубинный посев подготовленных проб теста (до и после замораживания) на среду Рогоза, для определения числа дрожжевых клеток – поверхностный посев на сусло-агар.

Чашки Петри инкубировали трое суток при температуре (37 ± 1) °С для молочнокислых бактерий и (30 ± 1) °С для дрожжей. Выросшие колонии микроскопировали и устанавливали принадлежность их к определенным родам микроорганизмов, учитывая морфологические признаки, отношение к окраске по Граму, подвижность, наличие каталазы.

За опытные варианты № 1, 2, 3 приняты образцы полуфабрикатов и готовых изделий, в которые были внесены соответственно препараты № 1, 2, 3, за контрольный вариант – образцы без молочнокислых бактерий.

Характер изменения кислотности исследуемых проб теста после дефростации зависел от видового состава молочнокислых бактерий, вносимых в полуфабрикаты перед замораживанием в составе СМЗ.

В процессе брожения во всех образцах ржано-пшеничного теста увеличивалось значение титруемой кислотности, вследствие чего сокращалась продолжительность брожения, а также расстойки. Выявлено, что в образцах теста с внесением *Lactobacillus casei* ТМБ-Д (препарат № 1) процесс созревания теста протекал наиболее интенсивно: при этом продолжительность брожения сокращалась на 20 мин по сравнению с контролем.

В табл. 1 приведены данные по влиянию отрицательных температур на выживаемость бродильной микрофлоры ржано-пшеничного теста (молчнокислых бактерий и дрожжей).

При воздействии холода на тестовые заготовки гибель как дрожжей, так и молочнокислых бактерий при-

Таблица 1

Влияние замораживания на бродильную микрофлору ржано-пшеничного теста

Образцы полуфабрикатов	Количество клеток в 1 г теста			
	Б		И	
	Дрожжи, ед. · 10 ⁸	МКБ, ед. · 10 ⁹	Дрожжи, ед. · 10 ⁸	МКБ, ед. · 10 ⁹
Контроль:				
до замораживания	77 ± 3	52 ± 3	79 ± 2	52 ± 3
после замораживания	68 ± 2	46 ± 2	70 ± 3	46 ± 2
Выживаемость, %	88,3	88,5	88,6	88,6
Вариант № 1:				
до замораживания	78 ± 3	120 ± 2	78 ± 2	120 ± 3
после замораживания	71 ± 3	110 ± 2	72 ± 2	110 ± 2
Выживаемость, %	91	90,9	92,3	91,7
Вариант № 2:				
до замораживания	77 ± 3	120 ± 3	79 ± 2	121 ± 2
после замораживания	70 ± 2	109 ± 2	71 ± 3	109 ± 3
Выживаемость, %	90	89,9	89,9	90,1
Вариант № 3:				
до замораживания	77 ± 3	121 ± 3	78 ± 2	121 ± 2
после замораживания	70 ± 3	109 ± 2	71 ± 2	110 ± 3
Выживаемость, %	90	90,1	89,7	90,9

Примечание. МКБ – молочнокислые бактерии; Б – замес производился на дрожжах производства г.Буинска; И – на дрожжах "Ирондель" (Франция).

мерно одинакова и в среднем составила 10 – 12 %. Однако в опытных вариантах (с внесением СМЗ) количество клеток молочнокислых бактерий 2 – 2,5 раза выше, чем в контрольных образцах. Наиболее криоустойчивыми оказались молочнокислые бактерии, входящие в состав препарата № 1 (см. табл.1).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что

Таблица 2

Влияние видового состава молочнокислых бактерий на качество ржано-пшеничного хлеба, вырабатываемого из замороженного теста

Показатель	Контроль		Хлеб, приготовленный с препаратами					
			№ 1		№ 2		№ 3	
	Б	И	Б	И	Б	И	Б	И
Влажность, %	47,3	47,2	47,5	47,5	47,5	47,6	47,5	47,5
Кислотность, град	7,9	7,8	7,9	7,8	7,9	7,9	7,9	7,9
Пористость, %	59,1	59,2	61,9	61,8	57,0	57,0	58,4	59,5
Упек, %	8,70	8,70	8,32	8,31	8,90	8,85	8,50	8,52
Усушка, %	3,21	3,20	2,80	2,81	3,05	3,10	3,54	3,60

показатели качества ржано-пшеничного хлеба изменяются в зависимости от вида молочнокислых бактерий, вносимых в тесто в составе СМЗ перед замораживанием.

Физико-химические показатели проб хлеба, выработанных с использованием буинских дрожжей и дрожжей «Ирондель», практически не отличались, что, по видимому, объясняется их одинаковым отношением к замораживанию. Наилучшие показатели имел хлеб, изготовленный из теста с добавлением в него перед замораживанием *Lactobacillus casei* ТМБ-Д (препарат № 1): пористость мякиша увеличилась на 2,8 %, усушка уменьшилась на 0,41 %, упек снизился на 0,38 % по сравнению с контролем (табл. 2).

Сенсорная оценка готовых изделий показала, что хлеб, приготовленный из замороженных полуфабрикатов с внесением молочнокислых бактерий *Lactobacillus casei* ТМБ-Д, обладает улучшенными ароматом и вкусовыми качествами. Это может быть обусловлено тем, что данный штамм молочнокислых бактерий оказывает стимулирующее воздействие на дрожжевые клетки за счет подкисления среды до оптимальных для них значений и, по-видимому, улучшения их питания в результате повышения количества редуцирующих сахаров и азотсодержащих соединений.

Аналогичные результаты получены при внесении молочнокислых бактерий *Lactobacillus casei* ТМБ-Д в состав СМЗ на стадии замеса ржаной головки с последующим ее формированием и замораживанием.

Таким образом, наилучшие показатели качества полуфабрикатов достигаются при добавлении в них молочнокислых бактерий *Lactobacillus casei* ТМБ-Д, вносимых в виде СМЗ. Внесение в ржано-пшеничные полуфабрикаты перед замораживанием данного вида молочнокислых бактерий позволяет сохранить в большем количестве клетки микроорганизмов в активном состоянии, повысить криозащитные свойства полуфабрикатов и улучшить качество готовых изделий.

Список литературы

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Дробот В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности. – Киев, 1988.
3. Квасников Е.И., Нестеренко О.А. Молочнокислые бактерии и пути их использования. – М., 1975.
4. Кретов И. Г., Барбашин А.М. О производстве хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов //Хлебопечение России.2001.№ 2.
5. Процесс замораживания в отечественном хлебопечении / О.А. Усцелёмова, Р.Д. Поландова, И.П. Петраш // Хлебопечение России.1997.№ 3.