

УДК 664.64.022.39

Влияние грибного экстракта, содержащего бета-глюканы, на реологические характеристики хлебного теста

М. ФРИУИ¹, д-р техн. наук Л. ГАЧЕУ², О. ОПРЯ²,
канд. техн. наук М. М. ШАМЦЯН¹

¹Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

²Университет Трансильвании г. Брашова, Румыния

E-mail: friouipeter90@gmail.com

*Бета-глюканы грибов являются одними из перспективных биологически активных соединений, которые можно использовать для обогащения повседневных пищевых продуктов и придания им новых функциональных свойств. Экстракты, содержащие бета-глюканы получают из плодовых тел и мицелиальной биомассы грибов, а также из отходов производства грибов, например стром, которые из-за их жесткости не находят широкого применения в пищевой промышленности. В данной работе изучалось влияние добавок к рецептуре хлеба бета-1,3/1,6-глюканов, экстрагированных из грибов *Pleurotus Ostreatus* (вешенка обыкновенная), на реологические характеристики теста. Исследовано влияние четырех различных концентраций порошка (0,2 %, 0,6 %, 1 %, 1,4 %), содержащего бета-1,3/1,6-глюкан, на качество выпекаемого хлеба. Тесто анализировалось с использованием оборудования Mixolab, с протоколом Chopin+. Регистрировали: водопоглощение, вес теста, температуру, скорость перемешивания, крутящий момент, амплитуду, стабильность теста. Сравнительное исследование показало, что внесение грибного экстракта не ухудшало характеристики теста, открывая новые возможности для подготовки новых функциональных пищевых продуктов в области хлебопекарной промышленности. Будущие исследования будут принимать во внимание влияние температуры выпекания на основные биологически активные соединения конечного продукта.*

Ключевые слова: грибной экстракт, бета-глюкан, реологические характеристики, тесто, протокол Chopin+.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 02.04.2018, принята к печати 20.07.2018

DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-3-53-61

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Фриуи М., Гачеу Л., Опря О., Шамцян М. М. Влияние грибного экстракта, содержащего бета-глюканы, на реологические характеристики хлебного теста // Вестник Международной академии холода. 2018. № 3. С. 53–61.

The influence of fungal extract containing beta beta-glucans on the rheological characteristics of dough

M. FRIOU¹, D. Sc. L. GACEU², O. OPREA², Ph. D. M. M. SHAMTSYAN¹

¹St. Petersburg State Institute of Technology (Technical University)

²Transilvania University of Brasov, Romania

E-mail: friouipeter90@gmail.com

*Beta-glucans from fungi are valuable biologically active compounds, which can be used to enrich daily food products and give them new functional properties. Fungal extracts containing beta-glucans can be derived from fruiting bodies and micelial biomass of fungi, as well as from mushroom production waste, for example stroma, which are not widely used in the food industry. The paper deals with the influence of beta-1.3/1.6-glucans, extracted from *Pleurotus ostreatus* fungi (oyster mushroom) and added to the bread formula, on the rheological characteristics of the dough. In the paper the effect of four different concentrations (0.2 %, 0/6 %, 1 %, 1.4 %), of extract containing beta-1.3/1.6-glucans on the rheological characteristics of the dough is analyzed. The dough was analyzed using Mixolab equipment with Chopin+ protocol. The values of water absorption, dough weight, temperature, stirring speed, torque (or force moment), amplitude, and stability of the dough were obtained. The comparative study showed that the use of the fungal extract did not spoil the characteristics of the dough, but opens the potential for preparation of new functional bakery products. Future studies need to be done to observe the effect of baking temperature on the main bioactive compounds of the final product.*

Keywords: fungal extract, beta-glucans, rheological characteristics, dough, Chopin+ protocol.

Article info:

Received 02/04/2018, accepted 20/07/2018

DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-3-53-61

Article in Russian

For citation:Frioui M., Gaceu L., Oprea O., Shamtsyan M. M. The influence of fungal extract containing beta beta-glucans on the rheological characteristics of dough. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2018. No 3. p. 53–61.**Введение**

Хлеб и хлебобулочные изделия являются одними из наиболее широко потребляемых в пищу продуктов. Обогащение хлебопродуктов бета-глюканами и создание на их основе новых функциональных продуктов является актуальной и перспективной задачей, решение которой может способствовать улучшению здоровья и качества жизни населения.

Бета-глюканы являются важными структурными элементами клеточной стенки или служат хранилищем энергии у бактерий, грибов, включая дрожжи, водорослей и растений, в то время как они отсутствуют в тканях позвоночных и беспозвоночных [1]. Наиболее активной в биологическом отношении формой бета-глюканов является бета-1,3/1,6-глюкан, в молекуле которого глюкоза привязана к позициям 1 и 3, а также молекула имеет ответвления в позициях 1 и 6, встречающиеся в основном у грибов и дрожжей [2].

Экстракты, содержащие бета-глюканы из грибов, является одним из наиболее изученных растворимых пищевых волокон, и известны своими положительными эффектами на здоровье человека, такими как снижение гликемического отклика и уровня сывороточного холестерина [3], а также могут служить противоопухолевым средством и имеют другие полезные для здоровья свойства [4, 5, 6–12].

Введение бета-глюканов в состав повседневных пищевых продуктов, в частности таких, как хлебобулочные изделия, позволит разработать рецептуры новых функциональных пищевых продуктов как для целевых групп населения, так и для более широких слоев, с целью профилактики развития ряда заболеваний. С этой точки зрения, значительный интерес представляет то, как включение бета-глюканов в состав хлебопродуктов может повлиять на их качественные характеристики, что и является задачей данного исследования.

Материалы и методы*Способ получения бета-глюканов из грибов*

Объектами исследования являлись водные экстракты плодовых тел вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*). Грибы сушили при температуре 60 °C, измельчали и дважды обрабатывали 80%-м этанолом при температуре 78 °C, в течение 3-х часов для удаления липидов и низкомолекулярных веществ, растворимых в этаноле. За счет этого достигалось повышение проницаемости клеточных стенок гриба. Филtrat удаляли, пропускаемая через тканевый фильтр, а из оставшегося осадка водорастворимые фракции экстрагировали кипящей водой в течение 3 ч дважды. Полученные фильтраты

объединяли, выпаривали и высокомолекулярные вещества осаждали 5 объемами 96%-го этанола. Образовавшийся осадок отфильтровывали и сушили при 60 °C в потоке воздуха.

Полученные сухие экстракты измельчали в порошок, хранили при комнатной температуре и использовали для проведения экспериментов по обогащению хлеба.

Определение состава экстрактов

Экстракты анализировались на общее содержание углеводов фенол-сернокислотным методом, содержание белка определяли методом Лоури [13]. Содержание бета-глюканов определяли ферментативным методом [14].

Влияние бета-глюканов на реологические характеристики хлебного теста

Изучали влияние четырех различных концентраций порошка (0%, 2%, 0,6%, 1%, 1,4%), содержащего бета-1,3/1,6-глюкан, вносимого при замесе теста по рецептуре, включающей муку пшеничную (тип 550) 92,59%, дрожжи хлебопекарные прессованные 4,63%, соль поваренную пищевую 1,85%, сахар 0,92%, воду 30мл. Бета-глюканы использовались взамен части муки в тесте, т. е. рецептурное количество муки уменьшалось на 0%, 2%, 0,6%, 1%, 1,4% соответственно. Тесто анализировали с применением оборудования Mixolab, с протоколом Chopin+ [14]. Измерялись параметры: водопоглощение, вес теста, температура, скорость перемешивания, крутящий момент, амплитуда, стабильность теста.

Конечный продукт, полученный после выпечки, анализировали также с учетом цвета и внешнего вида корки, степени зрелости, состояния и внешнего вида мякиша, пористости и структуры пор мякиша, аромата (запах), вкуса и кислотности.

Результаты эксперимента приведены в табл. 1, 2 и 3.

С помощью оборудования Mixolab использован стандартизованный протокол (ICC N 173, AACC 54–60.01 и NF V 03–764) для характеристики муки (белковая сеть, крахмал и ферментативная активность), который обеспечивает графическую интерпретацию результатов (кривая 3 на рис. 1–5).

Результаты и обсуждение

Выход водорастворимой фракции из плодовых тел грибов составил 6,5–6,8 г на 100 г сухого порошка гриба. Концентрация полисахаридов в водных экстрактах грибов составила $73 \pm 2\%$ от сухого вещества. Содержание белков в экстрактах составляло до $23 \pm 1\%$. Содерж-

Таблица 1

Точки достижения заданных характеристик теста по протоколу Chopin+

Table 1

The points for characteristics under investigation according to Chopin+ protocol

Точки	Описание	Связанные параметры	
C1	Используется для расчета поглощения воды (процесс образования теста).	T°C 1	Температура и время теста, соответствующие возникновению различных крутящих моментов
C2	Измеряет ослабление белка как функцию механической работы и температуры. Разжижение теста.	T°C 2	
C3	Измеряет клейстеризацию крахмала	T°C 3	
C4	Измеряет стабильность горячего геля (крахмального клейстера)	T°C 4	
C5	Измеряет ретроградацию крахмала в течение периода охлаждения	T°C 5	

Таблица 2

Параметры, рассчитываемые по протоколу Chopin+

Table 2

Parameters calculated according to Chopin+ protocol

Параметр	Метод расчета	Значение
Абсорбция воды, %	Количество воды, необходимое для получения C1=1,1 НМ +/- 0,05	Количество воды, которую мука может поглощать для достижения заданной консистенции в фазе постоянной температуры
Время для C1, мин	Время, необходимое для получения C1	Время образования теста: чем «крепче» мука, тем больше времени требуется
Стабильность, мин	Время, в течение которого крутящий момент составляет > C1–11% (постоянная фаза T°C)	Тестовая устойчивость к замешиванию.
Амплитуда, нм	Ширина кривой при C1	Эластичность теста: чем выше значение, тем больше эластичность муки

Таблица 3

Параметры, используемые для характеристики (ослабление белка, клейстеризация крахмала и ферментативная активность) и графической интерпретации результатов (кривая 3 на рис. 1–5)

Table 3

Parameters used to characterize the results and to show them on a plot the (protein weakening, starch gelatinization, and enzymic activity) (curve 3, Fig. 1–5)

Параметр	Расчет	Описание
Наклон α	Наклон кривой между концом периода при 30 °C и C2	Скорость ослабления белка (разжижения теста) под действием тепла
Наклон β	Наклон кривой между C2 и C3	Скорость клейстеризации крахмала
Наклон γ	Наклон кривой между C3 и C4	Скорость инактивации и деградации фермента

жание бета-глюканов составляло 23,8% сухого порошка гриба.

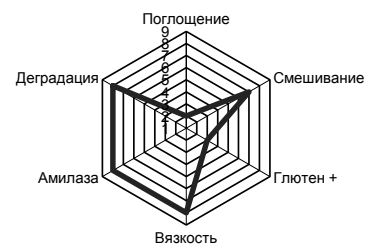
Полученные экстракты добавлялись в тесто в концентрации 0%, 2%, 0,6%, 1%, 1,4%. На такое же количество в тесте было уменьшено содержание муки. На рис. 1–5 показаны результаты протоколов Chopin+, для уровней замещения муки препаратами, содержащими бета-глюканы в 0%, 2%, 0,6%, 1%, 1,4% при температуре резервуара 30 °C, скорости перемешивания 80 об/мин и весе теста 75 г.

Представленные на рис. 1–5 параметры:

— α — скорость разжижения теста (за счет ослабления белков) под воздействием тепла;
 — β — скорость клейстеризации крахмала;
 — γ — скорость инактивации фермента;
 — водопоглощение (%) — количество воды, необходимое для получения C1=1,1 Нм +/- 0,05. Данное количество воды поглощается мукой для достижения заданной консистенции при постоянной температуре;
 — время C1 (мин) — время, необходимое для получения C1. Чем больше мука поглощает воды при замесе теста, тем оно дольше;

	Время, мин	Момент силы, Н·м	Температура теста, °С	Амплитуда, Nm	Стабильность, мин
C1	7,62	1,07	32,1	0,07	10,88
C2	17,35	0,42	55,6	—	—
C3	23,00	2,03	76,3	—	—
C4	30,00	2,27	87,2	—	—
C5	45,02	3,59	58,6	—	—

а



Результаты с осями Profiler.
Рассчитанные от 1 до 9.
Индекс: 1-72-888

б

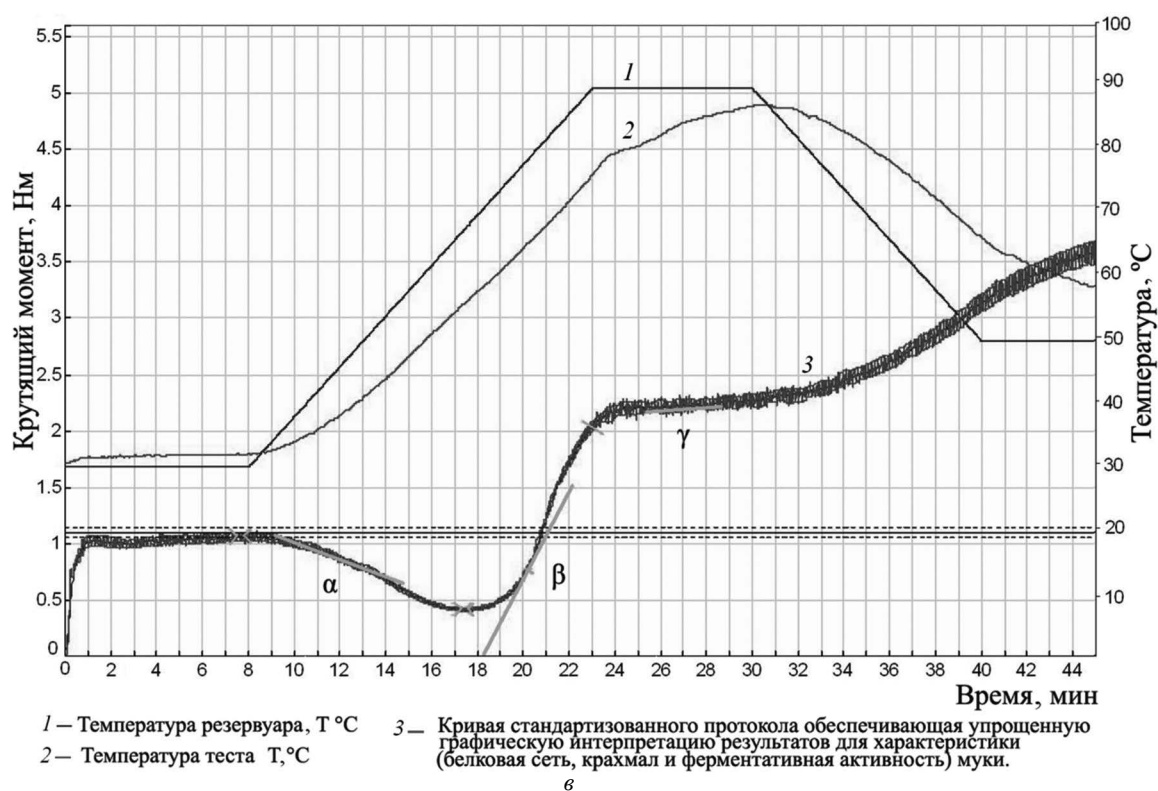


Рис. 1. Результаты контрольной муки 0% бета-глюкана (к):

а — параметры, рассчитываемые по протоколу Chopin+; б — профилограмма оценки реологических характеристик теста по протоколу Chopin+; в — зависимость крутящего момента и температуры от времени

Fig. 1. The results for the reference flour containing 0% of beta-glucan (k):

а — parameters calculated according to Chopin+ protocol; б — profilogram of the dough rheological characteristics evaluation according to Chopin+ protocol; в — the dependence of the torque moment and the temperature on time

— стабильность (мин) — время, в течение которого крутящий момент > C1–11 % (постоянная T° фазы). Связано с сопротивлением теста замешиванию: чем оно больше, тем «сильнее» тесто;

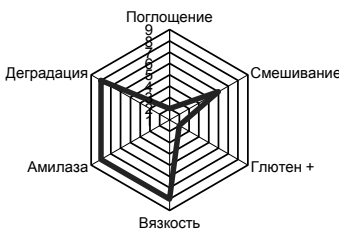
— амплитуда (Н·м) — ширина кривой на C1. Связана с упругостью теста: чем выше значение, тем больше эластичность клейковины или теста.

С точки зрения реологии, исследования показали, что для уровней замещения муки в 0%, 2%, 0,6%, 1%, 1,4% препаратами бета-глюканов, значения стабильности составили, соответственно: 10,88; 10,43; 10,43; 9,42; 9,68; 9,92 мин. Это свидетельствует о том, что с повы-

шением концентрации бета-глюканов стабильность теста несколько снижается. Значения крутящего момента были, соответственно: 1,07; 1,10; 1,11; 1,10; 1,08 Нм. Полученные значения коэффициентов α, β, γ представлены в табл. 4.

Показано, что при внесении 0,2% бета-глюкана скорость клейстеризации крахмала и инактивации фермента несколько увеличилась, по сравнению с контрольным образцом без бета-глюкана. При дальнейшем увеличении дозировки бета-глюканов отмечалось некоторое снижение этих показателей. Однако в целом установлено, что указанные дозировки не оказывают

	Время, мин	Момент силы, Н·м	Температура теста, °С	Амплитуда, Nm	Стабильность, мин
C1	1,25	1,10	31,8	0,09	10,43
C2	17,28	0,42	56,3	—	—
C3	23,00	1,99	77,1	—	—
C4	30,00	2,28	87,5	—	—
C5	45,02	3,65	58,6	—	—



Результаты с осями Profiler.
Рассчитанные от 1 до 9.
Индекс: 1-61-888

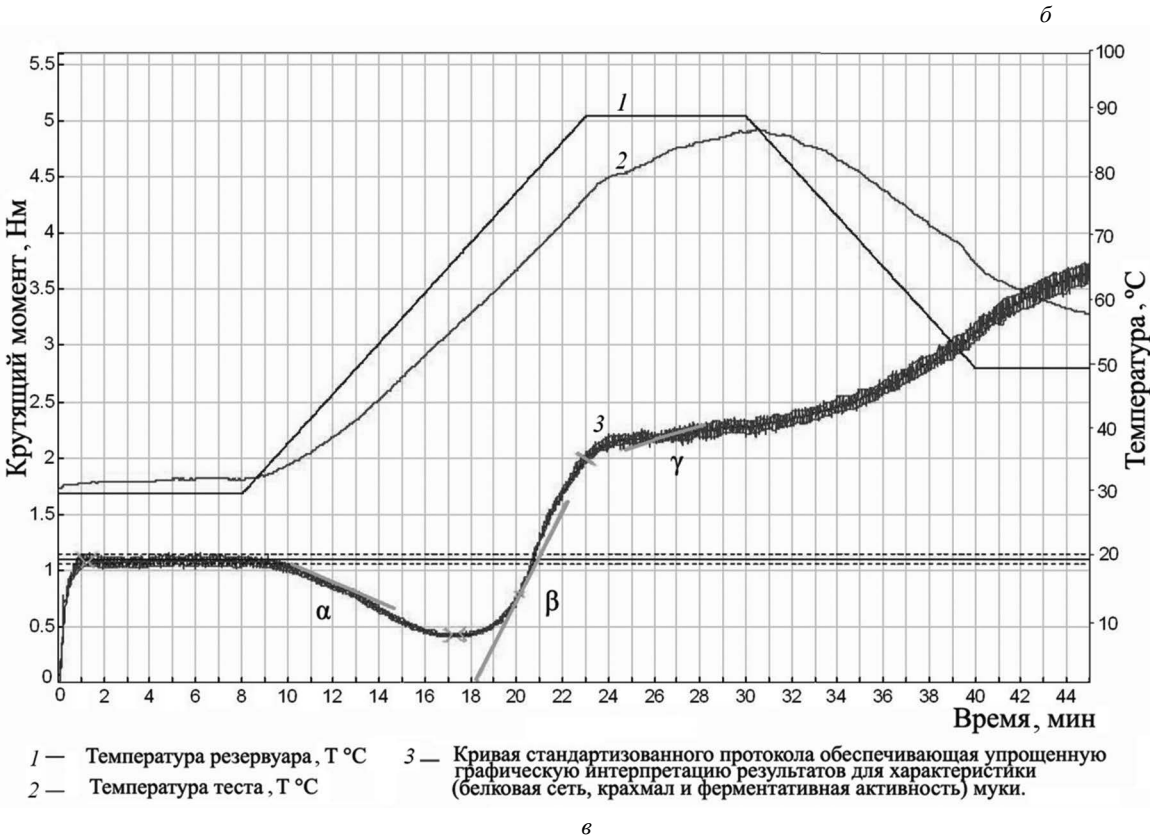


Рис. 2. Результаты для теста содержащего 0,2% бета-глюканов (P2):

a — параметры, рассчитываемые по протоколу Chopin+; *б* — профилограмма оценки реологических характеристик теста по протоколу Chopin+; *в* — зависимость крутящего момента и температуры от времени

Fig. 2. The results for the dough containing 0.2% of beta-glucan (P2):

a — parameters calculated according to Chopin+ protocol; *б* — profilogram of the dough rheological characteristics evaluation according to Chopin+ protocol; *в* — the dependence of the torque moment and the temperature on time

Таблица 4

Расчетные показатели скоростей реакции

Table 4

The rate of reaction

Расчетные показатели скоростей реакции, Нм/мин	Концентрация бета-глюканов в тесте, %				
	0	0,2	0,6	1	1,4
α	−0,078	−0,080	−0,020	−0,032	−0,030
β	0,386	0,410	0,370	0,370	0,342
γ	0,042	0,056	−0,004	−0,002	−0,020

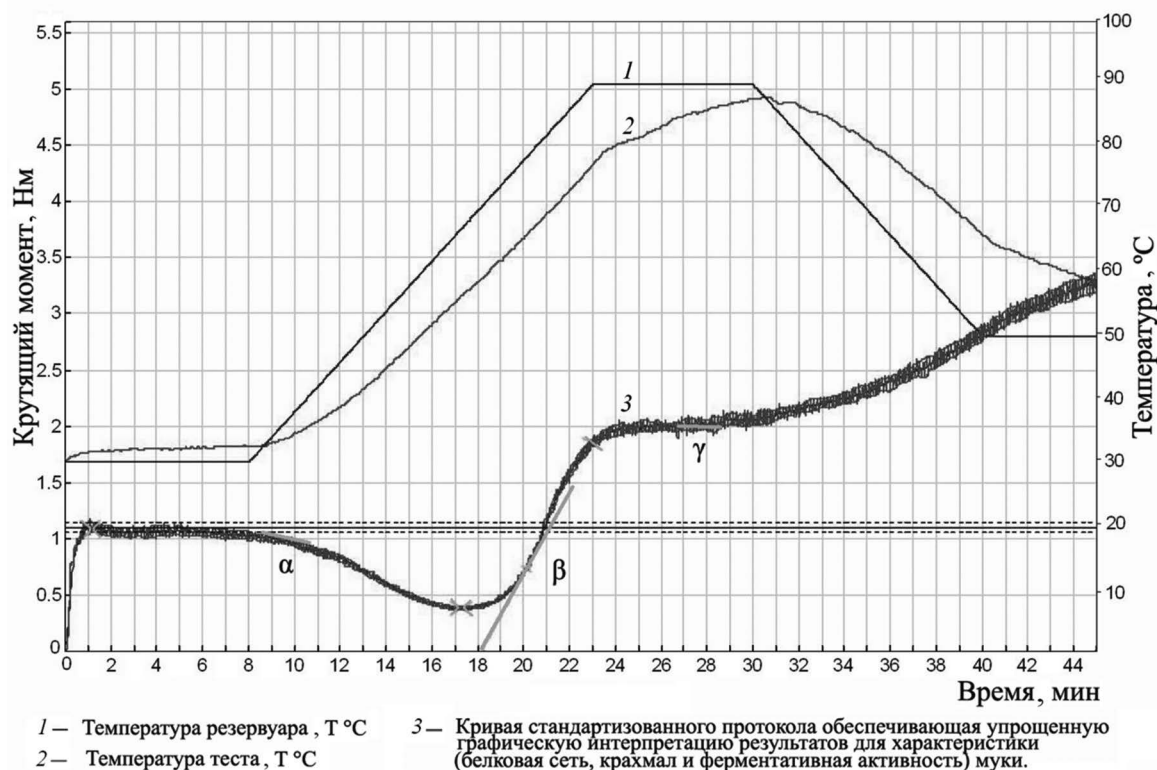
	Время, мин	Момент силы, Н м	Температура теста, °С	Амплитуда, Nm	Стабильность, мин
C1	1,10	1,11	31,6	0,10	9,42
C2	17,28	0,38	56,5	—	—
C3	23,00	1,84	77,2	—	—
C4	30,00	2,05	87,6	—	—
C5	45,00	3,27	58,8	—	—

а



Результаты с осями Profiler.
Рассчитанные от 1 до 9
Индекс 1-41-688

б



в

Рис. 3. Результаты для теста содержащего 0,6% бета-глюканов (P3):

а — параметры, рассчитываемые по протоколу Chopin+; б — профилограмма оценки реологических характеристик теста по протоколу Chopin+; в — зависимость крутящего момента и температуры от времени

Fig. 3. The results for the dough flour containing 0.6% of beta-glucan (P3):

а — parameters calculated according to Chopin+ protocol; б — profilogram of the dough rheological characteristics evaluation according to Chopin+ protocol; в — the dependence of the torque moment and the temperature on time

Таблица 5

Характеристики конечного продукта после выпечки

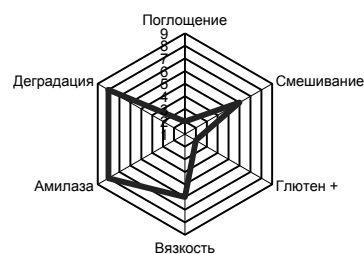
Таблица 5

The characteristics of final product

	Хлеб без внесения грибного экстракта (контроль)	Хлеб с бета-глюканами грибов
Цвет	Румяный	Коричневый (темнее контрольного)
Внешний вид корки	Кривая корка	Кривая корка
Степень зрелости	Обычный	Обычный
Состояние и внешний вид мякиша	Мягкий мякиш и быстро принимает первоначальную форму	Мягкий мякиш и быстро принимает первоначальную форму
Пористость и структуры пор мякиша	Меньше пор (по сравнению с хлебом с бета-глюканами грибов)	Много больших пор (по сравнению с хлебом без бета-глюканов грибов)
Аромат (запах)	Запах характерный для белого выпеченного хлеба	Запах характерный для белого выпеченного хлеба
Вкус и кислотность	Приятный, без постороннего вкуса (не кислый)	Приятный, без постороннего вкуса (немного кислый)

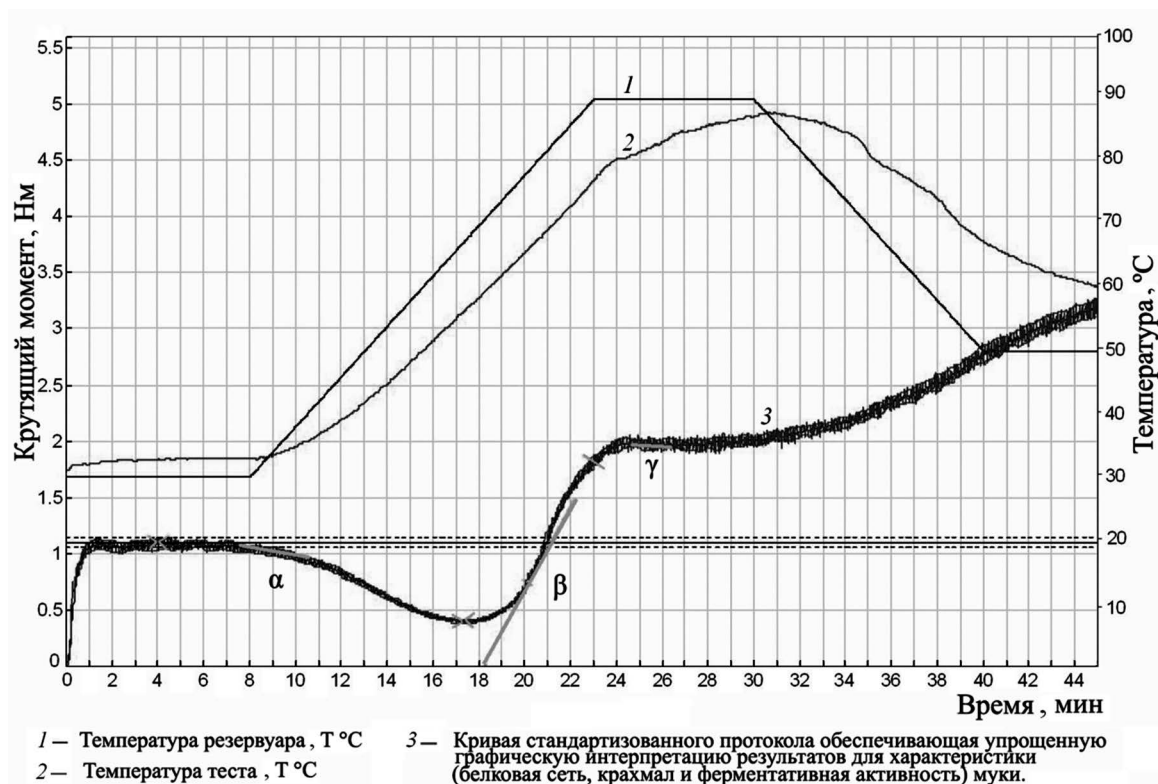
	Время, мин	Момент силы, Н·м	Температура теста, °С	Амплитуда, Nm	Стабильность, мин
C1	4,00	1,10	32,8	0,08	9,68
C2	17,30	0,40	56,1	—	—
C3	23,00	1,82	77,1	—	—
C4	30,00	2,01	87,3	—	—
C5	45,02	3,20	60,2	—	—

а



Результаты с осями Profiler.
Рассчитанные от 1 до 9.
Индекс: 1-61-688

б



в

Рис. 4. Результаты для теста содержащего 1% бета-глюканов (P4):

а — параметры, рассчитываемые по протоколу Chopin+; б — профилограмма оценки реологических характеристик теста по протоколу Chopin+; в — зависимость крутящего момента и температуры от времени

Fig. 4. The results for the dough flour containing 1% of beta-glucan (P4):

а — parameters calculated according to Chopin+ protocol; б — profilogram of the dough rheological characteristics evaluation according to Chopin+ protocol; в — the dependence of the torque moment and the temperature on time

отрицательного влияния на реологические характеристики теста. Оценка влияния добавления к рецептуре теста грибного экстракта, содержащего бета-глюканы, в концентрации 1%, на характеристики конечного продукта после выпечки приведены в табл. 5.

Анализ характеристик испеченного хлеба показал, что добавление к рецептуре теста грибного экстракта, содержащего бета-глюканы в концентрации 1%, лишь менял цвет хлеба, делая его более коричневатым, увеличивал пористость мякиша и придавал ему несколько более кислый привкус, при этом вкус оставался приятным.

Выводы

Замещение муки исследованными концентрациями бета-1,3/1,6-глюканами, экстрагированными из *Pleurotus ostreatus* и обладающими иммуномодулирующим действием, не оказало серьезного воздействия на реологические характеристики теста. Это позволит использовать экстракты грибов, содержащие бета-глюканы, для подготовки новых функциональных пищевых продуктов в области хлебопекарной промышленности. Будущие исследования будут направлены на изучение влияния температуры выпекания на биологическую активность соединений в конечном продукте.

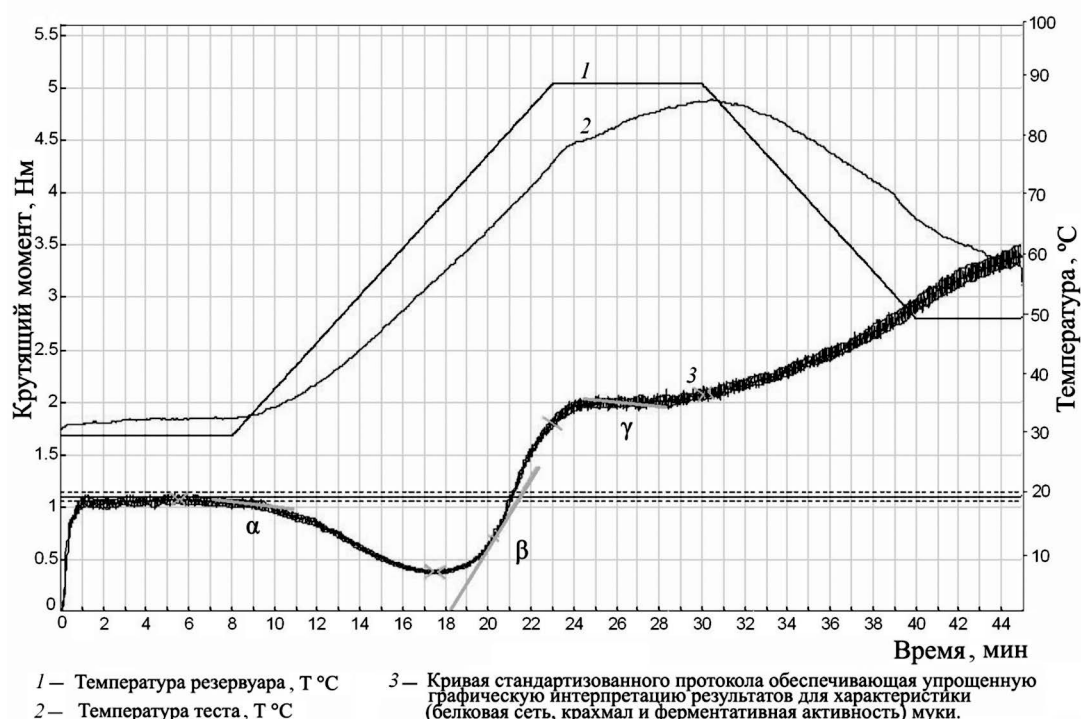
	Время, мин	Момент силы, Н м	Температура теста, °С	Амплитуда, Nm	Стабильность, мин
C1	5,52	1,08	32,8	0,07	9,92
C2	17,50	0,38	56,4	—	—
C3	23,00	1,80	76,5	—	—
C4	30,00	2,08	86,9	—	—
C5	45,00	3,41	58,8	—	—

а



Результаты с осями Profiler.
Рассчитанные от 1 до 9
Индекс 1-61-688

б



в

Рис. 5. Результаты для теста содержащего 1,4% бета-глюканов (P5):

а — параметры, рассчитываемые по протоколу Chopin+; б — профилограмма оценки реологических характеристик теста по протоколу Chopin+; в — зависимость крутящего момента и температуры от времени

Fig. 5. The results for the dough flour containing 1.4% of beta-glucan (P5):

а — parameters calculated according to Chopin+ protocol; б — profilogram of the dough rheological characteristics evaluation according to Chopin+ protocol; в — the dependence of the torque moment and the temperature on time

Литература (References)

1. Stier H., Ebbeskotte V. and Gruenwald J. Immune-modulatory effects of dietary Yeast Beta-1,3/1,6-D-glucan. *Nutrition Journal*. 2014. Vol. 13. Iss. 1. p. 38. DOI: 10.1186/1475-2891-13-38
2. Dalonso N., Goldman G. H., Gern R. M. M. β - (1-3), (1-6) — Glucans: medicinal activities, characterization, biosynthesis and new horizons. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2015. Vol. 99 (19). P. 7893–7906. DOI: 10.1007/s00253-015-6849-x
3. Shelat K. J., Vilaplana, F., Nicholson T. M., Gidley M. J., Gilbert R. G. Diffusion and rheology characteristics of barley mixed linkage β -glucan and possible implications for digestion. *Carbohydrate Polymers*. 2011. V. 86 (4). P. 1732–1738.
4. Shamtsyan M. Potential to develop functional food products from mushroom bioactive compounds // *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2016. V. 15. P. 51–59
5. Eleftherios E., Vassilis M. G. and Cleanthes I. The Potential Use of Mushrooms -Glucans in the Food Industry. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*. 2014. Vol. 3. P. 15–18.
6. Vetvicka V., Terayama K., Mandeville R., Brousseau P., Kournikakis B., Ostroff G. Orally-administered yeast β 1,3-Glucan Prophylactically protects against anthrax infection and cancer in mice. *Journal of the American Nutraceutical Association*. 2002. V. 5 (2). P. 16–20.
7. Shamtsyan M., Konusova V., Maksimova Y., Goloshchev A., Panchenko A., Simbirtsev A., Petrishchev N., Denisova N.

- Immunomodulating and anti-tumor action of extracts of several mushrooms. *Journal of Biotechnology*. 2004. Vol. 113 (1-3), P. 77–83.
8. Seljelid R, Bögwald J, Lundwall A. Glycan stimulation of macrophages in vitro. *Experimental Cell Research*. 1981. Vol. 131. P. 121–129.
 9. Brown G. D., Taylor P. R., Reid D. M. et al. Dectin-1 is a major beta-glucan receptor on macrophages. *J. Exp. Med.* 2002. 196 (3). P. 407–412.
 10. Young S. H., Ye J., Frazer D. G. et al. Molecular mechanism of tumor necrosis factor- α production in 1–3-beta-glucan (zymosan) — activated macrophages. *Journal of Biological Chemistry*. 2001. Vol. 276 (23). P. 20781–20787.
 11. Rieder A., Ballance S., Böcker U., Knutsen S. Quantification of 1,3- β -D-glucan from yeast added as a functional ingredient to bread. *Carbohydrate Polymers*. 2018. Vol. 181, p. 34–42. DOI: 10.1016/j.carbpol.2017.09.044
 12. Thornton B. P., Větvicka V., Pitman M. et al. Analysis of the sugar specificity and molecular location of the beta-glucan-binding lectin site of complement receptor type 3 [CD11b/CD18]. *The Journal of Immunology*. 1996. Vol. 156 (3). P. 1235–1246.
 13. Lowry O. H., Rosenbrough N. T., Farr A. L. & Randall R. T. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 1951. Vol. 193. P. 256–275.
 14. Rheological Enzymatic Analysis issue. *Mixolab applications handbook*. 28 July 2009. p. 9.

Сведения об авторах

Фриуи Мохамед

аспирант кафедры технологии микробиологического синтеза Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), 190013, Санкт-Петербург, Московский пр., 26, friouipeter90@gmail.com

Гачеу Ливиу

д. т. н., профессор факультета пищи и туризма Университета Трансильвании г. Брашов, Румыния, Bulevardul Eroilor 29, Braşov 500036, Romania, gaceul@unitbv.ro

Опреа Оана

аспирант, ассистент факультета пищи и туризма университета Трансильвании г. Брашов, Румыния, Bulevardul Eroilor 29, Braşov 500036, Romania, oana882003@yahoo.com

Шамтсян Марк Маркович

к. т. н., доцент кафедры технологии микробиологического синтеза Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), 190013, Санкт-Петербург, Московский пр., 26, mark.shamtsyan@yandex.ru

Information about authors

Frioui Mohamed

PhD student of Department of Technology of Microbiological Synthesis, St. Petersburg State Institute of Technology (Technical University). Russia, 190013, St. Petersburg, Moskovsky av., 26, friouipeter90@gmail.com

Gaceu Liviu

D. Sc., professor of the Faculty of Food and Tourism, Transilvania University of Brasov, Romania, Bulevardul Eroilor 29, Braşov 500036, Romania, gaceul@unitbv.ro

Oprea Oana

PhD student, assistant the Faculty of Food and Tourism. Transilvania University of Brasov, Romania, Bulevardul Eroilor 29, Braşov 500036, Romania, oana882003@yahoo.com

Shamtsyan Mark Markovich

PhD, Associate professor of Department of Technology of Microbiological Synthesis. St. Petersburg State Institute of Technology (Technical University). Russia, 190013, St. Petersburg, Moskovsky av., 26, mark.shamtsyan@yandex.ru



17-я Международная выставка оборудования и технологий для животноводства, молочного и мясного производств

Молочная и мясная индустрия

19 февраля – 22 февраля 2019 года

<http://www.md-expo.ru>

Разделы выставки:

- ✓ Оборудование и технологии для выращивания и содержания сельскохозяйственных животных;
- ✓ Оборудование и технологии для производства кормов;
- ✓ Племенная продукция;
- ✓ Оборудование и технологии для производства молока и молочной продукции;
- ✓ Кормовые добавки и витамины. Ветпрепараты и инструменты;
- ✓ Оборудование и технологии для производства мясной продукции.

Место проведения:

Россия, Москва, МВЦ «Крокус Экспо», павильон 2
<http://www.crocus-expo.ru>

Организатор выставки: ITE Москва

+7 (499) 750-08-28, 750-08-30
md@ite-expo.ru
www.ite-expo.ru