УДК 664.651.4

Е.В. Балаева, С.В. Краус

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЕКСОВ И МАФФИНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРАХМАЛОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Рассмотрена возможность использования экструдированной пшеничной муки для производства маффинов, определены рациональные технологические параметры и объекты исследования при ее получении. Выбран критерий оценки – содержание водорастворимых веществ в муке. Установлен интервал варьирования выбранных параметров экструзионной обработки пшеничной хлебопекарной муки. Определено влияние экструдированной пшеничной муки на реологические свойства теста для маффинов, органолептические и физико-химические показатели готовой продукции, а также результаты дегустационной оценки маффинов. Исследовано состояние воды в маффинах методом ЯМР-релаксации, что позволило сделать вывод о возможности пролонгирования сроков годности готовой продукции.

Экструдированная пшеничная мука, метод ядерной магнитной релаксации, влагоудерживающая способность.

Введение

Стратегией развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г. в области кондитерского производства предусматривается повышение качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Мучные кондитерские изделия, к которым относятся маффины и кексы, составляют по объемам продаж крупнейший сегмент российского кондитерского рынка [1]. Они традиционно любимы населением нашей страны и пользуются большой популярностью.

Производство мучных кондитерских изделий базируется на использовании российских и импортных ингредиентов. В связи с расширением рынка отечественного сырья и появлением инновационных продуктов возникают новые возможности развития и внедрения ресурсосберегающих технологий.

Для обеспечения конкурентоспособности мучных кондитерских изделий не менее важно расширение ассортимента массовых изделий, отвечающих целям сбалансированного и адекватного питания. Решение этой проблемы возможно путем изыскания новых видов сырья, обладающих необходимыми технологическими свойствами, богатым химическим составом, структурные компоненты которого будут активизировать процессы производства мучных кондитерских изделий. Многочисленные работы [2–4] отмечают роль воды при хранении хлеба и мучных кондитерских изделий не только на макроскопическом уровне, при ее переходе из мякиша в корку, но и на молекулярном, проявляющемся в изменении ее подвижности [5].

Одним из таких видов сырья является экструдированная пшеничная хлебопекарная мука высшего сорта (далее ЭПМ).

Целью работы является целесообразность использования ЭПМ для технологии производства кексов и маффинов, позволяющая интенсифицировать традиционные технологии, расширить ассортимент, увеличить выход готовых изделий, улучшить внешний вид изделий и продлить сроки их годности.

Объект и методы исследования

Объектом исследования является ЭПМ, полученная интенсивным барогидротермическим воздействием на муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта, приводящим к различным по глубине изменениям составных частей муки.

Исследование производили по общепринятым методикам. Изучение состояния воды в маффинах осуществлялось методом ЯМР-релаксации, заключающимся в изучении изменения подвижности и содержания протонов воды в маффинах в процессе хранения. Экструдирование муки пшеничной хлебопекарной проводили на одношнековом пресс-экструдере КМЗ-2У.

При определении рациональных технологических параметров экструзии получения экструдированной пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта в качестве объектов исследования были взяты такие параметры, как влажность, температура и скорость вращения шнека. Выход процесса оценивали по содержанию водорастворимых веществ в муке.

По результатам предварительных экспериментов и на основании литературных данных были установлены интервалы варьирования выбранных параметров экструзионной обработки для пшеничной муки:

1) влажность изменяли от 14 до 22 %;

2) температуру обработки изменяли от 140 до 220 °С;

3) интервал варьирования частоты вращения шнека экструдера – от 0,1 до 1,84 $с^{-1}$.

В качестве критериев процесса были выбраны:

– показатель консистенции продукта, определяющий его товарный вид и структурные свойства;

– содержание водорастворимых веществ в продукте (L).

Показатель консистенции продукта является одним из наиболее традиционных методов определения

качества экструдата, но до настоящего времени не разработан стандартный метод его определения. Было предложено определять консистенцию продукта на консистометре Гипплера.

Для исследования влияния параметров экструдирования на выбранные критерии был реализован план полнофакторного эксперимента (ПФЭ) – табл. 1.

Таблица 1

План ПФЭ 2^3

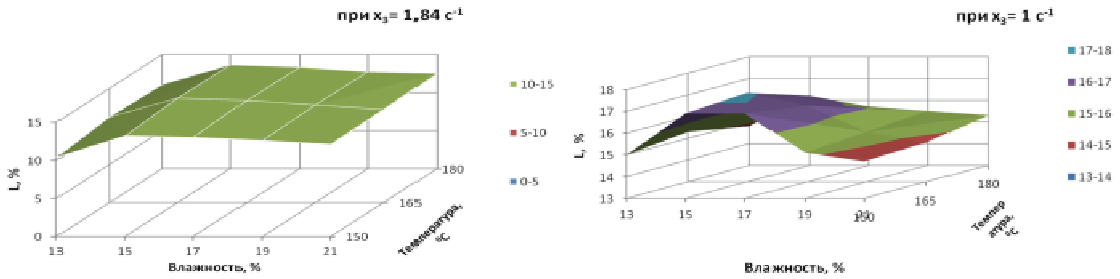
Фактор	Единицы измерения	Обозначение факторов	Уровни		Центр эксперимента	Шаг варьирования
			нижний	верхний		
Влажность сырья	%	X_1	14,0	22,0	18,0	4,0
Температура обработки	˚С	X_2	140	220	180	40
Частота вращения шнека	$с^{-1}$	X_3	1,0	1,84	1,42	0,42

Влияние исследуемых параметров экструзионной обработки на консистенцию продукта отражали уравнением регрессии.

Результаты и их обсуждение

Анализ коэффициентов этого уравнения показал, что на консистенцию продукта и, следовательно, на качество его структуры наиболее существенное влияние оказывает эффект полного межфакторного взаимодействия, что подтверждает известное положение о том, что экструзия является процессом комплексного воздействия на материал различных параметров.

Получить уравнение, адекватно описывающее влияние параметров экструдирования на содержание в продукте водорастворимых веществ при данном уровне планирования эксперимента, не удалось. После проведения дополнительной серии опытов зависимость этого показателя от параметров обработки была представлена в виде диаграмм на рис. 1.



а б

Рис. 1. Зависимость содержания водорастворимых веществ в экструдированной пшеничной хлебопекарной муке высшего сорта от параметров обработки экструдера

Анализ диаграмм позволил сделать вывод о том, что для максимального содержания водорастворимых веществ рациональная область параметров обработки будет иметь следующие границы:

– влажность сырья 15–16 %;
– температуру обработки 165…180˚С;
– частоту вращения шнека, близкую к 2,0 $с^{-1}$.

Диаграммы также указывают на то, что увеличение частоты вращения шнека нивелирует влияние изменений других – регулируемых параметров.

На основе полученных уравнений при помощи процедуры Бокса – Уилсона была рассчитана программа оптимизации процесса экструдирования пшеничной муки с целью получения экструдата с высоким содержанием водорастворимых веществ. Для этого в ходе выполнения программы оптимизации было принято условие о том, что при параметрах обработки, близких к рациональным, продукт должен удовлетворять следующим требованиям:

– консистенция не менее 0,30 мм/с;
– содержание водорастворимых веществ не менее 15 %.

Расход энергии при рациональных режимах экструдирования не должен превышать 180 кВт·ч на 1 т продукта.

Серия опытов, проведенных по составленной программе, позволила определить оптимальные параметры процесса:

– влажность сырья 13,7 %;
– температуру обработки 165 ˚С;
– частоту вращения шнека 1,86 $с^{-1}$.

При этом консистенция продукта составила 0,4 мм/с, что говорит о высоком качестве экструдата, а удельный расход электроэнергии – 170 кВт·ч/т – указывает на достаточную экономичность процесса. Кроме того, найденные рациональные параметры удовлетворяют требованию получения продукта с высоким содержанием водорастворимых веществ, составляющим 17,58 %.

Были использованы различные соотношения смеси муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и ЭПМ. В них определяли кислотность, влажность, белизну, количество и качество клейковины. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика смеси муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и ЭПМ

№ п/п	Мука пшеничная хлебопекарная в.с./ЭПМ, %	Кислотность, °	Влажность, %	Белизна, усл. ед. прибора	Качество сырой клейковины, условные ед. прибора ИДК	Массовая доля сырой клейковины, %
1	100,0/0,0	2,2	12,4	56,0	68,7	29,8
2	90,0/10,0	2,6	11,6	54,0	69,4	28,0
3	80,0/20,0	3,0	11,2	36,8	70,4	25,4
4	70,0/30,0	3,4	10,8	29,4	71,9	18,6
5	60,0/40,0	4,4	10,4	19,3	76,6	17,3

Результаты исследования влияния соотношения смеси муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и ее экструдата свидетельствуют о том, что с увеличением процентного содержания экструдата:

– кислотность мучной смеси увеличивается;
– влажность смеси снижается;
– белизна смеси уменьшается;
– происходит ослабление сырой клейковины;
– снижается массовая доля сырой клейковины.

На следующем этапе изучили влияние экструдата на влажность теста для маффина классического.

При замене части муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта на ее экструдат наблюдалась следующая зависимость – с увеличением содержания ЭПМ в составе рецептурной смеси влажность теста для маффина уменьшается. Тесто становится более плотным и крепким. Влияние экструдированной пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта на влажность готового теста для маффина представлено на рис. 2.

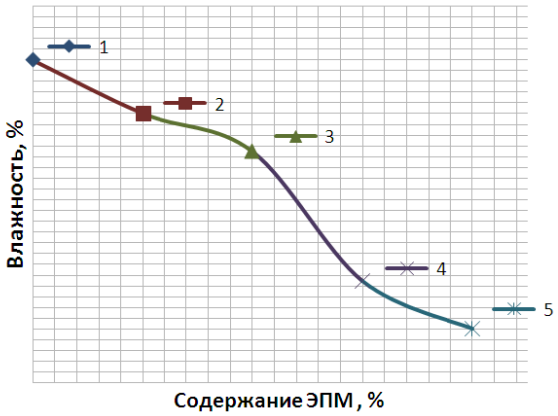


Рис. 2. Влияние ЭПМ на влажность маффина классического

Влияние экструдата на плотность теста для маффина приведено в табл. 3.

Таблица 3

Влияние ЭПМ на плотность теста маффина классического

Показатель качества теста маффина	Соотношение муки и ЭПМ, %				
	Контроль	90:10	80:20	70:30	60:40
Плотность, кг/м^3	1055,04	1018,35	1055,04	1073,40	1100,91

Исследовано влияние ЭПМ на качество маффина классического. Для этого были проведены сравнительные пробные выпечки с различным процентным содержанием ЭПМ. Технологическая схема приготовления маффина представлена на рис. 3.

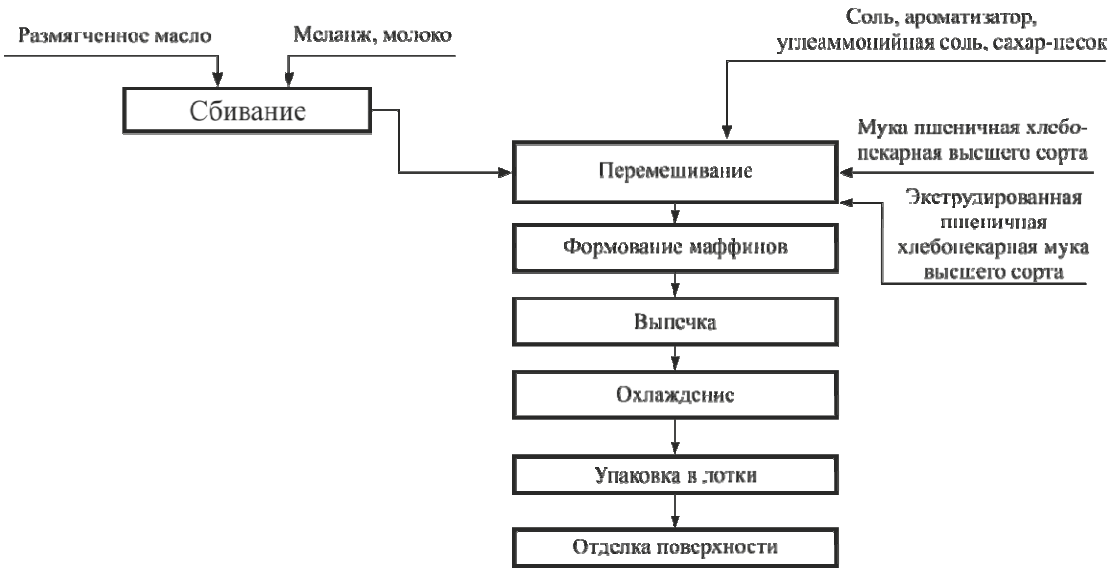


Рис. 3. Технологическая схема производства маффина классического

Контрольный образец маффинов производился по классической рецептуре. Оценка органолептических свойств маффина в зависимости от процентного содержания ЭПМ представлена на рис. 4.

Рис. 4. Результаты пробной выпечки маффина с использованием различного соотношения ЭПМ

По результатам протокола дегустационной комиссии на рис. 5 представлена профилограмма органолептических показателей маффина.

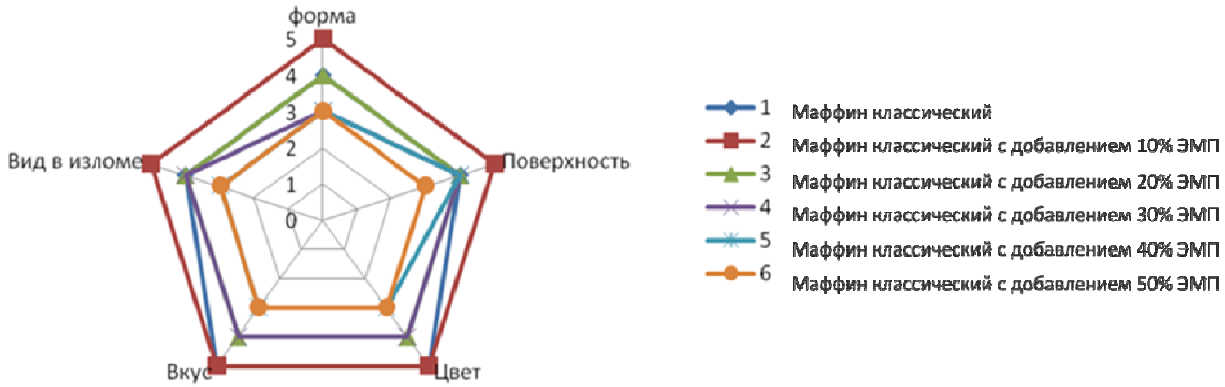


Рис. 5. Профилограмма органолептических показателей маффина классического

В табл. 4–5 представлена органолептическая и физико-химических оценка показателей маффина.

Таблица 4

Органолептические показатели маффина классического

Показатель	1	2	3	4	5	6
	Контроль	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50
Запах	Свойственный наименованию, без постороннего запаха					
Форма	Свойственная данному наименованию изделий и соответствующая форме, в которой производилась выпечка					
Высота изделия, см	5,2	5,2	4,8	4,7	4,5	4,4
Поверхность	Грубый разрыв	С трещинами, свойственными состоянию поверхности маффина				
Вид в изломе	Пропеченное изделие без закала и следов непромеса					
Цвет мякиша	Светло-желтый	Светло-желтый	Светло-желтый с кремовым оттенком	Светло-желтый с серым оттенком	Желто-серый	Серый
Вкус	Свойственный наименованию, без постороннего привкуса			Свойственный наименованию, без постороннего привкуса, хруст при разжевывании		

Таблица 5

Физико-химические показатели маффина классического

Содержание ЭПМ	Влажность, %	Щелочность, град	Массовая доля золы, %	Плотность, кг/м^3
Контроль	21,0	1,6	0,04	376
10,0 %	22,5	1,6	0,04	360
20,0 %	21,5	1,6	0,04	380
30,0 %	21,5	1,7	0,04	420
40,0 %	22,0	1,7	0,05	435
50,0 %	22,5	1,8	0,05	450

Результаты дегустации, органолептической оценки и физико-химические показатели маффина классического свидетельствуют о том, что наилучшие результаты достигаются при замене 10,0 % муки хлебопекарной пшеничной высшего сорта на ее экструдат. Образец имеет наибольший объем, наилучшее состояние поверхности и вид в изломе, хорошие органолептические показатели.

В связи с современными тенденциями рынка и устойчивыми требованиями покупателей по улучшению качества и продлению сроков годности изделий, в работе показана возможность удержания влаги в продукции при помощи добавки рационального количества ЭПМ.

Изменение содержания влаги в маффинах из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта и маффинах с 10 %-й добавкой экструдата проведено методом ЯМР и представлено на рис. 6.

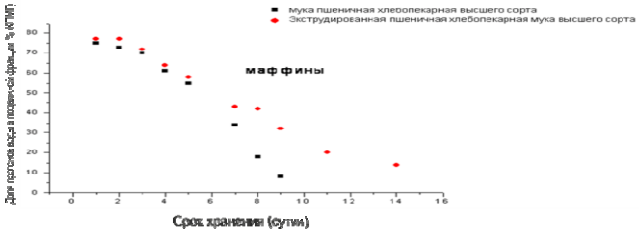


Рис. 6. Изменение относительного содержания протонов воды в подвижной фазе при хранении маффинов

До пятых суток содержание водных протонов в образцах из хлебопекарной пшеничной муки высшего сорта и образцах, содержащих экструдированную пшеничную хлебопекарную муку высшего сорта, приблизительно одинаково (с небольшим превышением маффинов с экструдированной пшеничной хлебопекарной мукой высшего сорта над изделиями с хлебопекарной пшеничной мукой высшего сорта).

К 9-м суткам доля водных протонов в изделиях с хлебопекарной пшеничной мукой высшего сорта падает ниже предела измерений, тогда как для изделий, содержащих экструдированную пшеничную хлебопекарную муку высшего сорта, и на 14-е сутки эта величина около 15 %. Одинаковые значения доли водных протонов для образцов с экструдированной пшеничной хлебопекарной мукой высшего сорта наблюдаются в среднем на 3–4 дня позже, чем для изделий с хлебопекарной пшеничной мукой высшего сорта, что, возможно, характеризует процесс замедления черствения и служит основанием для пролонгирования сроков их годности.

Выводы

На основании комплексных исследований по совершенствованию технологии мучных кондитерских изделий с применением экструдированной пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта можно сделать следующие выводы:

– оптимальными параметрами обработки хлебопекарной пшеничной муки высшего сорта для получения ЭПРМ с наилучшими показателями для использования в производстве кексов и маффинов являются:

- влажность сырья 13–15 %;
- температура обработки 165…180˚С;
- частота вращения шнека, близкая к 2,0 с$^{-1}$.

– наилучшие органолептические и физико-химические показатели кексов и маффинов достигаются при замене 10 % пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта на ЭПМ;

– использование ЭПМ при производстве кексов и маффинов обеспечивает высокое качество продукции;

– исследование состояния воды в маффинах методом ЯМР позволило сделать вывод о возможности пролонгирования сроков годности готовой продукции.

Список литературы

1. Мучные кондитерские изделия. – URL: http://www.amaras.biz/pub1/1-1-0-1.

2. Baik, M.Y. Effects of glycerol and moisture gradient on thermo-mechanical properties of white bread / M.Y. Baik, P. Chinachoti // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2001. – № 49. – P. 4031–4038.

3. Lin, W. Changes in carbohydrate fractions in enzyme-supplemented bread and the potential relationship to staling / W. Lin, D.R. Llineback // Starch/Starke. – 1990. – № 42. – P. 385–394.

4. Shiraldi, A. Mechanism of staling: an overview – in Bread Staling / A. Shiraldi, D. Fessas. – N. Y., 2001. – P 1–17.

5. Nuclear magnetic resonance studies of water mobility in bread during storage / Chen et al. // Lebensmittel-Untersuchung und Forschung. – 1997. – № 30(2). – P. 187–183.

ООО «Виктория Балтия»,
127576, Россия, г. Москва, ул. Череповецкая, 18,
Тел/факс: +7 (495) 400-83-38.
e-mail: balaeva.elena@bk.ru

SUMMARY

E.V. Balaeva, S.V. Kraus

IMPROVEMENT OF PRODUCTION TECHNOLOGY CAKE MUFFIN WITH THE USE OF STARCH-CONTAINING RAW MATERIAL

The possibility of using extruded wheat flour for muffins, defined rational technological parameters and objects of study in its evaluation criterion poluchenii.vybrany-content of water-soluble substances in the flour. Set the interval of variation of selected parameters of extrusion processing of wheat baking flour .. The influence of extruded wheat flour on the rheological properties of dough muffin, organoleptic and physico-chemical characteristics of the finished product, and the results of evaluation of the tasting muffins. The state of water in the muffin method of NMR relaxation, the conclusion is drawn on the possibility of prolonging the shelf life of finished products.

Extruded wheat flour, NMR relaxation, water-holding capacity.

LLC «Victoria Baltija», 127576, Russia,
Moscow, st. Cherepovets, 18.
Phone/fax: +7 (495) 400-83-38,
e-mail: balaeva.elena@bk.ru

Дата поступления:12.07.2013