

УДК 664.66.022.39

DOI: 10.46548/21vek-2021-1055-0026

ВЛИЯНИЕ МУКИ ИЗ ЭКСТРУДИРОВАННОЙ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ СЕМЯН РАСТОРОПШИ И ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ НА ПОДЪЕМНУЮ СИЛУ ПРЕССОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ

© 2021

Шматкова Наталья Николаевна, аспирант**Кручинина Наталья Эдуардовна**, аспирант*Пензенский государственный технологический университет
(440039, Россия, Пенза, проезд Байдукова/улица Гагарина, 1А/11,
e-mails: n.shmatkova2014@list.ru, kruchininane@gmail.com)*

Аннотация. В статье рассматривается влияние муки экструдированной композитной смеси (МЭКС) семян расторопши и зерна пшеницы на подъемную силу прессованных дрожжей в технологии хлеба из дрожжевого теста. Представлена конструктивно-технологическая схема экструдера с термовакуумным принципом рабочего процесса, с помощью которого получена МЭКС. Исследована взаимосвязь различных дозировок МЭКС и подъемной силы хлебопекарных прессованных дрожжей. Эффективность использования МЭКС в технологии приготовления хлеба из дрожжевого теста доказана при помощи пробной лабораторной выпечки. Анализ полученных результатов показателей качества хлеба подтверждает обоснованность выбора МЭКС в качестве рецептурного компонента. Рациональная концентрация полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, минеральных веществ, витаминов Е и группы В, а также флавоноидов в составе МЭКС, влечет за собой возможность применения в хлебопекарных производствах с целью увеличения и расширения ассортимента хлебобулочных изделий с повышенной пищевой ценностью, при этом сохраняя высокие качества продукта и потребительские свойства. Результаты выполненных исследований показывают, что наиболее высокие органолептические и физико-химические свойства хлеба из дрожжевого теста можно получить при внесении в его рецептуру МЭКС в количестве 5 и 7% к массе муки.

Ключевые слова: мука, экструдат, мука экструдированной композитной смеси, подъемная сила дрожжей.

THE EFFECT OF FLOUR FROM AN EXTRUDED COMPOSITE MIXTURE OF MILK THISTLE SEEDS AND WHEAT GRAIN ON THE LIFTING FORCE PRESSED YEAST

© 2021

Shmatkova Natalia Nikolaevna, postgraduate student of department «Food Production»**Kruchinina Natalia Eduardovna**, postgraduate student of department «Food Production»*Penza State Technological University
(440039, Russia, Penza, Baidukova Proezd/Gagarina Street, 1A / 11,
e-mails: n.shmatkova2014@list.ru, kruchininane@gmail.com)*

Abstract. The article considers the influence of flour of an extruded composite mixture (MEKS) of milk thistle seeds and wheat grain on the lifting force of pressed yeast in the technology of bread from yeast dough. The design and technological scheme of the extruder with the thermal vacuum principle of the working process is presented, with the help of which the MEX is obtained. The interrelation of various dosages of MEKS and the lifting force of bakery pressed yeast is investigated. The effectiveness of the use of milk thistle seed extrudate and wheat grain in the yeast bread technology has been confirmed by its trial laboratory baking. The analysis of the obtained results of bread quality indicators confirms the validity of the choice of MEKS as a prescription component. The high content of polyunsaturated fatty acids, dietary fibers, a wide range of minerals, vitamins E and group B, as well as flavonoids in the composition of milk thistle seeds and wheat grains, determines the possibility of its use in the production of bakery products in order to expand the range of functional bakery products while maintaining high quality and consumer properties. The results of the performed studies show that the highest organoleptic and physico-chemical properties of bread from yeast dough can be obtained when MECS is added to its recipe in the amount of 5 and 7% by weight of flour.

Keywords: flour, extrudate, flour of the extruded composite mixture, lifting force of yeast.

Введение. Одним из перспективных путей повышения конкурентоспособности хлебопекарных производств Российской Федерации является привлечение в оборот новых сырьевых ресурсов, разработка оригинальных рецептур, а также расширение товарной номенклатуры обогащенных хлебобулочных изделий [1, 5, 8].

При этом особо важным аспектом данного развития отрасли является применение нетрадиционных видов сырья и новейших способов его обработки, что вместе с увеличением технологических процессов

способствует образованию новых потребительских свойств и повышению качества получаемой продукции [12, 14].

Известно, что спиртовое брожение является одним из основных технологических процессов, которые влияют на качество хлебобулочных изделий, приготовляемых из дрожжевого теста. Ключевым ресурсом вышеописанного процесса являются хлебопекарные дрожжи. Собственные углеводы муки (глюкоза, фруктоза и сахароза) и сахара, образованные при помощи амилолитических ферментов муки из крахмала муки,

в определенной последовательности сбраживаются пока тесто находится в стадии созревания. Одновременно с этим процессом углекислый газ, получаемый во время спиртового брожения, делает тесто рыхлым и придает ему определенную пористую структуру, от которой впоследствии зависит качество мякиша готового продукта [4, 6, 11].

Анализ выполненных к настоящему времени работ показывает, что замена части рецептурных ингредиентов хлеба и хлебобулочных изделий на экструдаты композитных смесей семян различных растений и зерна пшеницы позволяет существенно повысить эффективность технологического процесса выработки и качества получаемой продукции [7, 9, 15-18].

Целью работы являлось изучение влияния муки экструдированной композитной смеси (МЭКС) на подъемную силу хлебопекарных дрожжей и качество готовых хлебобулочных изделий.

Материалы и результаты исследования. В качестве объектов исследований служил хлеб пшеничный формовой из муки высшего сорта с применением

МЭКС, которую вносили в различных дозировках при замесе теста взамен части пшеничной муки высшего сорта. Для экструдирования применяли ингредиенты, приобретенные в торговых сетях: зерно пшеницы 1-го класса (ГОСТ 9353-2916), семена расторопши, пшеничную муку высшего сорта (ГОСТ 26574-2017) и хлебопекарные прессованные дрожжи (ГОСТ Р 54731-2011). Образец хлеба пшеничного без внесения МЭКС, изготовленный на основе базовой рецептуры, служил в качестве контроля. При выполнении работы были использованы общепринятые стандартные методы исследований.

В статье приведены средние значения показателей. Пищевую и энергетическую ценность оценивали расчетным методом.

Экспериментальные образцы МЭКС были получены с помощью разработанного и запатентованного сотрудниками кафедры «Пищевые производства» экструдера с термовакuumным принципом работы, конструктивно-технологическая схема, которого приведена на рисунке 1 [8].

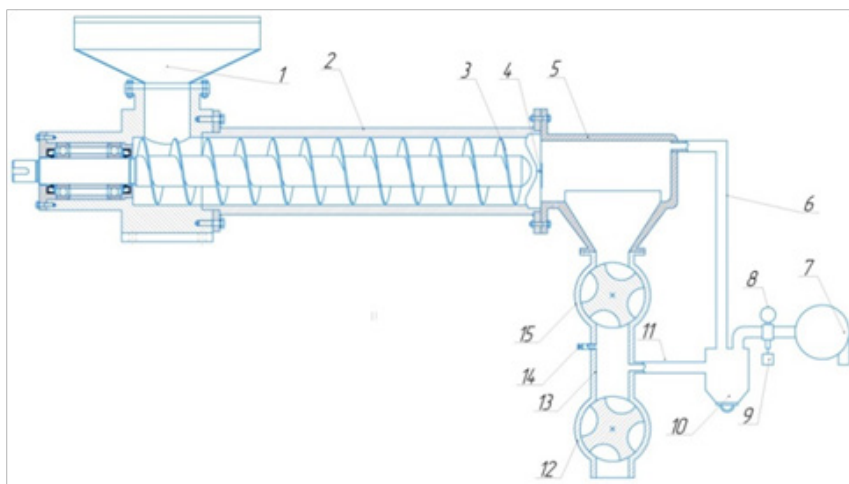


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема модернизированного экструдера: 1 – камера загрузки сырья; 2 – корпус; 3 – рабочий орган; 4 – фильера; 5 – вакуумная камера предварительного обезвоживания; 6, 11 – соединительные трубопроводы; 7 – вакуум-насос; 8 – вакуум-метр; 9 – вакуум-регулятор; 10 – вакуум-баллон; 12, 15 – шиловые затворы; 13 – вакуумная камера окончательного обезвоживания; 14 – кран для впуска воздуха

Процесс работы экструдера включает подачу сырья при помощи рабочего органа (шнека) 3 в зону термопластической пластификации, его нагрева до температуры 120-130°C и обработки полученного экструдата в камерах предварительного 5 и окончательного 13 обезвоживания.

Во время попадания сырья из цилиндрического корпуса экструдера, с достаточно высоким давлением, в вакуумную камеру предварительного обезвоживания, вода, находящаяся в обрабатываемой смеси, интенсивно вскипает и превращается в пар. При этом температура экструдата в процессе испарения влаги с поверхности экструдата уменьшается примерно на 30°C.

В вакуумную камеру окончательного обезвоживания предварительно осушенный экструдат попадает при помощи шилового затвора 15. В этой камере из-за еще более низкого давления, чем в камере пред-

варительного обезвоживания, жидкость, входящая в продукт, снова закипает и перемещается на выгрузку. Объем удаляемого пара из камеры окончательного обезвоживания, а вместе с ним и влажность готового продукта, достаточно просто регулируется с помощью воздушного крана 14.

На рисунке 2 показаны образцы полученного продукта в виде муки и экструдата.

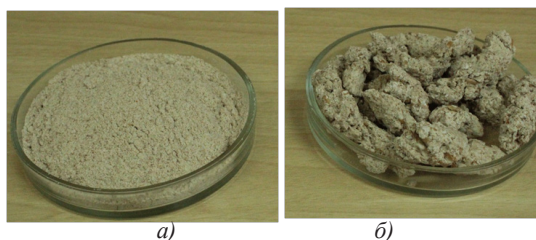


Рисунок 2 – Образцы продукта в виде муки (а) и экструдата (б)

При помощи ускоренного метода по скорости всплывания шарика теста (ГОСТ Р 54731-2011) в эксперименте оценивался уровень активности жизнедеятельности дрожжевых клеток. Тесто, которое используется в данном опыте, замешивали с заменой части пшеничной муки, которая предусмотрена рецептурой, на различные дозировки МЭКС: 5, 7 и 9% к общей массе смеси. Контрольным образцом послужил экземпляр, приготовленный из 100% пшеничной муки. Опираясь на требования ГОСТ Р 54731-2011(пункт 6.8.3) были произведены расчеты уровня подъемной силы. По количественным и качественным характеристикам клейковины муки и подъемной силе прессованных дрожжей определяли хлебопекарные свойства основного сырья. Фрагмент эксперимента показан на рисунке 3.

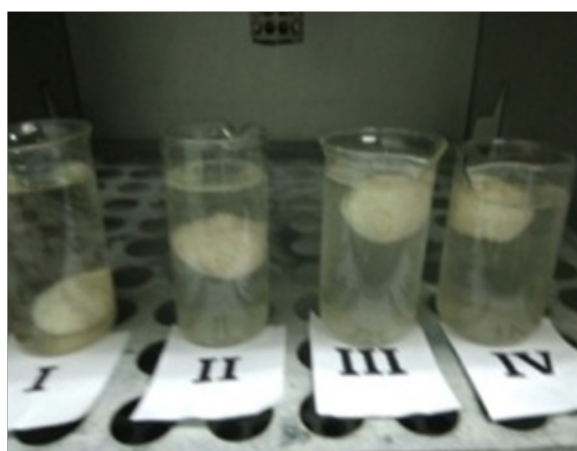


Рисунок 3 – Влияние МЭКС на подъемную силу хлебопекарных дрожжей

Анализ результатов экспериментальных исследований показывает, что добавление МЭКС в дозировке 5, 7 и 9% способствует снижению содержания сырой клейковины на 0,6; 1,0 и 1,2% соответственно.

Параллельно с этим было отмечено укрепление клейковины – с увеличением дозировки МЭКС до 7% эффективность укрепляющего действия возрастает, на что указывает снижение индекса сопротивления деформирующей нагрузки клейковины.

Интересно отметить, что дальнейшее увеличение дозировки МЭКС до 11 и 15% приводит к увеличению упругих свойств клейковины на 3,1 и 7,7% и увеличению ее эластичности на 0,8 и 2,5 см соответственно. Очевидно, это связано с тем, что МЭКС содержит фермент, который преобразует окисленный трипептид-глутатион в активную форму – глутатион-редуктазу.

Результаты влияния дозировок МЭКС представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние МЭКС на подъемную силу дрожжей

Образец	Время, мин	Подъемная сила, мин
I Контрольный (100)	14,3	50,0
II (95:5)	13,2	46,5
III (93:7)	12,0	42,0
IV (91:9)	11,5	40,2

Данные, содержащиеся в таблице 1, указывают на то, что наибольшую подъемную силу продемонстрировали образцы, изготовленные с замещением муки пшеничной на 7% и 9% МЭКС. Продолжительность подъема шарика образцов равна 42,0 минуты и 40,2 минуты, что, собственно, на 16,0% и 19,6% выше по сравнению с контролем. В результате эксперимента полученные данные могут быть следствием того, что МЭКС содержит дополнительные микроэлементы (кальций, фосфор, цинк, магний), витамины и полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), являющимися дополнительным источником питания и обеспечивающих стимулирующее действие на жизнедеятельность дрожжевых клеток. Известно, что цинк играет немаловажную роль в процессах синтеза белка, и является важным фактором в активизации процесса брожения. Фосфор имеет значение в энергетическом обмене клетки, а также в процессах мембранного транспорта. Активность ферментов клетки зависит от многих факторов, в том числе от наличия кальция и магния.

Результаты исследования показали, что при увеличении дозировки МЭКС подъемная сила дрожжей прессованных в опытных пробах повышалась, что способствовало более интенсивному спиртовому брожению.

Эффективность влияния МЭКС на качественные характеристики хлеба определяли при помощи образцов лабораторных выпечек с применением рациональных дозировок от 5 до 9%. В качестве элемента контроля был выбран хлеб пшеничный формовой, изготовленный в соответствии с технологическими инструкциями для производства хлебобулочных изделий. В выпеченных изделиях определяли и оценивали удельный объем готовых изделий, пористость мякиша, кислотность мякиша, влажность мякиша и формоустойчивость продукта. Результаты представлены в таблице 2.

Установлено, что замена пшеничной муки в образцах на 5 и 7% МЭКС способствует улучшению их органолептических и физико-химических показателей. Указанные образцы характеризовались привлекательным внешним видом, приятным вкусом и ароматом. Структуру пористости мякиша следует отнести к средней, однородной, развитой и тонкостенной. При этом отмечено, что мякиш опытных образцов изделий хорошо пропечен, неувлажнен, не является липким на ощупь. В этих образцах были отмечены редкие включения частиц вносимой МЭКС.

Отмечено повышение удельного объема хлеба опытных образцов с внесением МЭКС в дозировке 5, 7 и 9% в сравнении с контрольным образцом – на 9,1; 10 и 11,7%, соответственно, а также пористости мякиша – на 3,7; 6,1 и 5,5%, соответственно.

При этом формоустойчивость опытных образцов при увеличении дозировки МЭКС также увеличивалась. Показатель влажности и кислотности хлеба опытных образцов изменялся незначительно и находился в пределах нормы, установленной стандартом.

Таблица 2 – Показатели хлеба, полученного с добавлением различных дозировок МЭКС

Показатели качества изделий с добавлением МЭКС, % от массы муки с внесением ЭКС в тесто и продолжительностью брожения опары, мин							
Наименование показателей качества изделий	0 (контроль)	5		7		9	
	60	15	30	15	30	15	30
Органолептические показатели:							
Внешний вид: форма	Правильная						
Поверхность	Гладкая, глянцевая, без крупных трещин и подрывов.						
Цвет корки	Светло-желтая	Светло-желтая			Светло-желтая		Светло-коричневая
Вкус	Свойственный данному типу изделий, без постороннего привкуса						
Запах	Свойственный данному типу изделий, без постороннего вкуса					Наличие постороннего привкуса	
Состояние мякиша: пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный. После легкого надавливания пальцами мякиш принимает первоначальную форму						
промесс	Без комочков и следов непомеса	Без комочков и следов непомеса с единичными вкраплениями частиц ЭКС				Без комочков и следов непомеса с заметными вкраплениями частиц ЭКС	
пористость	Пористость развитая, средняя, без пустот и уплотнений	Пористость развитая, мелкая, слегка уплотненная, тонкостенная				Пористость развитая, мелкая, уплотненная	
вкус	Нормальный свойственный хлебу, без посторонних привкусов.	Нормальный свойственный хлебу, без посторонних привкусов.				Нормальный свойственный хлебу, без посторонних привкусов.	
Физико-химические показатели:							
Наименование показателей качества изделий	0 (контроль)	5		7		9	
	60	15	30	15	30	15	30
Влажность мякиша, %	48,0	49,0		49,3		49,5	
Кислотность мякиша, град	2,5	2,6		2,9		3,0	
Пористость мякиша, %	54,0	56,0		57,3		57,0	
Удельный объем, см ³ /100 г	340	371		374		380	
Формоустойчивость (Н: Д)	0,48	0,55		0,57		0,50	

Более детальный анализ таблицы 2 позволяет предположить, что увеличение пористости хлеба в опытных образцах с дозировкой 5 и 7% связано с содержанием дополнительных компонентов питания для дрожжей в составе МЭКС. Именно эти ингредиенты оказывают стимулирующее действие на актив-

ность дрожжевых клеток и повышение подъемной силы дрожжей. При этом, как известно, пористость хлеба существенно влияет на его сохранность и усвояемость организмом человека.

На рисунке 4 представлен общий вид контрольного и опытных образцов выпеченного хлеба.

Контрольный образец



Образец II (95:5)



Образец III (93:7)



Рисунок 4 – Общий вид готовых изделий

Заключение. Обоснована возможность использования МЭКС, содержащей в своем составе полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна, минеральные вещества, витамины E и группы B, флавоноиды, в для разработки рецептур хлебобулочных изделий с повышенной пищевой ценностью.

Следует отметить, что введение технологии приготовления хлебобулочных изделий с мукой ЭКС благоприятно скажется на экономике хлебопекарных производств, а также окажет определенный социальный эффект. Потребитель сможет получить продукт широкого потребления, обладающий высокими функциональными пищевыми ингредиентами, необходимыми

для человеческого организма: белками, полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами и минералами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Воронина, П.К. Трансформация углеводного комплекса экструдированного ячменя /П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, Е.В. Тюрина // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: сб. материалов III Всероссийской научно-практ. конф. – Челябинск, том 1. – 2010. – С. 46-48.
2. Исследование влияния растительных пищевых добавок на эффективность активации прессованных хлебопекарных дрожжей /Н.Н. Корнен, С.А. Калманович, Т.А. Шахрай [и др.] //Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. № 3(44). – С. 3-7.

3. Курочкин, А.А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова //Пиво и напитки. – 2008. – № 4. – С. 12.
4. Курочкин, А. А. Регулирование функционально-технологических свойств экструдатов растительного сырья /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №4. – С. 86-91.
5. Курочкин, А.А. Системный подход к разработке экструдера для термовакuumной обработки экструдата /А.А. Курочкин //Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (1). – С. 33-39.
6. Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов: монография /А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 163 с.
7. Пат. 2579488 Российская Федерация, МПК7 A21D 8/02 (2006.01). Способ производства хлебобулочных изделий /Шабурова Г.В., Воронина П.К., Курочкин А.А. [и др.]. – №2014146596/13; заявл. 9.11.2014; опубл. 10.04.2016, Бюл. №10.
8. Пат. 198439 Российская Федерация, МПК A23P 30/20, СПК A23P 30/20. Экструдер с вакуумной камерой /Гарькина П.К., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. [и др.]. №2020110297; заявл. 10.03.2020; опубл. 09.07.2020, Бюл. №19.
9. Шабурова, Г.В. Активация хлебопекарных дрожжей с помощью экструдированных семян тыквы /Г.В. Шабурова, И.Н. Шешнищан, Ю.С. Кулькова //В сб.: Импортзамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья. Материалы I Всероссийской конференции с международным участием. 2019. – С. 319-322.
10. Шабурова, Г.В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов /Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина //Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 90-96.
11. Шматкова, Н.Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения /Н.Н. Шматкова, П.К. Воронина //Инновационная техника и технология. 2015. № 3 (4). – С. 17-22.
12. Шматкова, Н.Н. Исследование влияния экструдированной композитной смеси расторопши и зерна пшеницы на срок хранения хлебобулочных изделий /Н.Н. Шматкова, А.А. Курочкин //Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). – С. 26-31.
13. Altan, A. Effect of extrusion process on antioxidant activity, total phenolics and beta-glucan content of extrudates developed from barley-fruit and vegetable by-products /A. Altan, K. L. McCarthy, M. Maskan// International Journal of Food Science and Technology. – 2009. – Vol. 44. – № 6. – P. 1263-1271.
14. Byung-Kee, B. Extrusion of Regular and Waxy Barley Flours for Production of Expanded Cereals /B. Byung-Kee; J. Powers; L. Nguyen //Cereal Chemistry; 2004. – Vol. 81. – № 1. – P. 94-99.
15. Garkina, P.K. Chemical composition and physicochemical properties of extruded buckwheat /P.K. Garkina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, G.V. Shaburova //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 640(2), 022037.
16. Delcour, J.A. Unmalted cereal Products for beer Brewing. part I. the use of high percentages of extruded or regular corn starch and sorghum / J.A. Delcour, M.E. Mechtilde Hennebert, R. Vancraenenbroeck, E. Moerman// J. Inst. Brew. – 1989. – Vol. 95. – P. 271-276.
17. Kurochkin, A.A. Extrudate dehydration rate increase by modernization of the extruder vacuum chamber /А.А. Курочкин, D.I. Frolov, V.M. Zimnyakov //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. 422. 012033. doi: 10.1088/1755-1315/422/1/012033.
18. Shmatkova, N.N. Study of quality indicators of developed bakery products during storage /N.N. Shmatkova, A.A. Kurochkin //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 640(7), 072018.

Статья поступила в редакцию 21.07.2021

Статья принята к публикации 15.09.2021