

## БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ В РАЗРАБОТКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С АДАПТОГЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

*И.В. Калинина, Р.И. Фаткуллин, Г.С. Попова*

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120, перед производителями продуктов питания поставлена задача «наращивание производства новых, обогащенных диетических и функциональных продуктов». Большую популярность в последнее время приобретают биологически активные продукты пчеловодства – цветочная пыльца-обножка, перга, пчелиный воск, пчелиное маточное молочко. Эти продукты богаты полноценными белками, углеводами, незаменимыми жирными кислотами, витаминами, ферментами, флавоидными соединениями и другими биологически активными веществами, которые оказывают благотворное влияние на организм человека. Целью настоящего исследования являлась разработка новой рецептуры пряничных изделий, обогащенных пчелиным маточным молочком, ее валидация и технологическая апробация. Объектами исследования явились изделия пряничные сырцовые: контрольный образец пряники «Северные», модифицированный – пряники «Медовые» с пчелиным маточным молоком. В рамках исследования была разработана рецептура сырцовых пряников, обогащенных пчелиным маточным молоком, произведена опытная партия этих изделий, оценено их качество и безопасность. Результаты исследований показали возможность и целесообразность применения пчелиного маточного молочка в технологии пряничных изделий. Было установлено количество обогащающей добавки, которое позволило обеспечить сохранение и даже незначительное улучшение органолептических характеристик готовых изделий (0,15–2,0 кг на 1 т готовых изделий). Изделия, полученные по модифицированной рецептуре, полностью отвечали требованиям нормативной документации по показателям безопасности. Внесение в рецептуру пряничных изделий установленного количества пчелиного маточного молочка позволило снизить количество жира в готовых продуктах в среднем на 16,5 % при снижении энергетической ценности 1 %.

**Ключевые слова:** биологически активные вещества, обогащенные пищевые продукты, пчелиное маточное молочко, качество, безопасность.

### Введение

Пчелиное маточное молочко (ПММ) производится главным образом из гипофарингальных и мандибулярных секреторных желез молодых рабочих пчел (*Apis mellifera*) и состоит из воды, углеводов, белков, свободных аминокислот, липидов, витаминов (главным образом тиамина, ниацина, рибофлавина), минеральных веществ (главным образом железа и кальция) и значительного количества биологически активных соединений [1, 7, 8, 9]. Сегодня ПММ широко используется во многих странах в качестве коммерчески успешных пищевых добавок.

Для ПММ установлено несколько фармакологических эффектов, включая иммуномодулирующее действие, противоопухолевое и антиоксидантное действие, а также адаптогенные свойства [10, 14, 16, 17].

Средний химический состав свежего ПММ включает воду (50–70 %), белки (9–18 %), углеводы (7–18 %), жирные кислоты и липиды (3–8 %), минеральные соли (около 1,5 %) и небольшое количество полифенолов и витаминов. Лиофилизированный продукт содержит <5 % воды, 27–41 % белков, 22–31 % углеводов и 15–30 % жиров [9, 14, 16].

Особый интерес ученых вызывает жирнокислотный состав ПММ, представляющий собой уникальную фракцию продукта. Около 80–90 % (по сухому весу) жировой фракции ПММ составляют свободные жирные кислоты с исключительно редкими и необычными структурами (рис. 1).

В жировой фракции ПММ преимущественно содержатся короткоцепочечные (от 8 до 12 атомов углерода) гидроксикислоты, дикарбоновые кислоты, моногидроксикислоты,

производные и дигидроксикислоты. Основной жирной кислотой ПММ является транс-10-гидрокси-2-деценвая кислота (1), которая не была обнаружена ни в каком другом природном сырье или даже в других продуктах пчеловодства [10, 13, 14].

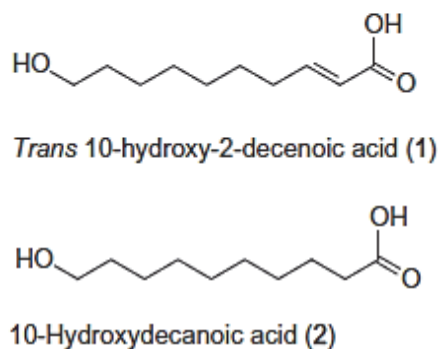


Рис. 1. Структурные формулы жирных кислот жировой фракции ПММ [13]

Широко известны биостимулирующие свойства ПММ, опубликованные в серии научных статей. В исследовании Y. Honda и его соавторов было показано, что вещества ПММ увеличивают продолжительность жизни у *C. Elegans*. Предполагается, что ПММ может содержать вещества, способствующие долголетию, что дает возможность применять их внутрицеллюлярной коррекции процесса старения [14].

Были проведены исследования антифатичного эффекта свежего ПММ у мышей *in vivo*. Мыши привыкли плавать в бассейне с регулируемым током; они были подвергнуты принудительному плаванию в течение 2 недель. Плавающая выносливость группы, употребляющей ПММ, значительно увеличилась по сравнению с другими группами. Эти данные показали, что ПММ обладает адаптогенными свойствами и может уменьшать физическую усталость после тренировки спортсменов или в целом улучшать физическую выносливость организма [14].

Защитный эффект ПММ на иммунную дисфункцию у старых мышей исследовали после перорального введения ПММ (1 г/кг) мышам ежедневно в течение 1 месяца [14].

Показано, что ПММ проявляет иммуномодулирующие свойства, стимулируя продуцирование антител и иммунокомпетентную пролиферацию клеток у мышей или подавляя гуморальные иммунные функции у крыс. Иммуномодулирующие эффекты *in vivo*

ПММ были дополнительно изучены, исследуя подавление аллергических реакций ПММ у иммунизированных мышей после перорального введения ПММ (1 г/кг). Результаты показали, что ПММ подавляет антигенспецифическую продукцию IgE и высвобождение гистамина из тучных клеток в связи с восстановлением функции макрофага и улучшением ответов клеток Th1/Th2 у мышей [14]. Результаты исследования показали, что ПММ проявляет антиаллергические функции [14]. В некоторых недавних исследованиях было установлено влияние жирных кислот ПММ на иммунную систему, которые подтвердили иммуномодулирующую активность жирных кислот ПММ. Была также определена эффективность ПММ как мощного иммуномодулятора *in vivo* в восстановлении алкогольной травмы печени у мышей. Эти данные свидетельствуют о том, что ПММ может иметь способность восстанавливать функцию иммунной системы у людей с алкогольными заболеваниями печени [14].

Таким образом, на основании анализа доступной литературы можно предположить, что пчелиное маточное молочко является перспективным пищевым ингредиентом для разработки и создания продуктов, обладающих выраженными функциональными и адаптогенными свойствами. Вместе с тем, необходимо исследовать технологическую пригодность и адаптивность ПММ как пищевой добавки в рамках промышленного производства [1–4].

Для этих целей нами были проведены экспериментальные исследования, направленные на разработку и валидацию рецептуры готового пищевого продукта, обогащенного ПММ. В качестве пищевой системы, принятой для обогащения, были выбраны мучные кондитерские изделия, традиционно содержащие в своем составе продукты пчеловодства – сырцовые пряники. В рамках эксперимента нами была предложена рецептура сырцовых пряников с ПММ, произведена опытная партия этих продуктов, оценено влияние ПММ на основные группы показателей качества и безопасности пряничных изделий, их пищевую ценность [2, 5, 6].

#### Объекты и методы исследований

Сырьё для производства пряничных изделий: пшеничная мука 1 сорта, сахар-песок, патока, меланж, маргарин, сода питьевая, сушие духи и другое использовалось с требуемыми показателями качества.

Пчелиное маточно молочко было приобретено коммерчески доступное с соответствующей сопроводительной документацией.

За основу была выбрана рецептура сырцовых пряников из пшеничной муки первого сорта «Северные». Все исследуемые образцы готовились сырцовым способом. Готовые образцы пряников хранили при температуре  $(18 \pm 3)^\circ\text{C}$  в условиях лаборатории.

Количество вносимой добавки пчелиного маточного молочка было установлено на основании анализа доступной литературы и рекомендаций производителя (0,15–2,0 кг на 1 т готовой продукции).

Для исследуемых образцов были определены:

- органолептические показатели качества;
- физико-химические показатели качества;
- показатели безопасности;
- содержание основных макронутриентов

(белков, жиров, углеводов) и произведен расчет теоретической энергетической ценности.

### Результаты и их обсуждение

В литературных источниках встречаются данные об использовании пчелиного маточного молочка при производстве мучных кондитерских изделий. На основании проведенного

анализа данных научной литературы установлено, что внесение пчелиного маточного молочка позволяет получить улучшение вкусовых характеристик готовых изделий, усилить их лечебно-профилактические свойства и увеличить срок хранения [7, 8, 10–13, 15].

Эти эффекты достигаются применением ПММ в кондитерских изделиях в качестве добавки в пределах от 0,15 до 2 кг на 1 т готовых изделий. При использовании добавки менее 0,15 кг на 1 т готовых изделий биологическая активность, проявляемая ПММ, резко снижается, тогда как внесение 2,0 кг и выше на 1 т изделия приводит к ухудшению их вкуса, которое выражается в появлении кислого привкуса и вяжущего ощущения.

В результате серии наших экспериментов по группе органолептических показателей была валидизирована следующая рецептура пряничных изделий, обогащенных ПММ (табл. 1).

Пряники «Северные» – сырцовые пряники из муки 1 сорта, имеют круглую форму, поверхность глазированная. В 1 кг содержится не менее 30 штук. Влажность 13 % ( $\pm 1,5\%$ ).

Пряники, обогащенные ПММ – сырцовые пряники из муки 1 сорта, имеют круглую

Таблица 1

Сводная рецептура пряничных изделий

Наименования сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции		по сумме полуфабрикатов для 1 т незавернутой продукции	
		Пряники «Северные»		Пряники, обогащенные ПММ	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная 1 сорта	85,5	571,09	488,28	478,62	409,22
Сахар-песок	99,85	244,59	244,22	266,61	266,21
Патока	78,00	99,60	77,69	221,99	173,15
Меланж	27,00	17,48	4,72	13,33	3,60
Маргарин	84,00	91,64	76,98	53,27	44,75
Пчелиное маточное молочко	78,00	–	–	0,15–2,00*	0,12–1,56*
Сода питьевая	50,00	2,64	1,32	1,32	0,66
Дополнительные компоненты	–	4,48	–	29,11	9,47
Итого	–	1026,94	889,22	1037,71	895,44
Выход	87,00	1000,00	870,00	1000,00	870,00

\* Допустимы отклонения согласно производственной рецептуре, точное количество внесенного ПММ не раскрывается в рамках соблюдения коммерческой тайны.

форму, поверхность глазированная. В 1 кг содержится не менее 35 штук. Влажность 13 % ( $\pm 1,5$  %).

Органолептические характеристики сырцовых пряников с ПММ, произведенных по представленной рецептуре, в целом не уступали, а по некоторым показателям несколько превосходили контрольный образец, что наглядно отражено на рис. 2.

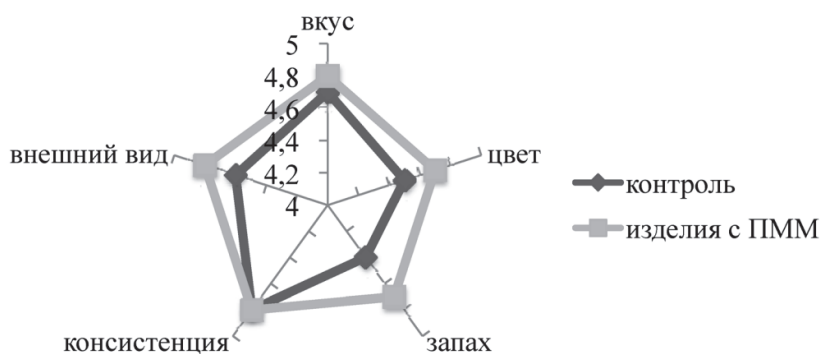


Рис. 2. Профиллограмма органолептических свойств исследуемых пряничных изделий, баллы

Таблица 2

Результаты исследования качества и безопасности пряничных изделий

Наименование показателя	Пряники сырцовые глазированные сахарной глазурью «Северные»	Пряники сырцовые глазированные сахарной глазурью «Медовые» с пчелиным маточным молочком
Органолептические показатели	Изделие правильной круглой формы, коричневого цвета, покрытое сахарной глазурью; с ярко выраженным сладким вкусом и ароматом, свойственными данному наименованию пряничного изделия, без посторонних привкуса и запаха; пропеченное с равномерной хорошо развитой пористостью, без пустот, закала и следов непромеса	
Массовая доля влаги, %	14,2 ± 0,4	13,6 ± 0,4
Массовая доля сахара, %	21,9 ± 0,5	23,8 ± 0,5
Свинец, мг/кг	менее 0,01	
Кадмий, мг/кг	менее 0,01	
Ртуть, мг/кг	менее 0,0025	
Афлатоксин В1, мг/кг	менее 0,003	
Дезоксиниваленол, мг/кг	менее 0,2	
Гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма- изомеры), мг/кг	менее 0,001	
ДДТ и его метаболиты, мг/кг	менее 0,005	
БГКП	не обнаружено	
Дрожжи, КОЕ/г	менее 1,0×10 <sup>1</sup>	
КМАФАнМ, КОЕ/г	менее 1,0×10 <sup>1</sup>	
Патогенные м/о, в т. ч. сальмонеллы	не обнаружено	
Плесени	менее 1,0×10 <sup>1</sup>	
Белки, %	6,22	6,05
Жиры, %	8,23	6,87
Углеводы, %	69,84	72,14
Энергетическая ценность, ккал	378,31	374,59

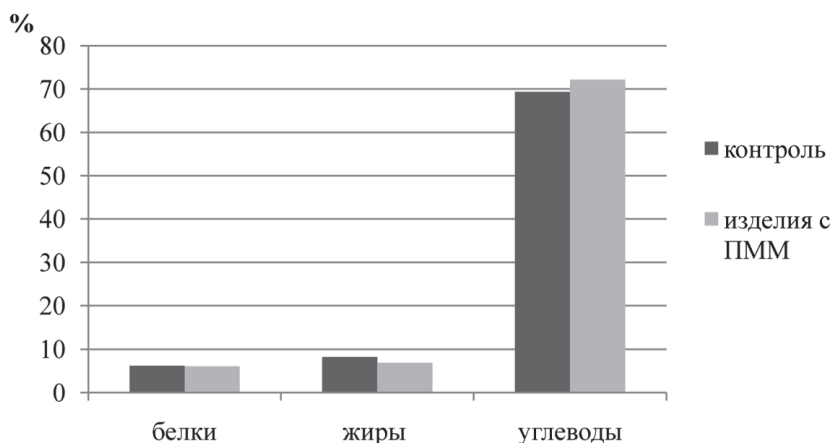


Рис. 3. Содержание макронутриентов в исследуемых образцах пряничных изделий, %

рецептурное количество маргарина и в целом изменить соотношение макронутриентов пряников. Соотношение белки:жиры в контрольном образце пряничных изделий составило 1:1,33, тогда как в обогащенных изделиях 1:1,1. Вместе с тем снижение расчетного значения энергетической ценности в обогащенных пряничных изделиях составило 1 %.

Таким образом, наши исследования показали технологическую пригодность и адаптивность ПММ для использования в качестве обогащающей добавки в рецептуре пряничных изделий. Внесение ПММ в количестве, укладываемом в диапазон 0,15–2,0 кг на 1 т готовой продукции, позволяет обеспечить должный уровень органолептических характеристик пряничных изделий, требуемое значение влажности, а также обеспечить соответствие этих изделий требованиям нормативной документации по показателям безопасности.

Кроме того, использование ПММ в рецептуре пряничных изделий дает возможность расширить ассортимент продуктов питания лечебно-профилактического назначения. Широко представленные в доступной литературе исследования биологической активности и различного рода биостимулирующих свойствах ПММ формируют планы наших дальнейших исследований, направление которых будет касаться:

- изучения вопроса сохранения биологической активности ПММ в процессе технологического цикла производства пищевых продуктов, в том числе мучных кондитерских изделий;
- определения влияния отдельных рецептурных компонентов на биологическую активность ПММ;

– установления оптимальной суточной дозы употребления изделий, обогащенных ПММ для проявления должного биологически активного эффекта.

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.А03.21.0011 и при финансовой поддержке госзадания № 40.8095.2017/БЧ (2017123-ГЗ).

### Литература

1. Белокурова, Е.В. Пищевые сухие комбинированные смеси в производстве мучных кулинарных и хлебобулочных изделий функционального назначения / Е.В. Белокурова, А.А. Дерканосова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2013. – № 2. – 119–124.
2. Нилова, Л.П. Инновационные пищевые продукты в формировании региональных товарных систем / Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова // Наука Красноярья. – 2016. – № 5(28). – С. 161–174.
3. Науменко, Н.В. Возможности использования биотехнологий при производстве пищевых продуктов / Н.В. Науменко // Актуальная биотехнология. – 2013. – № 2 (5). – С. 14–17.
4. Первушин, В.В. Биологически активные вещества, повышающие адаптацию к физической нагрузке. / В.В. Первушин, О.Е. Бакуменко // Пищевая промышленность. – 2011. – № 10. – С. 73–74.
5. Потороко, И.Ю. Особенности экспертной оценки пищевых продуктов, полученных на основе биомодификаций / И.Ю. Потороко, И.В. Фекличева, В.В. Ботвинникова //

Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2013. – Т. 7, № 1. – С. 170–175.

6. Потороко, И.Ю. Теоретическое и экспериментальное обоснование возможности использования электрофизического воздействия в формировании потребительских свойств восстановленных молочных продуктов / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – № 1. – С. 17–21.

7. Buttstedt, A. Origin and function of the major royal jelly proteins of the honeybee (*Apis mellifera*) as members of the yellow gene family / A. Buttstedt, R. F. Moritz, S. Erler // *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. – 2014. – V. 89(2). – P. 255–269. DOI: 10.1111/brv.12052.

8. Bincoletto, C. Effects produced by Royal Jelly on haematopoiesis: Relation with host resistance against Ehrlich ascites tumour challenge / C. Bincoletto, S. Eberlin, C. A. Figueiredo, M. B. Luengo, M. L. Queiroz. // *International Immunopharmacology*. – 2005. – V. 5(4). – P. 679–688. DOI: 10.1016/j.intimp.2004.11.015.

9. Isidorov, V.A. Gas chromatographic–mass spectrometric investigation of volatile and extractable compounds of crude royal jelly / V.A. Isidorov, S. Bakier, I. Grzech // *Journal of Chromatography B*. – 2012. – V. 885–886. – P. 109–116. DOI: 10.1016/j.jchromb.2011.12.025.

10. Jolhe, P.D. Ultrasound assisted synthesis of performic acid in a continuous flow microstructured reactor / P.D. Jolhe, V.S. Patil, B.A. Bhanvase, S.H. Sonawane, I. Potoroko // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2017. – V. 39. – С. 153–159. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2017.03.059

11. Hadi, A. Royal jelly is an effective and relatively safe alternative approach to blood lipid modulation: A meta-analysis / A. Hadi, A. Na-

jafgholizadeh, E. Smadi Aydenlu, Z. Shafiei, F. Pirivand, S. Golpour, M. Pourmasoumi // *Journal of Functional Foods*. – 2018. – V. 41. – P. 202–209. DOI: 10.1016/j.jff.2017.12.005

12. Krasulya, O. Impact of acoustic cavitation on food emulsions / O. Krasulya, V. Bogush, V. Trishina, I. Potoroko, S. Khmelev, P. Sivashanmugam, S. Anandan // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2016. – V. 30. – P. 98–102. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.11.013

13. Lercker, G. Components of royal jelly: I. Identification of the organic acids / G. Lercker, P. Capella, L.S. Conte, F. Ruini, G. Giordani // *Lipids*. – 1981. – V. 12. – P. 912–919. DOI: 10.1007/BF0253499.

14. Melliou E. Chemistry and Bioactivity of Royal Jelly from Greece / E. Melliou, I. Chinou // *Food Chem*. – 2005. – V. 53 (23). – P. 8987–8992. DOI: 10.1021/jf051550p.

15. Naumenko, N.V. Sonochemistry Effects Influence on the Adjustments of Raw Materials and Finished Goods Properties in Food Production / N.V. Naumenko, I.V. Kalinina // *International Conference on Industrial Engineering*. – 2016. – V. 870. – P. 691–696. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.870.691

16. Okamoto, I. Major royal jelly protein 3 modulates immune responses in vitro and in vivo / I. Okamoto, Y. Taniguchi, T. Kunikata, K. Kohno, K. Iwaki, M. Ikeda, M. Kurimoto // *Life Sciences*. – 2003. – V. 73(16). – P. 2029–2045. DOI: 10.1016/S0024-3205(03)00562-9

17. Ramadan, M. F. Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: A review / M. F. Ramadan, A. Al-Ghamdi // *Journal of Functional Foods*. – 2012. – V. 4(1). – P. 39–52. DOI: 10.1016/j.jff.2011.12.007

**Калинина Ирина Валерьевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), 9747567@mail.ru

**Фаткуллин Ринат Ильгидарович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), fatkullinri@susu.ru

**Попова Галина Сергеевна**, магистрант кафедры пищевых и биотехнологий направления подготовки 19.04.02 «Продукты питания растительного происхождения», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), 5792687@mail.ru

Поступила в редакцию 18 декабря 2017 г.

**BIOACTIVE INGREDIENTS IN THE PRODUCTION OF FOODSTUFF WITH ADAPTOGENIC PROPERTIES****I.V. Kalinina, R.I. Fatkullin, G.S. Popova***South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

In accordance with the Food Security Doctrine of the Russian Federation approved by the Presidential Decree No. 120 of January 30, 2010, food producers were tasked with increasing the production of new, enriched dietary, functional products. Biologically active products of bee-framing such as pollen pellet, bee bread, bee wax, royal jelly are becoming very popular lately. These products are rich in high-grade proteins, carbohydrates, essential fatty acids, vitamins, enzymes, flavoid compounds and other biologically active substances which have a beneficial effect on the human body. The objective of the study is to develop a new recipe for gingerbread products enriched with royal jelly, its validation and technological approbation. The objects of the study are gummy gingerbread products: a control sample is “Severniiy” gingerbread, a modified sample is “Medoviy” gingerbread with royal jelly. Within the research a recipe of gummy gingerbread enriched with royal jelly has been developed, a pilot charge of these products has been produced, their quality and safety have been assessed. The results of the research have shown the possibility and expediency of applying royal jelly in the technology of gingerbread products. The amount of enriching additive has been established which makes it possible to maintain and even slightly improve the organoleptic characteristics of finished products (0.15–2.0 kg per 1 ton of finished products). Products obtained from a modified recipe have completely met the requirements of the regulatory documentation on safety indicators. The introduction of a fixed amount of royal jelly into the recipe of gingerbread products makes it possible to reduce the amount of fat in the finished products by an average of 16.5 % with a decrease in the energy value of 1 %.

**Keywords:** bioactive substances, enriched food products, royal jelly, quality, safety.

**References**

1. Belokurova E.V., Derkanosova A.A. Dietary composite dry mixture in the production of flour culinary and functionality products. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2013, vol. 2, pp. 119–124. (in Russ.) DOI: 10.20914/2310-1202-2013-2-119-124.
2. Nilova L.P., Malyutenkova S.M. Innovative foodstuff in formation of regional commodity systems. *Nauka Krasnoyarsk'ya* [Siberian Journal of Economics and Management], 2016, no. 5(28), pp. 161–174. (in Russ.)
3. Naumenko, N.V. The possibility of using biotechnology in food production. *Aktual'naya biotekhnologiya* [Actual biotechnology], 2013, no. 2 (5), pp. 14–17. (in Russ.)
4. Pervushin V.V., Bakumenko O.E. Biologically active substances that enhance adaptation to exercise. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2011, no. 10, pp. 73–74. (in Russ.)
5. Potoroko I.Y., Feklicheva I.V., Botvinnikova V.V. Features of Expert Assessment of Food Products Derived from Biomodification. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2013, vol. 7, no. 1, pp. 170–175. (in Russ.)
6. Potoroko I.Yu., Popova N.V. [Theoretical and experimental grounding of the possibility of using electrophysical influence in the formation of consumer properties of reconstituted dairy products]. *Tovarovod prodovol'stvennykh tovarov* [Food commodity expert], 2013, no. 1, pp. 17–21. (in Russ.)
7. Buttstedt A., Moritz R.F., Erler S. Origin and function of the major royal jelly proteins of the honeybee (*Apis mellifera*) as members of the yellow gene family. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 2014, vol. 89(2), pp. 255–269. DOI: 10.1111/brv.12052.
8. Bincoletto C., Eberlin S., Figueiredo C.A., Luengo M.B., Queiroz M.L. Effects produced by Royal Jelly on haematopoiesis: Relation with host resistance against Ehrlich ascites tumour challenge. *International Immunopharmacology*, 2005, vol. 5(4), pp. 679–688. DOI: 10.1016/j.intimp.2004.11.015.
9. Isidorov V.A., Bakier S., Grzech I. Gas chromatographic–mass spectrometric investigation of volatile and extractable compounds of crude royal jelly. *Journal of Chromatography B.*, 2012, vol. 885–886, pp. 109–116. DOI: 10.1016/j.jchromb.2011.12.025.

10. Jolhe P.D., Patil V.S., Bhanvase B.A., Sonawane S.H., Potoroko I. Ultrasound assisted synthesis of performic acid in a continuous flow microstructured reactor. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2017, vol. 39, pp. 153–159. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2017.03.059
11. Hadi A., Najafgholizadeh A., Smadi Aydenlu E., Shafiei Z., Pirivand F., Golpour S., Pourmasoumi M. Royal jelly is an effective and relatively safe alternative approach to blood lipid modulation: A meta-analysis. *Journal of Functional Foods*, 2018, vol. 41, pp. 202–209. DOI: 10.1016/j.jff.2017.12.005
12. Krasulya O., Bogush V., Trishina V., Potoroko I., Khmelev S., Sivashanmugam P., Anandan S. Impact of acoustic cavitation on food emulsions. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2016, vol. 30, pp. 98–102. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.11.013
13. Lercker G., Capella P., Conte L.S., Ruini F., Giordani G. Components of royal jelly: I. Identification of the organic acids. *Lipids*, 1981, vol. 12, pp. 912–919. DOI: 10.1007/BF0253499.
14. Melliou E., Chinou I. Chemistry and Bioactivity of Royal Jelly from Greece. *Food Chem.*, 2005, vol. 53 (23), pp. 8987–8992. DOI: 10.1021/jf051550p.
15. Naumenko N.V., Kalinina I.V. Sonochemistry Effects Influence on the Adjustments of Raw Materials and Finished Goods Properties in Food Production. *International Conference on Industrial Engineering*, 2016, vol. 870, pp. 691–696. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.870.691
16. Okamoto I., Taniguchi Y., Kunikata T., Kohno K., Iwaki K., Ikeda M., Kurimoto M. Major royal jelly protein 3 modulates immune responses in vitro and in vivo. *Life Sciences*, 2003, vol. 73(16), pp. 2029–2045. DOI: 10.1016/S0024-3205(03)00562-9
17. Ramadan M.F., Al-Ghamdi A. Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: A review. *Journal of Functional Foods*, 2012, vol. 4(1), pp. 39–52. DOI: 10.1016/j.jff.2011.12.007

**Irina V. Kalinina**, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food and Biotechnologies, South Ural State University (Chelyabinsk), 9747567@mail.ru

**Rinat I. Fatkullin**, Ph.D., associate professor of “Expertise and quality control of food production”, South Ural State University (Chelyabinsk), 5792687@mail.ru.

**Galina S. Popova**, Master’s Degree student of the Department of Food and Biotechnologies, field 19.04.02 Food products of vegetable origin, South Ural State University (Chelyabinsk), 5792687@mail.ru

*Received December 18, 2017*

---

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Калинина, И.В. Биологически активные ингредиенты в разработке пищевых продуктов с адаптогенными свойствами / И.В. Калинина, Р.И. Фаткуллин, Г.С. Попова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2018. – Т. 6, № 1. – С. 32–39. DOI: 10.14529/food180104

#### FOR CITATION

Kalinina I.V., Fatkullin R.I., Popova G.S. Bioactive Ingredients in the Production of Foodstuff with Adaptogenic Properties. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 32–39. (in Russ.) DOI: 10.14529/food180104