

# Пищевые системы и биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

## Food systems and Biotechnology of food and bioactive substances

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-13-19>  
УДК 664.66:613.292  
© 2023



*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

### Хлебобулочные изделия на основе биологически активной добавки для здорового питания

Лаура А. Аветисян, Ольга П. Храпко\*

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;  
ул. Калинина 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация*

**Аннотация.** В настоящее время здоровый рацион играет очень важную роль в питании людей каждой возрастной группы населения. В условиях постоянного роста спроса на продукты здорового питания является актуальным расширение ассортимента продукции, обладающей функциональными свойствами. Натуральные обогащенные продукты не только способны поддерживать здоровье, но и улучшать его. Пектиновый экстракт является природным комплексообразователем, способен выводить токсичные вещества, тяжелые металлы и радионуклиды из организма. А также, является незаменимым источником пищевых волокон. Работа, в соответствии с целью, была направлена на разработку хлебобулочных изделий на основе биологически активной добавки для здорового питания. Объектами исследований выступали мука пшеничная высшего сорта и пектиновый экстракт, полученный из выжимок свекловичного жома, являющихся вторичным сырьевым ресурсом при производстве сахара. При проектировании новых изделий хлеба с экстрактом из свекловичного жома за основу принимали рецептуру традиционного пшеничного хлеба. Выявлено, что хлеб содержащий в своей рецептуре экстракт из свекловичного жома в дозировке, составляющей от массы муки 10%, имеет показатели, способствующие формированию готовых изделий высокого качества. Данная продукция может употребляться всеми возрастными группами населения в профилактических целях.

Областью применения полученных результатов может являться любое пищевое производство, занимающееся проектированием и изготовлением обогащенных хлебобулочных изделий по инновационным технологиям.

**Ключевые слова:** мука пшеничная, свекловичный жом, пектиновый экстракт, биологически активная добавка, показатели качества, хлеб обогащенный

**Для цитирования:** Аветисян Л.А., Храпко О.П. Хлебобулочные изделия на основе биологически активной добавки для здорового питания. *Новые технологии / New technologies*. 2023; 19(4): 13-19. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-13-19>

## Bakery products with dietary supplements for a healthy diet

Laura A. Avetisyan, Olga P. Khrapko\*

FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin»;  
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, the Russian Federation

**Abstract.** Nowadays a healthy diet plays a very important role in the nutrition of people of every age group. In the context of constant growth in demand for healthy food products, it is important to expand the range of products with functional properties. Naturally enriched foods can not only maintain health, but also improve it. Pectin extract is a natural complexing agent, capable of removing toxic substances, heavy metals and radionuclides from the body. It is also an essential source of dietary fiber. The goal of the research was developing bakery products with dietary supplements for a healthy diet. The objects of the research were premium wheat flour and pectin extract obtained from beet pulp, a secondary raw material resource in the production of sugar. When designing new bread products with beet pulp extract, the recipe of traditional wheat bread was taken as a basis. It has been revealed that bread containing beet pulp extract in its recipe in a dosage of 10% by weight of flour has indicators that contribute to the formation of high-quality finished products. This product can be used by all age groups of the population for preventive purposes.

The obtained results can be used in any food production involved in the design and production of enriched bakery products using innovative technologies.

**Keywords:** wheat flour, beet pulp, pectin extract, dietary supplement, quality indicators, enriched bread

**For citation:** Avetisyan L.A., Khrapko O.P. Bakery products with dietary supplements for a healthy diet. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 13-19. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-13-19>

**Введение.** Хлеб и хлебобулочные изделия всегда были и в настоящее время являются одними из самых востребованных среди продуктов питания на российском рынке и представляют собой идеальный объект для улучшения их полезных свойств и уменьшения их негативного влияния ввиду высокого содержания углеводов. Это становится актуально в реальных условиях жизни современного человека, поскольку все больше потребителей предпочитают не только вкусные продукты, но и полезные.

Исследования по повышению качества хлебобулочных изделий в настоящее время являются актуальным и перспективным направлением. Производителями выпускается широкий ассортимент изделий, относящихся к функциональным. Проектирование продуктов питания функционального назначения включает добавление нужных и полезных веществ и уменьшение количества нежелательных. Для этих целей используются различные компоненты: природного, синтетического, растительного и животного происхождения [2, 10].

Одним из главных преимуществ функциональных изделий является то, что они могут употребляться всеми группами населения, кроме того их рекомендуют в диетическом питании, а также для употребления людям с теми или иными заболеваниями [1].

Источниками биологически активных добавок служат не только натуральные природные вещества, но и отходы некоторых производств.

Отходы свеклосахарного производства, такие как жом и меласса, являются потенциальными источниками биологически активных добавок. Жом содержит значительное количество пектиновых веществ (48-50%), целлюлозы (22-25%), азотистых веществ (1,8-2,5%), сахаров, а также витаминов (B, C и др.). Из свекловичного жома получают пектиновые экстракты. В связи с тем, что сейчас пищевые предприятия нашей страны свою потребность в пектине восполняют только частично за счет импорта, производство собственного пектинового производства относится к важным стратегическим задачам [3, 5].

Пектины представляют собой высокомолекулярные полисахариды, их которых состоят клеточные стенки растений, а также содержатся в межклеточных образованиях растений. Пектины вызывают интерес исследователей и ученых своими полезными свойствами (гипохолестеринемическим, антиканцерогенным, атерогенным и противоаллергическим и другими). Они также способствуют нормализации работы органов пищеварения; связывают и утилизируют ядовитые продукты, образующиеся в организме в процессах обмена; повышают рост полезных микроорганизмов в кишечнике. В организме пектины выступают в качестве сорбентов, выводя радионуклиды, тяжелые металлы и соединения с ними, переизбыточный холестерин, аллергены и другие вредные вещества. Свекловичный пектин вызывает гепатопротекторный эффект [1, 4].

Функциональный продукт – это не просто еда, а целый стиль жизни, который помогает

сохранять здоровье, повышать иммунитет и улучшать качество жизни. В современном мире все больше людей задумываются о своем здоровье и ведет здоровый образ жизни, уделяя внимание рациону питания. Эти тенденции вызывают повышенный интерес к продуктам, относящимся к группе здорового питания. Эти продукты содержат множество полезных нутриентов, которые важны для поддержания здоровья и обеспечения организма всем необходимым [2, 6, 9].

Производство хлеба, обогащенного пектиновыми веществами за счет введения экстракта из свекловичного жома, является перспективным и целесообразным, а также позволит обеспечить полноценный рацион питания человека полезными веществами необходимыми для жизнедеятельности человеческого организма [2, 7, 9].

В связи с чем, целью исследования явилось проектирование хлеба из пшеничной муки и пектинового экстракта, полученного из свекловичного жома, для обоснования использования в производстве хлеба обогащенного функциональными пищевыми ингредиентами [1, 8].

**Объекты и методы исследования.** При выполнении исследований была применена мука пшеничная (ГОСТ 26574-2017), пектиновый экстракт (ТУ 10.89.19-525-00493209-2023), полуфабрикаты (опара, тесто) и готовая продукция (хлеб). За контроль был взят образец хлеба без добавления пектинового экстракта из свекловичного жома.

Для определения объектов исследования использовали стандартные методы исследований, применяемых в хлебопекарной отрасли.

Для определения технологических показателей сырой клейковины использовали методику в соответствии с ГОСТ Р 54478-2011. Качество клейковины определяли на приборе ИДК. Показатель число падения (ЧП) определяли согласно ГОСТ 27676-88 с помощью прибора ПЧП-7. Подъемную силу прессованных

дрожжей определяли экспресс-методом А.И. Островского. Опытные образцы хлеба выпекали в лабораторных условиях методом пробной выпечки из муки пшеничной с добавлением пектинового экстракта из свекловичного жома в количестве от 5 до 20%, с шагом в 5% [10].

Все результаты являются среднеарифметическим значением определений, проводимых в трехкратном повторении. Уровень доверительной вероятности – 0,95.

**Результаты исследований.** Количество и качество клейковины обуславливают показатель «сила пшеничной муки». Способность муки адсорбировать воду при формировании теста и удерживать CO<sub>2</sub> в процессе брожения во многом определяется количеством клейковины в муке и ее коллоидными свойствами.

Для рассмотрения влияния пектинового экстракта на показатель «сила пшеничной муки» провели изучение основных технологических показателей муки в образцах с внесением экстракта в количестве: 5, 10, 15 и 20% к массе муки. Результаты представлены в таблице 1.

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что введение пектинового экстракта приводит к изменению свойств клейковины. Увеличение дозировок пектинового экстракта способствовало укреплению клейковины и снижению ее растяжимости. Количество клейковины осталось неизменным.

Из полученных данных можно сделать вывод о позитивном воздействии содержащихся в свекловичном экстракте пектиновых веществ на «силу пшеничной муки». Объясняется это окислением -S-H-группы белка до -S-S-, что приводит к укреплению клейковины и увеличению ее упругости. В это же время молекулы пектины встраиваются в -S-S- связь и образуют белково-полисахаридный комплекс.

Анализ литературы показал, что при внесении в тесто пектиновых веществ повышается

Таблица 1

Свойства клейковины в зависимости от дозировки пектинового экстракта

Количество пектинового экстракта	Технологический показатель	
	количество клейковины, %	качество клейковины, ед. пр. ИДК-3М
Контрольный образец (без ПЭ)	28,38	80,0
5%	28,62	79,2
10%	28,66	76,6
15%	28,74	74,4
20%	28,86	68,5

Table 1

Properties of gluten depending on the dosage of pectin extract

газообразующая способность муки (ГОС). Поэтому далее изучали влияние пектинового экстракта из свекловичного жома на газообразующую способность муки, рисунок 1.

Анализируя данные видно, что сначала увеличение доли пектинового экстракта, приводит к повышению ГОС, но потом наблюдается обратный эффект. Объяснить это можно первоначальным повышением сахарообразующей способности, сопровождающийся также возрастанием ГОС. Интенсивность газообразования снижается при укреплении клейковины при внесении 15% экстракта. Однако, следует отметить, что внесение пектинового экстракта привело к увеличению газообразования во всех образцах в сравнении с контрольным вариантом.

Важным показателем качества хлеба, является состояние мякиша. Свойства мякиша хлеба

определяются разными факторами, в числе которых активность альфа-амилазы. Было проведено исследование влияния пектинового экстракта на амилитическую активность муки. Полученные данные приведены в таблице 2.

На основании результатов проведенного исследования можно сделать вывод о том, что повышение концентрации пектинового экстракта, амилитическая активность снижается. Это положительно влияет на хлебопекарные качества муки.

Значимое влияние на технологический процесс в хлебопекарном производстве оказывает качество дрожжей. Физиологическое состояние и биохимическая активность хлебопекарных дрожжей влияет на структуру полуфабрикатов и качество хлеба. Подъемная сила определяет технологические свойства дрожжей.

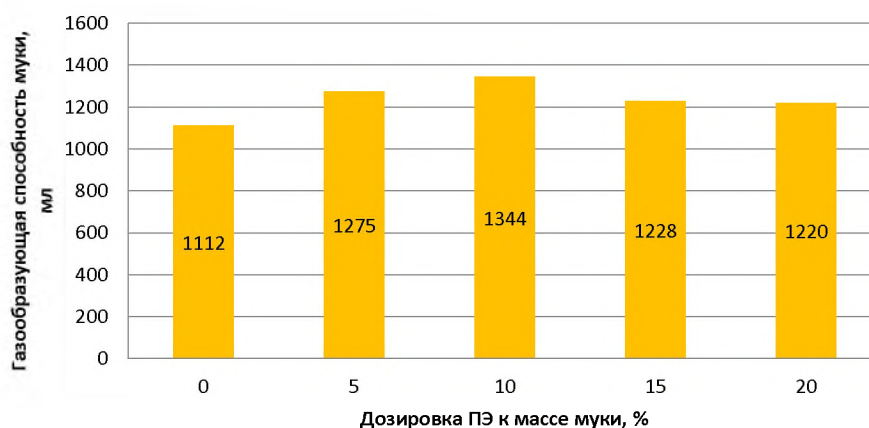


Рис. 1. Зависимость ГОС муки от количества внесения пектинового экстракта из свекловичного жома

Fig. 1. Dependence of gas-producing ability of flour on the amount of added pectin extract from beet pulp

Для определения продолжительности подъема теста при внесении пектинового экстракта, последний вносили в тех же дозировках, рисунок 2. Контрольный образец состоял только из водно-мучной смеси.

Результаты показали, что оптимальная подъемная сила была у образца с 10% экстракта, что вероятно можно объяснить применением элементов муки клетками дрожжей. Дальнейшее увеличение дозировки экстракта приводило к увеличению

Зависимость количества пектинового экстракта на число падения

Таблица 2

Dependence of the amount of pectin extract on the falling number

Table 2

Количество пектинового экстракта, %	ЧС, с
0	304
5	283
10	260
15	242
20	233,1

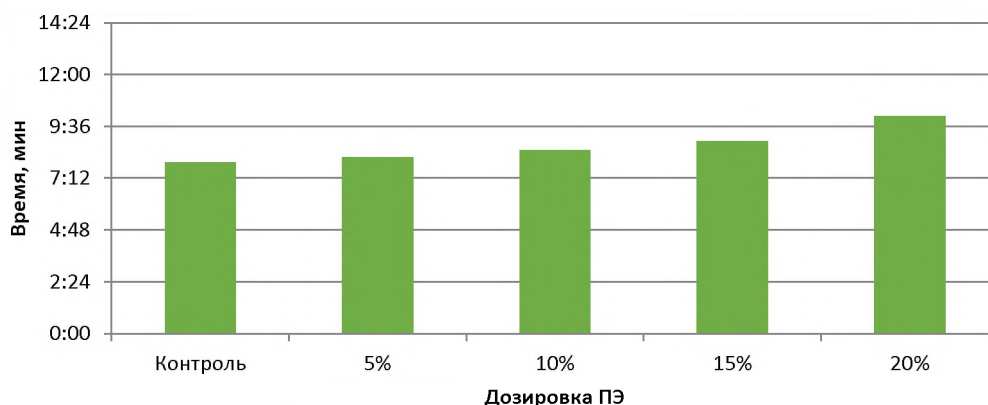


Рис. 2. Продолжительность подъема теста с пектиновым экстрактом

Fig. 2. Duration of rising of dough with pectin extract

кислотности и обильному накоплению спирта, что способствовало снижению продолжительности всплытия шарика теста.

С целью выявления влияния экстракта из свекловичного жома на кислотонакопление, образцы готовили в лаборатории по безопасному способу. Результат накопления кислот в процессе брожения отображен на рисунке 3.

Увеличение дозировки пектинового экстракта способствует активному кислотообразованию, благодаря наличию пектовой и полигалактуроновой кислоты в экстракте.

Качество исследуемых образцов готовых изделий осуществляли по органолептическим и физико-химическим показателям. Изменение качества хлеба с пектиновым экстрактом введены в таблицу 3.

Лучшими показателями качества характеризовался образец изделия с 15% пектинового экстракта.

Введение пектинового экстракта приводит к улучшению пластичности теста, увеличение вязкости теста и улучшение текстуры готовых изделий.

Также было выявлено положительное влияние пектинового экстракта на продолжительность хранения хлеба, рисунок 3.

Необходимо отметить, что внесение пектиновых веществ позволило продлить срок хранения изделий, рисунок 4.

Пролонгированный срок сохранности хлеба вероятно связан с водопоглотительной способностью пектиновых веществ, а также выделению дополнительной влаги в момент выпечки, способствующей увеличению влажности изделий.

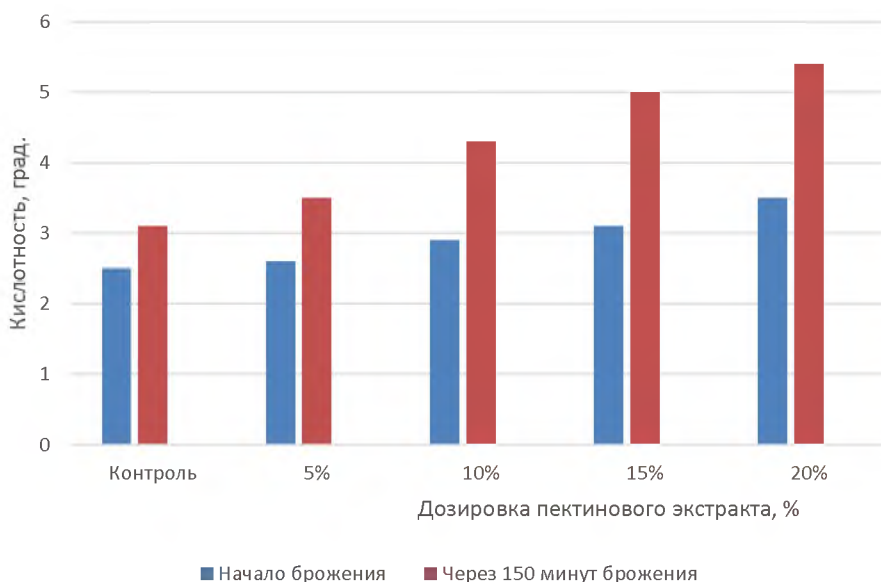


Рис. 3. Кислотность в зависимости от дозировки экстракта

Fig. 3. Acidity depending on the dosage of the extract

Качественные показатели хлеба с различными дозировками пектинового экстракта

Качественный показатель	Контроль	Концентрация экстракта,% к массе муки			
		5	10	15	20
Объем хлеба, мл	850	880	900	800	720
Удельный объем хлеба, см <sup>3</sup> /г	2,1	2,2	2,25	2,0	1,8
Н : D подового хлеба	0,27	0,33	0,41	0,43	0,43
Влажность,%	40,5	40,9	41,2	42,2	45,2
Кислотность, град	1,6	1,9	2,3	2,5	2,8
Пористость,%	68	71	72	75	65
Органолептическая оценка, балл	64	86	92	100	98

Table 3

Quality indicators of bread with different dosages of pectin extract

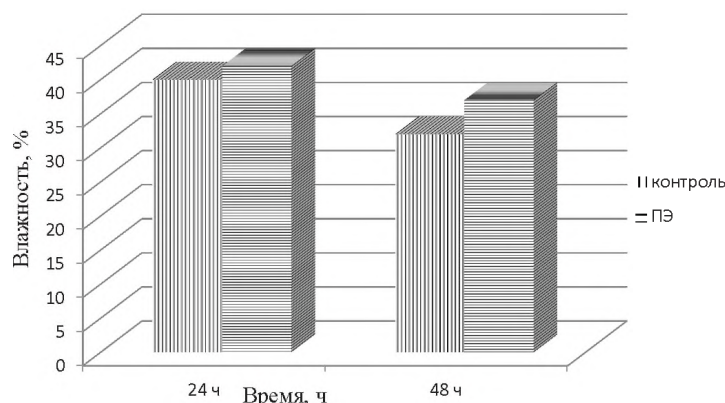


Рис. 4. Влияние пектинового экстракта на сохранность хлеба

Fig. 4. The effect of pectin extract on the preservation of bread

**Выводы.** Проведенные исследования служат основанием рассмотрения возможности использования пектинового экстракта из свекловичного жома в качестве БАД в хлебопечении для придания функциональных свойств готовым изделиям.

Проанализировав полученные данные, можно рекомендовать внесение пектинового

экстракта их свекловичного жома в дозировке 10% для обогащения готового хлеба. Также за счет витаминов и минеральных веществ, содержащихся в экстракте, повышается пищевая ценность изделий, а пектиновые вещества способствуют увеличению продолжительности его хранения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов: учебное пособие. М.: ДеЛи, 2000.
2. Донченко Л.В., Сокол Н.В., Влащик Л.Г. Использование пектинового экстракта из кормового арбуза в технологии хлеба. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016; 3(38): 3-7.
3. Лосева В.А., Ефремов А.А., Матвиенко Н.А. и др. Новые виды продукции из сахарной свеклы. Сахар. 2009; 3: 52-55.
4. Могильный М.П. Использование функциональных продуктов при радиации. Известия вузов. Пищевая технология. 2010; 2/3: 30-32.
5. Савостина О.А., Крицкая Е.Б. Отходы сахарного производства. Успехи современного естествознания. 2008; 7: 68.

6. Сокол Н.В., Храпко О.П., Серикова Е.А. Использование продуктов переработки нетрадиционного растительного сырья в производстве обогащенных хлебобулочных изделий. Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016; 12: 493-496.
7. Тамова М.Ю., Барашкина Е.В., Журавлев Р.А. и др. Современные технологии получения пищевых волокон из вторичных продуктов переработки растительного сырья. Известия вузов. Пищевая технология. 2018; 5/6(365/366): 9-13.
8. Хатко З.Н. Свекловичный пектин полифункционального назначения. Майкоп; 2012.
9. Хатко З. Н., Беретарь С. Т., Неровных Л. П. и др. Разработка способа пектиносодержащего песочного теста (замороженного полуфабриката) для песочного печенья функционального назначения с низким содержанием глютена. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(2): 83-90.
10. Donchenko L.V., Sokol N.V., Sanzharovskaya N.S. et al. Functional role of pectin in the bakery technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2020: 012010.

#### REFERENCES:

1. Donchenko L.V. Technology of pectin and pectin products: textbook. M.: DeLi; 2000.
2. Donchenko L.V., Sokol N.V., Vlaschik L.G. Use of pectin extract from feed watermelon in bread technology. Technology and merchandising of innovative food products. 2016; 3(38): 3-7.
3. Loseva V.A., Efremov A.A., Matvienko N.A. et al. New types of sugar beet products. Sugar. 2009; 3: 52-55.
4. Mogilny M.P. Use of functional products during radiation. News from universities. Food technology. 2010; 2/3: 30-32.
5. Savostina O.A., Kritskaya E.B. Sugar production waste. Advances of modern natural science. 2008; 7:68.
6. Sokol N.V., Khrapko O.P., Serikova E.A. The use of processed products of non-traditional plant raw materials in the production of fortified bakery products. New and non-traditional plants and prospects for their use. 2016; 12: 493-496.
7. Tamova M.Yu., Barashkina E.V., Zhuravlev R.A. et al. Modern technologies for obtaining dietary fiber from secondary products of processing plant raw materials. News from universities. Food technology. 2018; 5/6(365/366): 9-13.
8. Khatko Z.N. Beet pectin for multifunctional purposes. Maikop; 2012.
9. Khatko Z. N., Beretar S. T., Nerovnykh L. P. et al. Development of a method for pectin-containing shortcrust pastry (frozen semi-finished product) for functional shortbread cookies with low gluten content. Novye tehnologii / New technologies. 2023; 19(2): 83-90.
10. Donchenko L.V., Sokol N.V., Sanzharovskaya N.S. et al. Functional role of pectin in the baking technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2020: 012010.

#### Информация об авторах / Information about the authors

**Аветисян Лаура Арменовна**, магистрант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

avlaur09@mail.ru

тел.: +7 (988) 462 16 05

**Храпко Ольга Петровна**, кандидат технических наук, доцент, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

Khrapko\_op@mail.ru

тел.: +7 (918) 118 50 70

**Avetisyan L. Armenovna**, Master student, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

avlaur09@mail.ru

tel.: +7 (988) 462 16 05

**Olga P. Khrapko**, PhD (Engineering), Associate Professor, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

Khrapko\_op@mail.ru

tel.: +7 (918) 118 50 70

Поступила в редакцию 20.10.2023; поступила после рецензирования 27.11.2023; принята к публикации 28.11.2023

Received 12.10.2023; Revised 23.11.2023; Accepted 25.05.2023