

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ В ТЕСТО ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ РЖАНОЙ МУКИ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

*Т. А. Гуринова, А. Г. Пискижова, В. П. Папко*

Изучены двухфазный и трехфазный способы внесения ферментированного полуфабриката на основе бактериального концентрата в тесто при производстве ржано-пшеничного хлеба. Получены уравнения регрессии, позволяющие оптимизировать основные технологические параметры тестоведения (кислотность ферментированного полуфабриката, количества муки вносимой с ферментированным полуфабрикатом, время брожения теста). Показано, что наилучшими показателями качества обладают ржано-пшеничные хлебобулочные изделия, полученные при трехфазном способе тестоведения с использованием жидкой диспергированной фазы.

### Введение

Основой традиционных технологий изготовления ржано-пшеничных сортов хлеба является приготовление густых и жидких высококислотных хлебных полуфабрикатов – заквасок. Технология их получения отличается трудоемкостью, непрерывным режимом приготовления в производственном цикле. Учитывая, что на данный момент возрастает число предприятий малой мощности и мини-пекарен, работающих в дискретном режиме, актуальным является вопрос разработки технологии получения хлебных заквасок, учитывающей периодичность работы предприятия. При этом закваски, изготовленные по новой технологии должны обеспечивать показатели качества ржано-пшеничного хлеба (вкус, аромат, внешний вид, сроки хранения) на уровне хлебных изделий, приготовленных по традиционной технологии.

В качестве закваски предложено использование ферментированного полуфабриката (далее ФП), полученного на основе бактериальных концентратов (*Lactococcus*) молочного производства, который адаптирован к условиям хлебопекарного производства [1].

Целью настоящих исследований является подбор оптимального способа тестоведения ржано-пшеничного хлеба на основе ФП.

### Результаты исследований и их обсуждение

В работе использовали бактериальные концентраты *Lactococcus* ТВ-М 5Е.А., которые обладают следующими показателями качества:

- оптимальные значения температуры жизнедеятельности (35–45 °С);
- рН питательной среды (4,5–5,2);
- кислотность сброживаемого продукта (в пределах 100–120 °Т);
- способность сброживать сахара: галактозу, мальтозу, рибозу [2].

Поскольку в рецептуру хлебобулочных изделий входят такие компоненты, как соль и сахар, которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность микрофлоры, был проведен анализ внесения данных компонентов в питательную среду для первоначальной адаптации к ним бактериальных концентратов.

В качестве контрольного образца использовали питательную среду из 100 % молочной сыворотки (образец № 1). В процессе опытов жидкая фаза питательной среды заменялась на 100 % сахарного (1 %) раствора (образец № 2), а также на 50 % (образец № 3), 30 % (образец № 4) и 20 % (образец № 5). Кроме того готовилась питательная среда, состоящая из сахарного (1 %) и солевого (0,1 %) растворов соотношении 3:1, которой заменялась молочная сыворотка в количестве 50 % (образец № 6), 30 % (образец № 7) и 20 %

(образец № 8).

На первом этапе изучали накопление кислотности ФП в течение 24 часов и конечную активность микрофлоры. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты накопления кислотности

Время, ч	№ образца							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Кислотность, град							
Нач	5,4	2,0	3,6	3,4	4,2	4,4	3,2	4,6
1	7,0	2,8	3,8	4,0	4,6	4,6	4,6	5,4
2	7,6	3,0	3,8	5,0	4,8	4,8	5,4	6,2
3	8,0	3,6	5,2	5,4	5,4	5,4	5,6	6,4
8	11,8	12,6	11,0	10,2	12,6	12,6	11,6	12,2
12	15,8	14,0	14,8	14,6	14,8	14,8	16,6	14,0
16	19,6	15,2	18,4	19,0	16,8	17,8	20,4	16,6
24	22,8	16,4	21,6	22,6	19,4	19,4	23,2	18,0
	Активность, мин							
24	25	45	35	30	33	32	32	25

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что в течение 8 часов кислотность накапливается незначительно, в пределах 3–5 %, причем образец № 1 имеет большее накопление, т.к. изначально кислотность была выше. После 12 часов наблюдается скачок кислотности, который наиболее характерен для образцов № 1, 4, 7. При 24-часовом цикле данные образцы к 16 ч брожения имеют необходимую кислотность, в последние 8 ч брожения кислотность не выходит за пределы диапазона. Такая кислотность соответствует параметрам концентрированной молочнокислой закваске (далее КМКЗ), используемой для производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий [3]. Дальнейшие исследования проводились с использованием ФП на питательных средах № 1, 4, 7.

На втором этапе изучали возможность использования двух- и трехфазных способов внесения в тесто ФП на основе бактериальных концентратов (*Lactococcus*).

Для подбора оптимальных технологических параметров тестоведения разработали математическую модель с использованием универсальной статистической графической системы STATGRAPHICSPlus. В качестве независимых факторов были выбраны параметры  $X_1$  (количество муки, вносимой с ФП 5–15 %),  $X_2$  (кислотность ФП 14–28 град),  $X_3$  (время брожения теста 90–150 мин).

В качестве параметров оптимизации принимали органолептические и физико-химические показатели полуфабриката и готового хлеба:  $Y_1$  – кислотность теста,  $Y_2$  – пористость хлеба,  $Y_3$  – удельный объем хлеба,  $Y_4$  – балльная оценка качества хлеба. Комбинации уровней факторов представлены в таблице 2.

Контрольный образец готовили по унифицированной рецептуре с содержанием пшеничной муки 1 сорта 40 %, ржаной обдирной 60 %, дрожжей прессованных 1,0 %, а также соли поваренной 1,5 %.

Для каждой комбинации уровней факторов проводились пробные выпечки двухфазным способом тестоведения (ФП → тесто). Полученные изделия через 12 ч хранения анализировались по органолептическим и физико-химическим показателям, представленным в таблице 3.

По результатам проведенного анализа критериев оценки был осуществлен перевод управляемых факторов в стандартизированный масштаб, а также была проведена статистическая обработка экспериментальных данных.

Таблица 2 – Комбинация уровней факторов

№ образца	Количество муки, вносимой с ФП, X <sub>1</sub> , %	Кислотность ФП, X <sub>2</sub> , град	Время брожения теста, X <sub>3</sub> , мин
1	10,0	32,0	120,0
2	10,0	9,0	120,0
3	10,0	21,0	70,0
4	5,0	14,0	150,0
5	10,0	21,0	120,0
6	15,0	14,0	90,0
7	1,6	21,0	120,0
8	15,0	14,0	150,0
9	10,0	21,0	170,0
10	18,4	21,0	120,0
11	15,0	28,0	90,0
12	15,0	28,0	150,0
13	5,0	14,0	90,0
14	5,0	28,0	90,0
15	5,0	28,0	150,0

Таблица 3 – Результаты параметров оптимизации

№ образца	Y <sub>1</sub> Кислотность теста, град	Y <sub>2</sub> Пористость, %	Y <sub>3</sub> Удельный объём, см <sup>3</sup> /100 г	Y <sub>4</sub> Балльная оценка
1	6,8	49	246	63,0
2	2,4	50	222	54,8
3	4,4	48	246	63,4
4	2,8	52	282	64,6
5	6,4	55	308	70,2
6	3,6	54	320	62,6
7	5,0	46	256	66,7
8	4,2	48	323	61,8
9	7,0	53	312	70,2
10	9,0	54	306	56,0
11	7,0	59	294	55,1
12	9,8	72	265	46,7
13	3,4	70	352	68,2
14	6,4	52	271	78,8
15	6,8	43	302	56,6

Получены уравнения регрессии (1)–(4), адекватно описывающие зависимость исследуемых показателей качества готового ржано-пшеничного хлеба от параметров тестоведения (кислотность ФП, количество муки, вносимой с ФП, время брожения теста).

$$Y_1 = -7,000 + 0,150 \cdot X_1 + 0,870 \cdot X_2 - 0,014 \cdot X_2^2; \quad (1)$$

$$Y_2 = 162,000 - 7,000 \cdot X_1 - 3,500 \cdot X_2 - 0,600 \cdot X_3 + 0,180 \cdot X_1 X_2 + 0,030 \cdot X_1 X_3 + 0,014 \cdot X_2 X_3; \quad (2)$$

$$Y_3 = 132,000 + 16,000 \cdot X_2 - 0,380 \cdot X_2^2; \quad (3)$$

$$Y_4 = -34,000 + 3,700 \cdot X_1 + 6,400 \cdot X_2 + 0,360 \cdot X_3 - 0,120 \cdot X^2 - 0,10 \cdot X_1 X_2 - 0,080 \cdot X_2^2 - 0,017 \cdot X_2 X_3 \quad (4)$$

Представленная система уравнений дает возможность определять оптимальные технологические режимы приготовления теста на основе ФП с внесением бактериального концентрата:

- при кислотности ФП 21 град, количество муки, вносимой с ФП, 10 % и время брожения теста 120 мин;
- при кислотности ФП 28 град, количество муки, вносимой с ФП, 5 % и время брожения теста 90 минут.

Органолептическая оценка исследуемых изделий показала, что образцы имеют слабовыраженный, хлебный вкус и аромат; окраска корки темно-коричневая; поверхность корки слегка пузырчатая, имеются крупные трещины и подрывы; цвет мякиша имеет сероватый оттенок; структура пористости – поры различной величины, распределены неравномерно; мякиш мягкий, заминающийся.

Для получения требуемых потребительских свойств ржано-пшеничных изделий при дискретном режиме работы исследовался трехфазный способ приготовления ржано-пшеничного теста на жидкой диспергированной фазе (далее ЖДФ) представленный на рисунке 1.

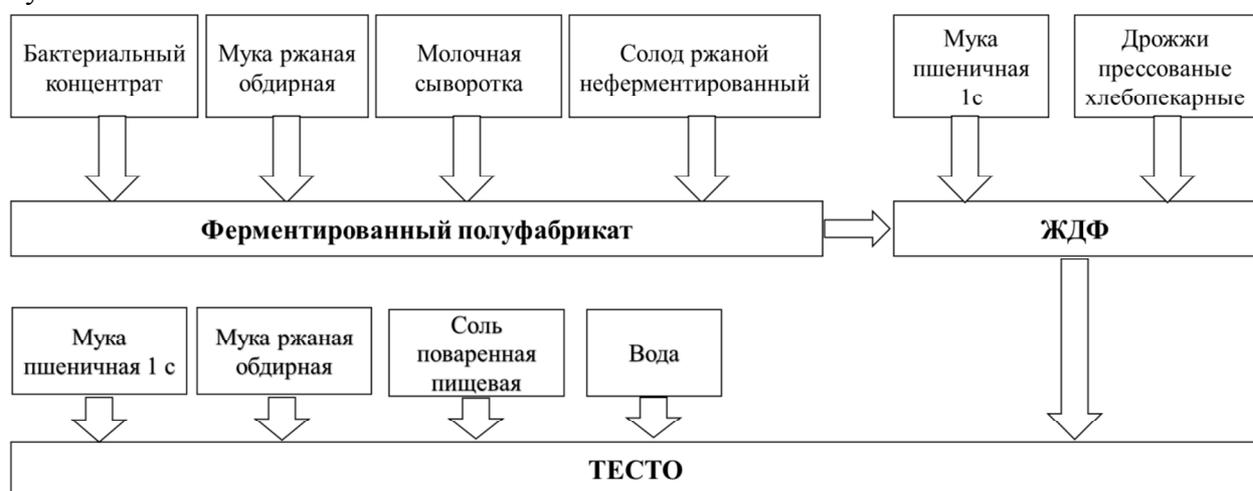


Рисунок 1 – Трехфазный способ приготовления ржано-пшеничного теста

Для приготовления ЖДФ смесь, состоящую из пшеничной муки, ФП из бактериального концентрата, воды и всего дополнительного сырья по рецептуре, за исключением соли, подвергали диспергированию до получения однородной суспензии и дальнейшему брожению в течение 30 мин при температуре 30 °С. При замесе теста в оставшуюся муку (ржаную и пшеничную) вносили ЖДФ, солевой раствор согласно рецептуре. Брожение теста осуществляли в течение 120 мин до достижения кислотности 8–9 град.

Полученное тесто по органолептической оценке обладало реологическими характеристиками, газо- и формоудерживающей способностью, соответствующими полуфабрикату для этой группы продукции.

Из полученных образцов теста проводили пробные лабораторные выпечки. Анализ качества готовых хлебобулочных изделий показал, что они обладают органолептическими и физико-химическими показателями соответствующими технически нормативно-правовому акту (далее ТНПА) на ржано-пшеничные изделия, а именно: пористость 66 %, балльная оценка 80,3 балла. Имеют выраженный, характерный хлебный вкус и аромат; поверхность корки достаточно гладкая, глянцевая; цвет мякиша с сероватым оттенком; структура пористости – поры мелкие и средние; тонкостенные, распределены достаточно равномерно; мякиш мягкий, эластичный, хорошо разжевывается.

Таким образом, проведенные исследования показали, что при использовании ФП из бактериального концентрата (*Lactococcus*) тестоведение целесообразно осуществлять в три стадии с применением ЖДФ.

### **Заключение**

В результате проведенных исследований определены зависимости показателей качества ржано-пшеничного хлеба от основных технологических параметров тестоведения. Установлены оптимальные технологические параметры при различной кислотности ферментированного полуфабриката:

- кислотность ферментированного полуфабриката 21, 28 град;
- количество муки, вносимой с ферментированным полуфабрикатом, 5 %, 10 %;
- время брожения теста 120, 90 минут.

Изучены двух- и трехфазные способы тестоведения на основе ферментированного полуфабриката с внесением бактериального концентрата. Предложен способ приготовления ржано-пшеничного теста на жидкой диспергированной фазе для получения хлебобулочных изделий стабильного качества на предприятиях, работающих в дискретном режиме.

### **Литература**

- 1 Получение ферментированного полуфабриката из ржаной муки с внесением бактериальных концентратов/ Т.А. Гуринова, А.Г. Авраменко, А. Г. Пискижова // Вестник МГУП. – 2017. – № 1(22). – С. 13–17.
- 2 Информационный портал (Электронный ресурс) – Научно-производственное республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт мясо-молочной промышленности» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию». – Режим доступа: <http://www.instmmp.by>. – Дата доступа: 20.09.2017.
- 3 Сборник технологических инструкций по производству хлебобулочных изделий. – Минск: Бизнесофсет, 2010. – 684 с.

*Поступила в редакцию 29.12.2017*