

## ПРИМЕНЕНИЕ ХИТОЗАНА И ЭКСТРАКТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ТЕХНОЛОГИИ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

А. Д. Лодыгин<sup>\*</sup>, И.А. Евдокимов<sup>\*</sup>, Н. Поклар Ульрих<sup>\*\*</sup>,  
Д.М. Халанская<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

<sup>\*\*</sup>Люблянский Университет, г. Любляна, Словения

### Аннотация

Обоснована актуальность применения хитозана и экстрактов биологически активных веществ растительного сырья в технологии кисломолочных продуктов функционального назначения. Представлены результаты исследований процесса микроинкапсуляции культуры *Lbc. rhanmnosus* с использованием хитозана в качестве носителя. Обоснованы дозы внесения экстрактов расторопши и мяты перечной на основе подсырной сыворотки в обезжиренное молоко в процессе культивирования пробиотиков.

**Ключевые слова:** хитозан, растительное сырье, экстракты биологически активных веществ, пробиотики, кисломолочные продукты.

В настоящее время хитозан и олигосахариды хитозана нашли широкое применение в технологии продуктов функционального питания, пищевой и промышленной биотехнологии [1, 2, 3]. Физиологическое действие хитозана обусловлено рядом полезных для организма человека эффектов: антиоксидантные, иммуностимулирующие, противоопухолевые свойства и др. [2, 3].

Одним из перспективных направлений использования хитозана в технологии продуктов функционального питания является его использование в качестве носителя для иммобилизации клеток пробиотических микроорганизмов методом микроинкапсуляции [4].

Результаты исследований коллектива авторов [5] подтвердили эффективность использования хитозана для микроинкапсуляции пробиотиков на примере культуры *Lbc. rhanmnosus*. На рисунке 1 представлены микрофотографии капсул хитозана с иммобилизованными жизнеспособными клетками *Lbc. rhanmnosus*. Полученные результаты подтвердили перспективность применения хитозана для микроинкапсуляции пробиотических микроорганизмов.

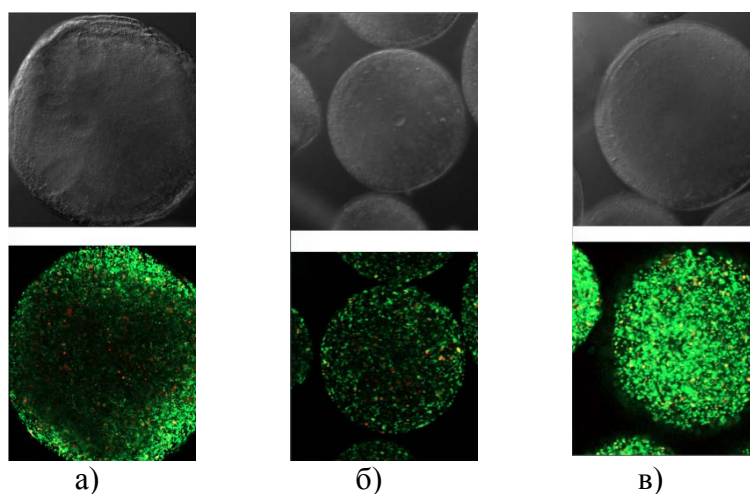


Рисунок 1 – Инкапсуляция бактерий *Lbc. rhanmnosus* совместно с культуральной средой МРС (капсулы из хитозана) при pH среды:  
а – 2,0; б – 5,0; в – 7,0

Актуальность использования растительного сырья в продуктах функционального назначения обусловлена широким спектром входящих в его состав биологически активных веществ. Перспективным направлением совершенствования технологии функциональных продуктов на основе молочного сырья являются включение в состав экстрактов растительного происхождения, богатых фенольными соединениями. Фенольные соединения обладают противотитовирусным, противовоспалительным, бактерицидным, гепатопротекторным, капилляроукрепляющим действием [6].

Доказан благоприятный эффект от использования комбинации растительного сырья с высокими биологическими свойствами с вторичным молочным сырьем, содержащим ценные сывороточные белки. Обогащение кисломолочных напитков биологически активными компонентами растительного сырья способствует улучшению многих физиологических процессов в организме человека [7].

В ходе предварительных исследований по экстрагированию биологически активных веществ из растительного сырья с помощью подсырной сыворотки были получены два экстракта: расторопши пятнистой на основе подсырной сыворотки (экстракт №1); мяты перечной на основе подсырной сыворотки (экстракт №2). Исследовано влияние дозы внесения экстрактов на процесс сквашивания обезжиренного молока чистыми культурами *Bifidobacterium longum* и *Propionibacterium freudereichii subsp. Shermanii*. (таблицы 1, 2).

Таблица 1

**Влияние дозы внесения экстракта № 1 на процесс сквашивания обезжиренного молока**

Доза экстракта, %	Кислотность, °Т при продолжительности сквашивания, ч											
	Bifidobacterium longum						Propionibacterium freudereichii					
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
0	18±1	24±1	38±1,5	44±1,5	68±1	88±1	18±1	30±1	39±1	48±1	72±1	89±1
3	18±1	21±1	35±1	43±1	61±1	73±1	19±1	21±1	25±1	50±1	60±1	74±1
5	26±1	29±1	40±1	51±1	55±1	87±1	26±1	30±1	45±2	57±1	73±1	88±1
7	25±1	29±1	32±1	36±1	41±1	78±2	26±1	31±1	43±2	55±1	76±1	82±1
10	26±1	32±1	36±1	40±1	46±1	55±2	26±1	30±1	40±1	51±1	57±1	60±1

Таблица 2

**Влияние дозы внесения экстракта № 2 на процесс сквашивания обезжиренного молока**

Доза экстракта, %	Кислотность, °Т при продолжительности сквашивания, ч											
	Bifidobacterium longum						Propionibacterium freudereichii					
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
0	18±1	24±1	38±1,5	44±1,5	68±1	88±1	18±1	30±1	39±1	48±1	72±1	89±1
3	28±1	35±1	41±1	48±1	51±1	55±1	28±1	38±1	43±1	50±1	60±1	67±1
5	30±1	36±1	42±1	47±1	50±1	55±1	30±1	39±1	44±1	50±1	61±1	69±1
7	30±1	34±1	38±1	43±1	49±1	54±1	30±1	38±1	42±1	47±1	54±1	62±1
10	32±1	40±1	44±1	48±1	52±1	57±1	32±1	37±1	41±1	46±1	52±1	59±1

Анализ экспериментальных данных позволил установить оптимальные дозы внесения сывороточных экстрактов растительного сырья при культивировании *Bifidobacterium longum* и *Propionibacterium freudereichii subsp. Shermanii* на обезжиренном молоке: расторопши пятнистой – (5-7) %; мяты перечной – (3-5) %.

Исследование финансировалось из средств гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Изучение механизмов взаимодействия молочнокислых микроорганизмов, лактозосбраживающих дрожжей и биологически активных веществ при микроинкапсулировании различных фракций микробиоты», Соглашение № 075-15-2022-1129 от 01.07.2022 г.

### Список литературы

1. Курченко, В.П. Использование хитозана для продления сроков хранения кисломолочных продуктов с *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* / В.П. Курченко, Т.Н. Головач, К.И. Майорова [и др.] // Молочная промышленность. – 2021. – №11. – С. 46-48.
2. Evdokimov I.A., Alieva L.R., Varlamov V.P. et. al. Usage of chitosan in dairy products production // Foods and raw materials. – 2015. – V. 3. № 2. – pp. 29–39.
3. Aranaz I., Mengibar M., Harris R. et. al. Functional characterization of chitin and chitosan. *Current Chemical Biology*, 2009. 3, 203-230.
4. De Farias, T.G.S.; Ladislau, H.F.L.; Stamford, T.C.M. et. al. Viabilities of *Lactobacillus rhamnosus* ASCC 290 and *Lactobacillus casei* ATCC 334 (in free form or encapsulated with calcium alginate-chitosan) in yellow mombin ice cream. *LWT* 2019, 100, 391–396.
5. Osojnik Crnivec, I.G.; Nersesyan, T.; Gatina, Y. et. al. Polysaccharide Hydrogels for the Protection of Dairy-Related Microorganisms in Adverse Environmental Conditions. *Molecules* 2021, 26, 7484. <https://doi.org/10.3390/molecules26247484>
6. Запрометов, М.Н. Фенольные соединения и их роль в жизни растения / М.Н. Запрометов // Тимирязевские чтения LVI. – М.: Наука, 1996. – 45 с.
7. Effect of additives to microbiological quality of yogurts// Pytel, R., Cwiková, O., Ondrušíková, S., Nedomová, Š., Kumbár, V. // *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences* 12(1), с. 186-194, 2018.

### THE USE OF CHITOSAN AND EXTRACTS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN THE TECHNOLOGY OF FERMENTED DAIRY PRODUCTS

A.D. Lodygin<sup>\*</sup>, I.A. Evdokimov<sup>\*</sup>, N. Poklar Ulrich<sup>\*\*</sup>, D.M. Khalanskaya<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

<sup>\*\*</sup>Ljubljana University, Ljubljana, Slovenia

#### Abstract

The relevance of chitosan and biologically active substances plant extracts use of in the technology of fermented dairy products for functional purposes is substantiated. The results of study of *Lbc. rhamnosus* culture microencapsulation process using chitosan as a carrier are presented. The doses of milk thistle and peppermint extracts based on cheese whey in skim milk during the cultivation of probiotic cultures were justified.

**Keywords:** chitosan, plant raw materials, extracts of biologically active substances, probiotics, fermented dairy products.

### References

1. Kurchenko, V.P. Application of chitosan for fermented dairy products with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* shelf life prolongation / V.P. Kurchenko, T.N. Halavach, K.I. Majorava [и др.] // Dairy industry. – 2021. – №11. – pp. 46-48.
2. Evdokimov I.A., Alieva L.R., Varlamov V.P. et. al. Usage of chitosan in dairy products production // Foods and raw materials. – 2015. – V. 3. № 2. – pp. 29–39.
3. Aranaz I., Mengibar M., Harris R. et. al. Functional characterization of chitin and chitosan. *Current Chemical Biology*, 2009. 3, 203-230.
4. De Farias, T.G.S.; Ladislau, H.F.L.; Stamford, T.C.M. et. al. Viabilities of *Lactobacillus rhamnosus* ASCC 290 and *Lactobacillus casei* ATCC 334 (in free form or encapsulated with calcium alginate-chitosan) in yellow mombin ice cream. *LWT* 2019, 100, 391–396.
5. Osojnik Crnivec, I.G.; Nersesyan, T.; Gatina, Y.; et. al. Polysaccharide Hydrogels for the Protection of Dairy-Related Microorganisms in Adverse Environmental Conditions. *Molecules* 2021, 26, 7484. <https://doi.org/10.3390/molecules26247484>
6. Zaprometov, M.N. Phenolic compound and their role in plant life / M.N. Zaprometov // *Timiryazevkiye readings LVI*. – Moscow.: Science, 1996. – 45 p.
7. Effect of additives to microbiological quality of yogurts// Pytel, R., Cwиковá, O., Ondrušíková, S., Nedomová, Š., Kumbár, V. // *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences* 12(1), с. 186-194, 2018.