

УДК 664.655.016.8

Способы стабилизации криозащитных свойств полуфабрикатов ржано-пшеничного хлеба

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

Московский государственный университет пищевых производств

Optimum parameters for the process of freezing and defrosting in production of the rye-wheat bread using the frozen semi-prepared products are established.

На многих крупных хлебозаводах разработаны технологии по производству слоеных мелкоштучных пшеничных изделий на основе замороженных полуфабрикатов, но нет линий по выработке хлеба из замороженных ржаных и ржано-пшеничных полуфабрикатов. Это связано с низкими технологическими возможностями известных криотехнологий в хлебопечении, невозможностью длительного хранения полуфабрикатов вследствие снижения их свойств и качества выпускаемого хлеба из-за гибели значительной части бродильной микрофлоры.

Молочнокислые бактерии и дрожжи играют важную роль в приготовлении хлеба. Совместная деятельность этих групп микроорганизмов обуславливает соответствующее качество готового хлеба. Молочнокислые бактерии оказывают в основном стимулирующее воздействие на дрожжевые клетки за счет подкисления среды до оптимальных пределов, подавления конкурентных дрожжам видов микробов (гнилостных бактерий, маслянокислых бацилл и т.д.), улучшения их питания в результате повышения количества доступных азотсодержащих соединений [2].

Молочнокислые бактерии оказывают большое влияние на вкус и запах готового хлеба, которые во многом определяются соотношением молочной и летучих кислот, а также ароматическими органическими соединениями, образующимися в результате метаболизма молочнокислых бактерий [1].

Поэтому в криотехнологии хлебобулочных изделий основное внимание уделяют технологическим параметрам процессов приготовления полуфабрикатов, замораживания и размораживания, обеспечивающим сохранение клеток бродильной микрофлоры в активном состоянии и хорошее качество продукции.

Существуют различные мнения об оптимальных режимах процесса замораживания – дефростации полуфабрикатов хлебобулочных изделий. В нашей стране и за рубежом проводятся исследования по определению оптимальных режимов замораживания, размораживания и хранения теста и готовых полуфабрикатов из него [3 – 6].

Зарубежные исследователи рекомендуют замешивать тесто на ледяной воде, формовать из него тесто-

вые заготовки и немедленно помещать их в морозильную камеру, таким образом время брожения полуфабрикатов перед замораживанием сводится к минимуму. Однако некоторые отечественные специалисты предлагают криотехнологию хлебобулочных изделий, по которой продолжительность брожения теста перед замораживанием составляет 20 – 30 мин.

По данным японских специалистов, лучше всего замораживать тесто при температуре $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$ в потоке воздуха со скоростью 3 – 4 м/с. В США тесто для хлебобулочных изделий замораживают при температуре воздуха $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ и его скорости 3 м/с. В нашей стране тестовые заготовки замораживают в интервале температур $-18\text{...}-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3, 5].

Неоднозначно мнение специалистов и об оптимальном ведении дефростации тестовых заготовок хлебобулочных изделий. Так, некоторые отечественные исследователи рекомендуют вести размораживание в обычных условиях при $22\text{...}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ или при более высоких температурах, например 36 и $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, другие считают оптимальным двухстадийный режим дефростации, т.е. вести размораживание при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до достижения данной температуры в центре заготовки с последующим размораживанием при $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. По данным зарубежных специалистов, лучше всего совмещать повышенные температуры в интервале $30\text{...}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ с обдувом воздухом ($v = 1\text{...}2$ м/с) [4 – 6].

Цель наших исследований – изучение влияния различных режимов процесса замораживания – дефростации полуфабрикатов ржано-пшеничного хлеба на выживаемость бродильной микрофлоры и качество готовых изделий, а также определение оптимальных режимов данного процесса. Использовались прессованные хлебопекарные дрожжи «Ирондель» (Франция) и дрожжи, произведенные в г. Буинске (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. Замешенное тесто разделявали на порции массой 100 г, формовали, упаковывали во влагонепроницаемую полиэтиленовую пленку и помещали в морозильную камеру. Через сутки полуфабрикаты дефростировали до достижения температуры в центре заготов-

ки 18...20 °С, 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 анализировали через 18 – 20 ч.

Первым этапом наших исследований явилось определение продолжительности брожения полуфабрикатов ржано-пшеничного хлеба до замораживания, при которой лучше сохраняется активность бродильной микрофлоры и выше качество готовых изделий.

Выживаемость дрожжей и молочнокислых бактерий в зависимости от продолжительности брожения теста перед замораживанием приведена в табл. 1.

Анализ данных, приведенных в табл. 1, показывает, что замес ржано-пшеничного теста на ледяной воде с немедленным формованием и замораживанием тестовых заготовок позволяет лучше сохранить жизнеспособность клеток дрожжей и молочнокислых бактерий. Полученные данные коррелируют с физико-химическими показателями качества готовых изделий.

Следующий этап исследований – изучение влияния режима замораживания тестовых заготовок ржано-пшеничного хлеба на выживаемость клеток бродильной микрофлоры и качество готовых изделий.

В табл. 2 представлены данные по влиянию различных режимов замораживания ржано-пшеничного теста на жизнеспособность молочнокислых бактерий и дрожжей.

Результаты, представленные в табл. 2, показывают, что на выживаемость молочнокислых бактерий и дрожжей существенно влияет температурный режим замораживания тестовых заготовок. Двухэтапный режим замораживания позволяет сохранить максимальное количество клеток молочнокислых бактерий и дрожжей в активном состоянии по сравнению с другими режимами.

Таблица 1

Время брожения, мин	Выживаемость бродильной микрофлоры теста, %			
	И		Б	
	Дрожжи	МКБ	Дрожжи	МКБ
0 (ЛВ)	86,2	86,6	86,4	86,5
0	85,4	86,9	85,5	87,0
20	86,0	86,3	86,2	86,3
40	76,5	80,1	76,8	80,4
60	62,4	73,6	62,0	73,4
80	57,2	67,7	56,9	67,8

Примечание. Б – замес производился на дрожжах производства г. Буинска; И – на дрожжах "Ирондель"; МКБ – молочнокислые бактерии; ЛВ – ледяная вода.

Таблица 2

Температурный режим замораживания, °С	Выживаемость бродильной микрофлоры теста, %			
	И		Б	
	Дрожжи	МКБ	Дрожжи	МКБ
-18...-20	83,3	80,8	83,5	80,9
-30...-32	81,8	87,7	82,1	87,7
Двухэтапный: 1. -30...-32 2. -18...-20	87,1	87,9	86,9	88,0

Анализ физико-химических показателей качества готовых изделий также свидетельствует о том, что лучшие результаты получены при быстром замораживании тестовых заготовок при -30...-32 °С в течение 1,5 – 2 ч с последующим выдерживанием их при температуре -18...-20 °С.

Установлено также, что дрожжи, произведенные в г. Буинске, и дрожжи «Ирондель» (Франция) практически одинаково реагируют на воздействие отрицательных температур. Поэтому в дальнейших исследованиях при замесе теста использовали буинские дрожжи, как более доступные и широко применяемые на производстве.

Для исследований были выбраны режимы дефростации полуфабрикатов, рекомендуемые специалистами при производстве хлебобулочных изделий с применением криотехнологии [4 – 6].

Анализ данных по влиянию различных режимов замораживания на выживаемость бродильной микрофлоры тестовых заготовок (табл. 3) показал, что сохранить клетки молочнокислых бактерий и дрожжей в ак-

Таблица 3

Параметры режима дефростации	Выживаемость бродильной микрофлоры теста, %	
	Дрожжи	МКБ
t = 22...25 °С	86,2	85,8
СВ-лучи	87,1	85,7
t ₁ = 0 °С; t ₂ = 30 °С	80,0	83,6
t = 36...38 °С	86,8	85,2
t = 40...45 °С	88,3	88,5
t = 30 °С с обдувом (v воздуха 1 – 2 м/с)	87,9	88,0
t = 40 °С с обдувом (v воздуха 1 – 2 м/с)	82,4	82,9

Таблица 4

Условия дефростации	Продолжительность технологического процесса, мин			Показатели качества готового изделия				
	Дефростация	Расстойка	Выпечка	Влажность, %	Кислотность, град	Пористость, %	Упек, %	Усушка, %
$t = 22...25\text{ }^{\circ}\text{C}$	240	170	55	47,4	7,8	59,1	8,7	3,3
СВ-лучи	4	150	60	47,1	7,6	59,0	8,9	3,6
$t_1 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}; t_2 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$	300	205	60	47,9	8,1	58,2	9,4	4,0
$t = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$	180	190	55	47,8	7,5	58,5	9,1	3,5
$t = 40...45\text{ }^{\circ}\text{C}$	90	150	55	47,3	7,9	59,1	8,7	3,2
$t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ с обдувом воздухом	70	150	55	47,8	7,6	58,7	9,0	3,6
$t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ с обдувом воздухом	90	150	55	47,5	7,9	59,0	8,8	3,7

тивном состоянии позволяют следующие режимы дефростации:

- при температуре 40...45 °С без обдува воздухом;
- при температуре 30 °С с обдувом (скорость подачи воздуха 1 – 2 м/с);
- при обычных условиях (температура 22...25 °С без обдува воздухом);
- в СВ-печи.

Оптимальным, на наш взгляд, является размораживание тестовых заготовок при температуре 40...45 °С. Следует особо отметить, что при этом режиме дефростации не требуется дополнительного оборудования (микроволновая печь, обдув воздухом).

Анализ физико-химических показателей качества ржано-пшеничного хлеба, выработанного на основе замороженного теста, также подтвердил, что оптимальным режимом является размораживание при температуре 40...45 °С.

Параметры технологического процесса и показатели качества готовых изделий при различных условиях дефростации приведены в табл. 4.

Кроме того, сенсорная оценка исследуемых образцов показала, что при соблюдении оптимальных режимов замеса, замораживания и размораживания теста увеличивается объем хлеба, мякиш становится более нежным, улучшаются структура пористости, вкус и аромат готовых изделий.

Аналогичные результаты были получены при оптимизации технологических параметров процесса замораживания – дефростации ржаной закваски.

Таким образом, нами были установлены оптимальные параметры процесса замораживания – дефростации при производстве ржано-пшеничного хлеба с использованием замороженных полуфабрикатов.

1. Время брожения полуфабрикатов перед замораживанием должно быть минимальным, т.е. при замесе следует использовать ледяную воду ($t = 2...4\text{ }^{\circ}\text{C}$); после замеса формировать, упаковывать и немедленно замораживать тестовые заготовки.

2. Замораживание полуфабрикатов необходимо производить при $-30...-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 1,5 – 2 ч с последующим выдерживанием при температуре $-18...-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3. Дефростацию тестовых заготовок целесообразно вести при 40...45 °С до достижения температуры в центре тестовой заготовки 18...20 °С.

Соблюдение указанных параметров технологического процесса позволяет сохранить клетки молочнокислых бактерий и дрожжей в активном состоянии и получить качественные готовые изделия, вырабатываемые на основе замороженных полуфабрикатов ржано-пшеничного хлеба.

Список литературы

1. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Квасников Е.И., Нестеренко О.А. Молочнокислые бактерии и пути их использования. – М., 1975.
3. Тешитель О.В., Пшенишнюк Г.Ф. Влияние продолжительности брожения теста на свойства быстрозамороженных заготовок и клейковины // Известия вузов. Пищевая технология. – 1988. № 2.
4. Berglund P., Stelton P., Freeman T. Frozen bread dough duration ultrastructure as affected by frozen storage and freeze-thaw cycles // Cereal Chem. 1991, – 68, № 1.
5. Bonnardet P., Hubert M. Precuit surgeleprecuit frais. // Strateg. Gourmand. 1988. № 115, 62.
6. Brummer J.M. Tiefkuhlverhalten von Backhefe in Teigen für die Herstellung von Weizenkleingeback. // Getreide Mehllund Brot. 1988.42, № 7.