УДК 664.66.037.5:635.24

Л.Г. Ермош, И.П. Березовикова

ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ ИЗ ТОПИНАМБУРА

Разработана технология и рецептура хлебобулочных изделий из замороженных дрожжевых полуфабрикатов с использованием муки из топинамбура. Установлено, что мука топинамбура является хорошим структурообразователем и стабилизатором замороженных дрожжевых полуфабрикатов и может конкурировать с хлебопекарными улучшителями, используемыми в данной технологии. Исследовано влияние муки топинамбура на органолептические, физико-химические показатели замороженных полуфабрикатов и готовых изделий из них. Экспериментально подтверждена возможность хранения замороженных полуфабрикатов с мукой из топинамбура в течение 30 суток.

Хлебобулочные изделия, мука из топинамбура, интенсивное замораживание, срок хранения.

Введение

В настоящее время в хлебопекарной отрасли активно используется технология производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов. Данная технология позволяет получить готовые изделия в максимально короткие сроки. В процессе замораживания и низкотемпературного хранения в полуфабрикатах происходят физико-химические изменения, приводящие к изменению бродильной микрофлоры, повреждению клейковины, перекристаллизации воды и др., что отрицательно влияет на качество готовой продукции. Для производства хлебобулочных изделий со стадией шоковой заморозки применяют хлебопекарные улучшители и различные виды гидроколлоидов, которые позволяют сохранить качество изделий в результате низкотемпературного хранения, дефростации и выпечки, например, хлебопекарный улучшитель «Фрости» (ООО «Ирекс»). В состав «Фрости» входят мука пшеничная, сухая клейковина, пшеничная солодовая мука, ферменты, аскорбиновая кислота, глюкоза, ацетат кальция, фосфат кальция трехзамещенный, эмульгатор (Е472е). Источником природных гидроколлоидов (пищевых волокон, белков) являются продукты переработки топинамбура, в том числе мука. Это дает возможность рассматривать использование муки топинамбура не только для обогащения хлебобулочных изделий, но и в качестве структурообразователя при производстве хлебобулочных изделий по технологии интенсивного замораживания.

Цель исследования – разработка и обоснование технологии хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов с заменой в рецептуре части пшеничной муки на муку из топинамбура.

Задачи исследования:

– разработка технологических параметров производства изделий из замороженного дрожжевого теста с использованием муки из топинамбура;

– определение физико-химических, органолептических показателей качества дефростированных полуфабрикатов после 30 суток низкотемпературного хранения;

– оценка качества выпеченных изделий из замороженных полуфабрикатов.

Материалы и методы исследований

Материалы исследований: контрольные образцы – полуфабрикаты и готовые изделия из дрожжевого теста, приготовленные на основе рецептуры и технологии компании «Ирекс» с использованием хлебопекарного улучшителя «Фрости» (ТУ 9291-022-18256266-02).

Экспериментальные образцы – разработанные полуфабрикаты и готовые изделия из дрожжевого теста с заменой 10 % пшеничной муки на муку топинамбура.

Методы исследований: определение физико-химических, структурно-механических, органолептических показателей проводили в соответствии с требованиями ГОСТа [1]. Органолептические показатели готовых изделий определяли в соответствии с балльной оценкой качества хлеба по методике, разработанной кафедрой технологии хлебопекарного производства МГУПП [6].

Замораживание полуфабрикатов проводили в аппарате интенсивного охлаждения и шоковой заморозки (PF 031 AF CHILLY GN1) до температуры внутри полуфабриката –18,0±1,0 °С. Низкотемпературное хранение (при –18,0±1,0 °С) осуществляли в течение 30 дней. Дефростацию полуфабрикатов проводили в два этапа: при комнатной температуре до температуры внутри изделий 10 °С, далее в пароконвектомате при температуре 30 °С – 15 мин.

Выпечку изделий производили в пароконвекционном аппарате XV 303J (UNOX) при Т = 210 °С, пар 10 % до Т = 90 °С внутри изделия и образования светло-коричневого колера на поверхности изделия.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Statistica 6.0. Для оценки изменений использовались непараметрические тесты (критерии Манна-Уитни, Уилкоксона). При сравнении средних значений для двух выборок и множественном сравнении средних разница считалась достоверной при 95%-м уровне значимости ($p < 0,05$).

Принципиальная схема производства замороженных полуфабрикатов и готовых изделий представлена на рис. 1.

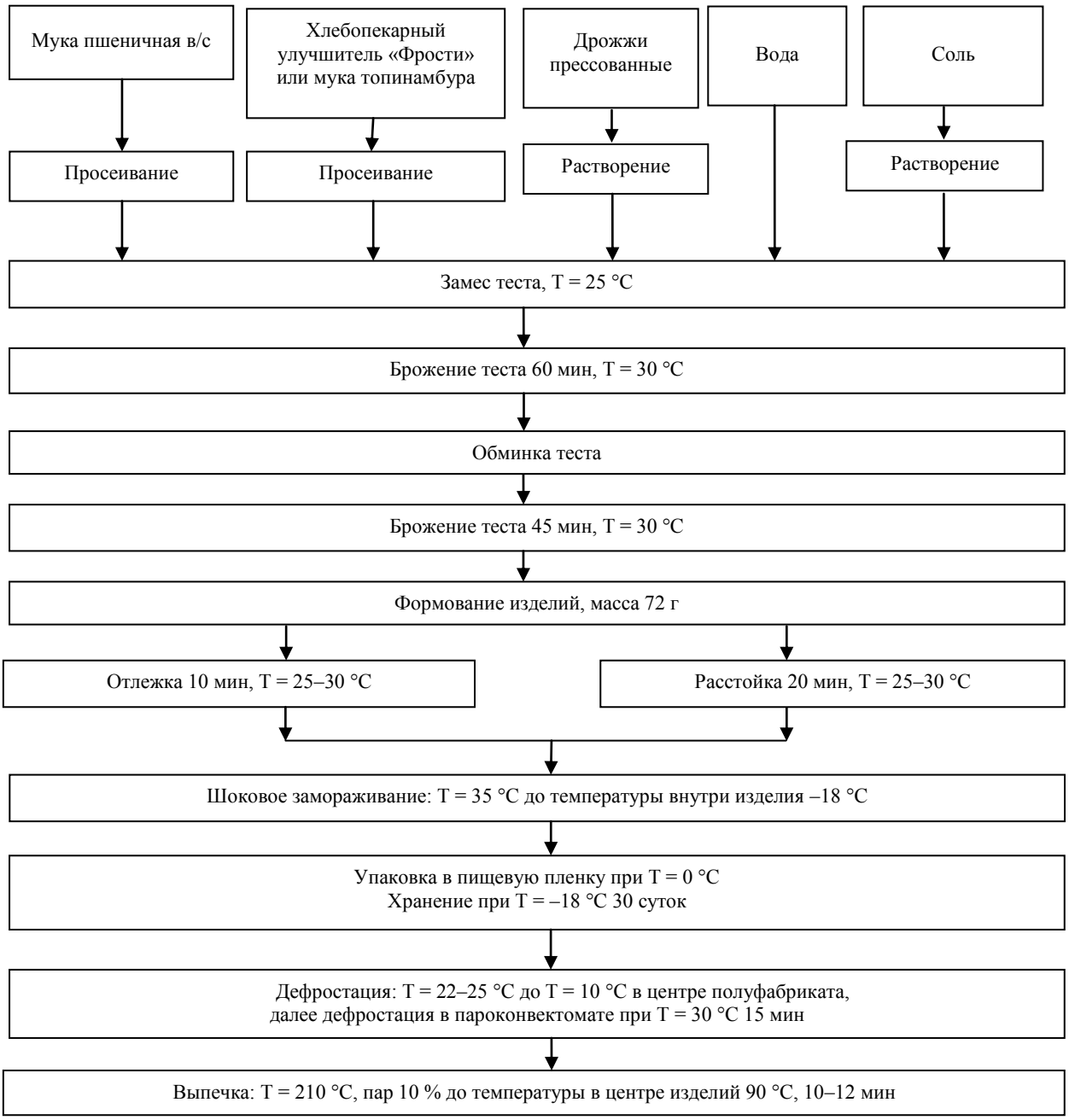

Рис. 1. Принципиальная схема производства замороженных полуфабрикатов и готовых изделий

Результаты и их обсуждение

В ранее проведенных нами исследованиях была показана возможность использования муки топинамбура в рецептуре дрожжевого теста, определено оптимальное количество замены муки пшеничной – 10 % [2]. Замес теста, формование заготовок проводили по схеме (см. рис. 1) с хлебопекарным улучшителем для замороженного теста «Фрости» и мукой топинамбура.

Сравнительный анализ процесса замеса и брожения теста с «Фрости» и мукой топинамбура показал, что кислотность теста с мукой топинамбура выше, чем кислотность теста с «Фрости», так как мука топинамбура содержит в своем составе большее количество моно-, ди- и полисахаридов, в том числе инулин, чем «Фрости». Это способствует повышению активной бродильности дрожжевых клеток, что в свою очередь приводит к снижению плотности и повышению удельного объема теста с мукой топинамбура по отношению к тесту с «Фрости» (рис. 2, 3). Готовое тесто с мукой топинамбура более пышное, увеличенное в объеме, имеет более выраженный дрожжевой аромат.

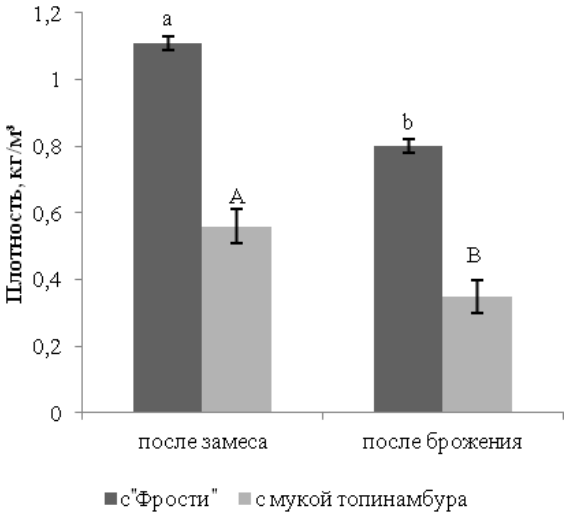

Рис. 2. Изменение плотности дрожжевого безопарного теста с улучшителем «Фрости» и мукой топинамбура в процессе брожения (M±m) (n = 6) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

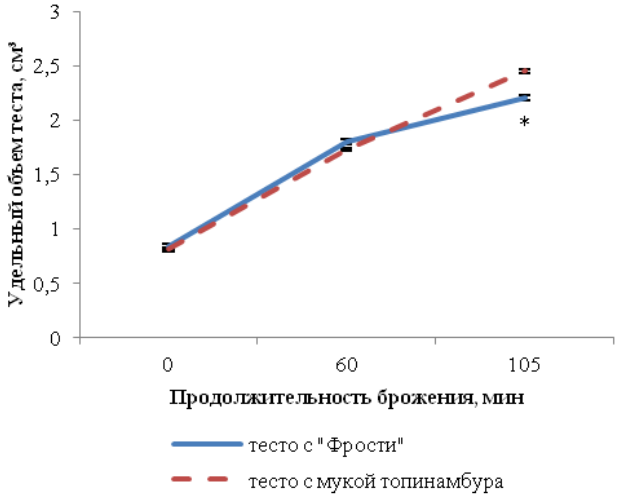

Рис. 3. Изменение удельного объема дрожжевого безопарного теста с улучшителем «Фрости» и мукой топинамбура в процессе брожения (M±m) (n = 6) (*межгрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

Из теста формовали полуфабрикаты. Часть заготовок замораживали после 10-минутной отлежки, вторую часть оставляли для расстойки на 20 минут.

Основными физико-химическими показателями дрожжевого теста, хлебобулочных полуфабрикатов и готовых изделий являются кислотность и массовая доля влаги. Физико-химические показатели полуфабрикатов перед замораживанием представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели полуфабрикатов перед замораживанием

Образцы	Показатели	
	М.д. влаги, %	Кислотность, град
Полуфабрикаты с «Фрости»		
Сформованные	41,2±0,18	1,84±0,01
С отлежкой 10 мин	41,2±0,22	1,95±0,09
С расстойкой 20 мин	41,6±0,11	2,53±0,04
Полуфабрикаты с мукой топинамбура		
Сформованные	40,0±0,10*	2,35±0,034*
С отлежкой 10 мин	40,1±0,15*	2,51±0,08*
С расстойкой 20 мин	40,3±0,22*	3,31±0,04*

*Межгрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05.

Из таблицы видно, что массовая доля влаги полуфабрикатов с мукой топинамбура ниже, чем полуфабрикатов с «Фрости», что объясняется рецептурным составом. Кислотность всех полуфабрикатов с мукой топинамбура выше, чем кислотность полуфабрикатов с «Фрости». В результате 20-минутной расстойки полуфабрикатов кислотность теста с мукой топинамбура повышается на 40 %, с «Фрости» – на 37,5 %.

Далее исследовали изменение данных показателей в процессе низкотемпературного хранения и выпечки.

Изменение массовой доли влаги в дефростированных полуфабрикатах и готовых изделиях после отлежки и расстойки представлено на рис. 4 и 5.

Исследования показали: динамика изменений массовой доли влаги в полуфабрикатах с «Фрости» и мукой топинамбура идентична – после 30 дней хранения в замороженном виде массовая доля влаги во всех дефростированных полуфабрикатах сохраняется на том же уровне, что и у свежих. Это объясняется тем, что «Фрости» и мука топинамбура содержат значительное количество гидроколлоидов, которые способны удерживать влагу, в том числе при низкотемпературном хранении (см. рис. 4). Масса всех видов дефростированных полуфабрикатов осталась неизменной (72,0±0,2 г).

В процессе выпечки массовая доля влаги снижается. Динамика изменения ее в выпеченных изделиях с «Фрости» и мукой топинамбура также идентична, при этом массовая доля влаги в готовых изделиях, прошедших расстойку перед замораживанием, выше, чем в готовых изделиях, где использовалась отлежка. В готовых изделиях с «Фрости» это различие составляет 2,2 %, с мукой топинамбура – 3,6 %.

Таким образом, гидроколлоиды муки топинамбура и их количественное содержание способны более прочно связывать влагу и удерживать ее при выпечке, чем улучшитель «Фрости». После 30 дней низкотемпературного хранения массовая доля влаги в готовых изделиях с мукой топинамбура (с расстойкой) идентична массовой доле влаги свежевыпеченных изделий.

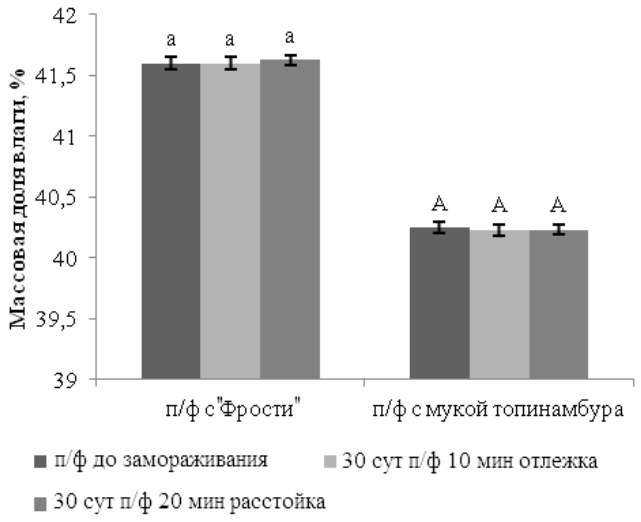

Рис. 4. Содержание м.д. влаги в свежих и дефростированных полуфабрикатах (M±m) (n = 6) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

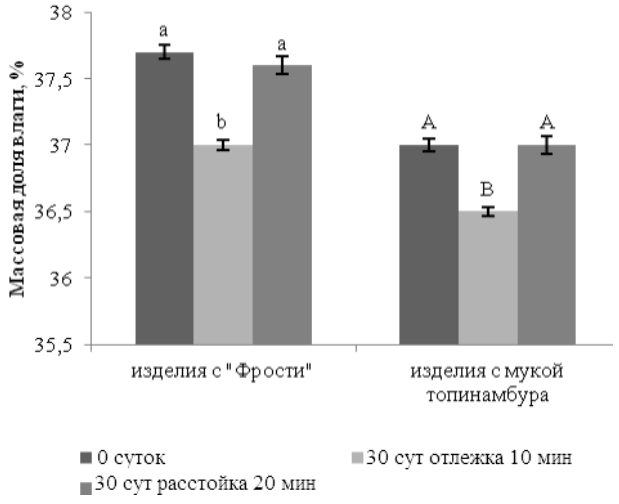

Рис. 5. Содержание м.д. влаги в выпеченных изделиях (M±m) (n = 6) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

Кислотность дефростированных полуфабрикатов и выпеченных изделий представлена на рис. 6 и 7.

В результате замораживания и низкотемпературного хранения деятельность дрожжей прекращается, поэтому во всех образцах дефростированных полуфабрикатов кислотность остается на том же уровне, что и до замораживания.

Кислотность готовых изделий после отлежки и расстойки представлена на рис. 8.

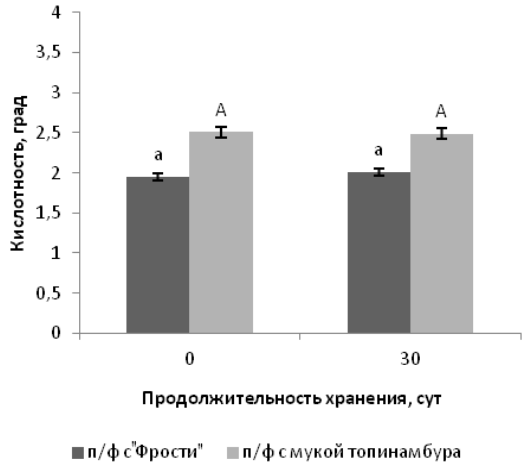

Рис. 6. Кислотность свежих и дефростированных полуфабрикатов после отлежки (M±m) (n = 6) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

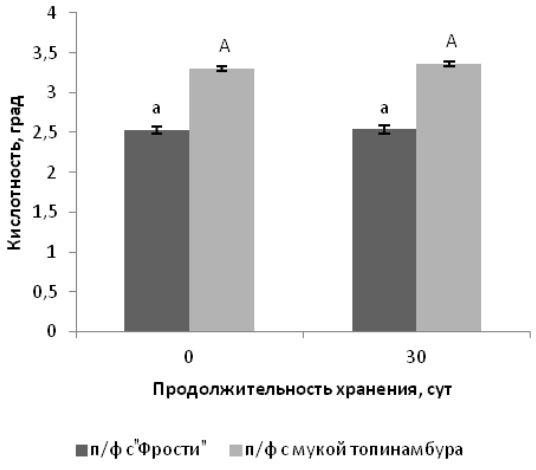

Рис. 7. Кислотность свежих и дефростированных полуфабрикатов после расстойки (M±m) (n = 6) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

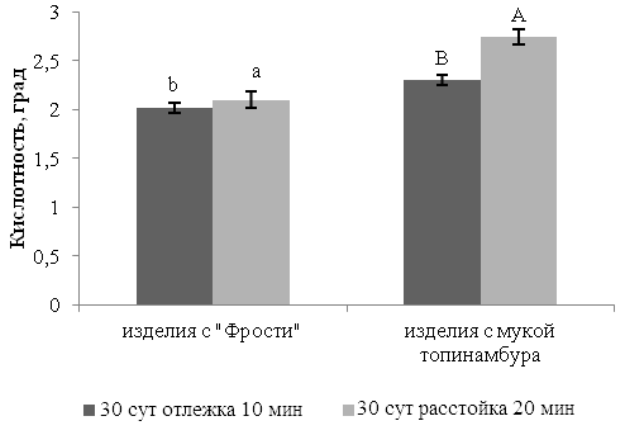

Рис. 8. Кислотность готовых изделий с «Фрости» и мукой топинамбура (M±m) (n = 6) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

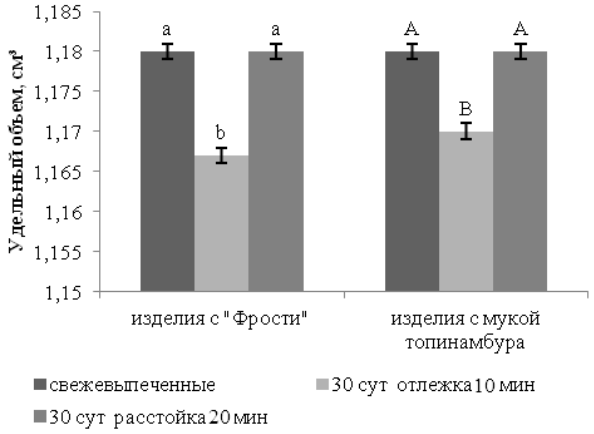

Рис. 9. Удельный объем готовых изделий с «Фрости» и мукой топинамбура (M±m) (n = 6) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

Кислотность всех видов готовых изделий снижается по сравнению с полуфабрикатами. В процессе низкотемпературного хранения полуфабрикатов жизнедеятельность дрожжевых клеток прекращается – приостанавливается накопление сахаров. В процессе выпечки (при достижении 70 °С) дрожжевые клетки погибают. Эти факторы приводят к снижению кислотности готовых изделий. Изделия после отлежки имеют более низкие значения кислотности, как и аналогичные полуфабрикаты.

Все образцы готовых изделий с применением процесса расстойки перед замораживанием имеют более высокие значения удельного объема по сравнению с изделиями с отлежкой, при этом изделия с мукой топинамбура не уступают по качеству изделиям с «Фрости» (рис. 9).

Органолептическая оценка показателей качества готовых изделий проводилась с учетом коэффициента весомости (рис. 10). Общая балльная оценка качества свежевыпеченных изделий и изделий из замороженных полуфабрикатов приведена на рис. 11.

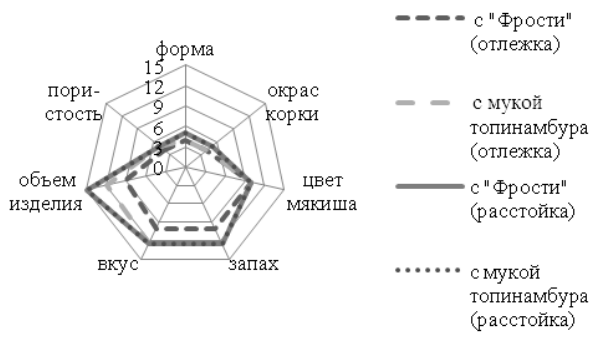

Рис. 10. Органолептическая оценка основных показателей готовых изделий с «Фрости» и мукой топинамбура (M±m) (n = 6)

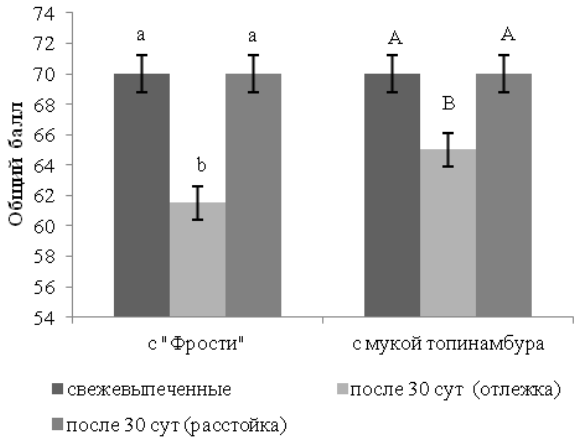

Рис. 11. Общая балльная оценка готовых изделий с «Фрости» и мукой топинамбура (M±m) (n = 6) (различными буквами обозначены межгрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

Органолептическая оценка всех образцов готовых изделий после отлежки значительно ниже оценки изделий после расстойки. Сравнительно низкие баллы изделия после отлежки получили по таким показателям, как правильность формы, объем изделия, пористость. Изделия с расстойкой (как с «Фрости», так и с мукой топинамбура) получили максимальный общий балл.

Органолептические показатели изделий с «Фрости»: выпеченные изделия круглой формы, корочка светло-золотистая, гладкая, без трещин, мякиш белый, пропеченный, эластичный, вкус и запах выраженный хлебобулочный.

Органолептические показатели изделий с топинамбуром: выпеченные изделия круглой формы, корочка насыщенного золотистого цвета, без трещин,

мякиш пропеченный, эластичный, имеет серо-коричневый оттенок, приятный сладковатый вкус и запах топинамбура.

Исследован процесс черствения хлебобулочных изделий, выпеченных из замороженных полуфабрикатов.

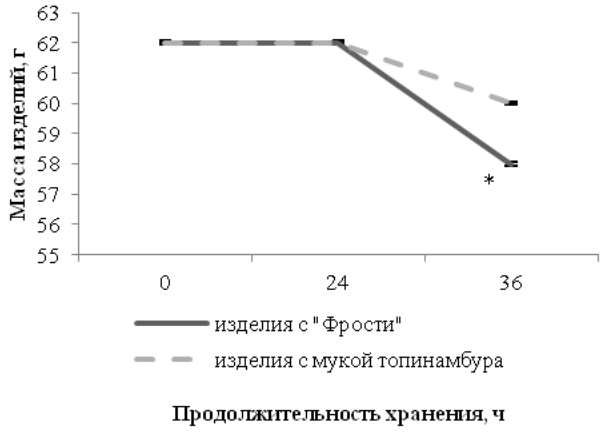

Рис. 12. Изменение массы хлебобулочных изделий после отлежки в процессе хранения при Т = 20–25 ºС, φ = 75 % (M±m) (n = 6) (*межгрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

Согласно действующей технической документации хранение хлебобулочных изделий составляет 24 часа [1]. Исследовали изменение массы выпеченных образцов после отлежки и расстойки в течение 36 часов при Т = 20–25 ºС, φ = 75 % (рис. 12, 13).

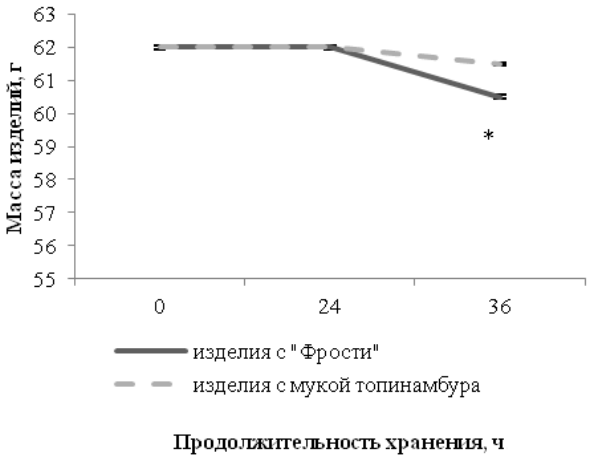

Рис. 13. Изменение массы хлебобулочных изделий после расстойки в процессе хранения при Т = 20–25 ºС, φ = 75 % (M±m) (n = 6) (*межгрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

Изменения массы изделий с «Фрости» и мукой топинамбура в процессе хранения идентичны: произошло уменьшение массы изделий в результате испарения водяных паров и летучих веществ.

Динамика изменения массы всех видов изделий с отлежкой (см. рис. 12): на протяжении 24 часов масса остается неизменной, после чего происходит ее уменьшение. При этом потери массы изделий с мукой топинамбура после 36 часов составляют 3,2 %, что на 3,21 % меньше, чем потери массы изделий с «Фрости» (6,41 %). Сохранность массы всех видов изделий с расстойкой (см. рис. 13) также наблюдается на протяжении 24 часов, после чего происходит ее незначительное уменьшение: потери массы изделий с мукой топинамбура после 36 часов хранения составляют 0,8 %, изделий с «Фрости» – 2,4 %.

По результатам органолептической оценки для образцов с «Фрости» и мукой топинамбура, хранившихся от 2 до 12 часов, балльная оценка соответствует показателю «очень свежее изделие»: в изделиях не наблюдались процессы черствения, они сохраняли свой эластичный мякиш, мягкую корочку и приятный, свойственный данным видам изделия аромат. Для образцов, хранившихся до 24 часов, балльная оценка соответствует показателю «свежее изделие». При дальнейшем хранении наблюдалась потеря эластичности мякиша, крошливость, жесткость корки и снижение аромата изделий. С учетом коэффициента запаса (1,5) был принят рекомендуемый срок хранения – 12 часов.

Выводы

Результаты исследований показали, что для производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов предпочтительно использовать технологию с расстойкой полуфабрикатов перед замораживанием. Изделия со стадией расстойки имеют более высокие показатели удельного объема, формоустойчивости, пористости, более долгое время остаются свежими и привлекательными на вид в процессе хранения. Биохимические процессы, формирующие качество дрожжевого теста и изделий из него, интенсивнее протекают во времени. Наличие гидроколлоидов, сахаров, молочной кислоты в тесте способствует укреплению клейковины, накапливанию достаточного количества углекислого газа для развития пористости и формоудерживающей способности готовых изделий, формированию вкуса и аромата. Данные процессы интенсивнее развиваются при расстойке тестовых заготовок в течение 20 минут перед их замораживанием.

Проведенные исследования показали, что мука топинамбура благодаря наличию гидроколлоидов (белка, инулина, клетчатки, пектиновых веществ, аскорбиновой кислоты и др.) выступает натуральным структурообразователем замороженного дрожжевого теста и готовых изделий из него. Внесение муки топинамбура в рецептуру дрожжевого теста улучшает его структурно-механические свойства, повышает содержание связанной влаги в полуфабрикатах и готовых изделиях, способствует сохранению свежести готовых изделий и снижению скорости черствения. Готовые изделия, выпеченные из замороженных полуфабрикатов с мукой из топинамбура, хранившиеся в течение 30 суток, не уступают по качеству изделиям с хлебопекарным улучшителем «Фрости».

Список литературы

1. ГОСТ Р 52697-2006. Полуфабрикаты хлебобулочные замороженные и охлажденные. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 24 с.

2. Ермош, Л.Г. Влияние муки топинамбура на процесс дрожжевого тестообразования / Л.Г. Ермош, И.П. Березовикова // Актуальные проблемы современной науки и пути их решения: материалы междунар. науч. конф. аспирантов и докторантов / Краснояр. гос. торг.-экон. ин-т. – Красноярск, 2010. – С. 158–162.

3. Китиссу, П. Быстрозамороженное тесто / П. Китиссу // Хлебопечение России. – 2005. – № 5.

4. Пащенко, Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко. – М.: Колос, 2002. – 368 с.

5. Побегай, Т.В. Улучшители, хлебопекарные смеси / Т.В. Побегай // Хлебопечение России. – 2003. – № 3.

6. Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.

ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный
торгово-экономический институт»,
660075, Россия, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2.
Тел./факс: (3912) 21-93-33
e-mail: kgtei@kgtei.kts.ru

НОУ ВПО Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»,
630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26.
Тел./факс: (383) 346-55-31
e-mail: common@sibupk.nsk.su

SUMMARY

L.G. Ermosh, I.P. Berezovikova

BAKED PRODUCTS FROM FROZEN SEMI-FINISHED ITEMS WITH JERUSALEM ARTICHOKE FLOUR

The technology and recipes of baked products from frozen yeast semi-finished goods with Jerusalem artichoke flour have been developed. The Jerusalem artichoke flour was found to be a good structure builder and stabilizer of frozen semi-finished goods. It can compete with bread improvers used in this technology. The influence of Jerusalem artichoke flour on the organoleptic, physico-chemical properties of frozen semi-finished goods and the final bakery products has been studied. Experiments confirmed the possibility of storing frozen foods made of Jerusalem artichoke flour during 30 days.

Bakery products, Jerusalem artichoke flour, intense freezing, storage time.

Federal State Budget-Funded Educational
Establishment of Higher Professional Education
“Krasnoyarsk State Economic-Trade Institute”,
660075, Russia, Krasnoyarsk, str. Prychinskya, 2.
Phone/Fax: (3912) 21-93-33
e-mail: kgtei@kgtei.kts.ru

Siberian University of Consumer Cooperation
26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia
Phone/Fax: +7(383) 346-55-31
e-mail: common@sibupk.nsk.su