

## РАЗРАБОТКА СОСТАВА ГЕЛЕОБРАЗУЮЩЕЙ СМЕСИ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ИНКАПСУЛИРОВАНИЯ ПРОБИОТИКОВ

Г.А. ЖУМАДИЛОВА\* , А.К. КАКИМОВ , Г.Б. АБДИЛОВА ,  
Н.К. ИБРАГИМОВ , М.М. ТАШЫБАЕВА 

(НАО «Университет имени Шакарима г.Семей», 071412, Казахстан,  
г. Семей, ул. Глинки, 20А)

Электронная почта автора корреспондента: zhumadilovaga@mail.ru\*

*Исследования посвящены разработке состава гелеобразующей смеси и подбору процентного соотношения компонентов для получения кишечнорастворимых бесиовных капсул с пробиотиками. Целью исследований является разработка оборудования для изготовления капсул, получаемых капельным методом. Капсулы должны иметь хорошие структурно-механические характеристики, правильную форму и устойчивость к физическим воздействиям, в связи с этим требуется подобрать требуемые компоненты и разработать состав смеси для получения заданных структурно-механических характеристик капсул. Авторами статьи была разработана методика и схема проведения эксперимента, позволяющая получить характеристики капсул, удовлетворяющие всем требованиям. В качестве гелеобразующей смеси была выбрана смесь пищевого желатина и альгината натрия, показавшая наилучшие результаты при изготовлении капсул. В результате эксперимента выяснили, что наилучшие результаты показала смесь с составом 1% пищевого желатина и 1% альгината натрия. Состав смеси подобран таким образом, чтобы не растворяясь в кислой среде желудка, пройти в кишечник, а в щелочной среде кишечника раствориться и выпустить пробиотики имеющиеся в составе капсул. В дальнейшем бесиовные капсулы с пробиотиками будут использованы при изготовлении функциональных продуктов, улучшающих работу иммунной системы. На основании экспериментальной установки для инкапсулирования пробиотиков будет разработано промышленное оборудование для получения бесиовных капсул, получаемых капельным методом.*

**Ключевые слова:** оборудование для инкапсулирования, водный раствор гелеобразующей смеси, капсулы, структурно-механические характеристики, альгинат, желатин.

## ПРОБИОТИКТЕРДІ КАПСУЛДАУ ЖАБДЫҒЫ ҮШІН ГЕЛЬ ТӘРІЗДЕС ҚОСПАНЫҢ ҚҰРАМЫН ӘЗІРЛЕУ

Г.А. ЖУМАДИЛОВА\*, А.К. КАКИМОВ, Г.Б. АБДИЛОВА Н.К.,  
ИБРАГИМОВ, М.М. ТАШЫБАЕВА

(«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, 071412, Қазақстан  
Семей қаласы, Глинка к-сі, 20А)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zhumadilovaga@mail.ru\*

*Зерттеулер гель түзетін қоспаның құрамын әзірлеуге және пробиотиктері бар ішекте еритін жіксіз капсулаларды алу үшін компоненттердің пайызын таңдауға бағытталған. Зерттеудің мақсаты - тамишылау әдісімен алынған капсулаларды өндіруге арналған жабдықты жетілдіру. Капсулалар жақсы құрылымдық-механикалық сипаттамаларға, дұрыс пішінге және физикалық әсерлерге төзімділікке ие болуы керек, осыған байланысты қажетті компоненттерді таңдап, капсулалардың берілген құрылымдық-механикалық сипаттамаларын алу үшін қоспаның құрамын жасау қажет. Мақала авторлары барлық талаптарды қанағаттандыратын капсулалардың сипаттамаларын алуға мүмкіндік беретін эксперименттің әдістемесі мен сұлбасын жасады. Гель түзетін қоспа ретінде тағамдық желатин мен натрий альгинатының қоспасы таңдалды, бұл капсулаларды өндіруде ең жақсы нәтиже көрсетті. Эксперимент нәтижесінде 1% тағамдық желатин және 1% натрий альгинаты бар қоспаның ең жақсы нәтиже көрсеткені анықталды. Қоспаның құрамы асқазанның қышқылдық ортасында ерімей, ішекке өтетіндей етіп таңдалады, ал ішектің сілтілі ортасында ериді және капсулалардың құрамындағы пробиотиктерді шығарады. Болашақта пробиотиктері бар жіксіз капсулалар иммундық жүйенің жұмысын жақсартатын функционалды өнімдерді өндіруде қолданылады. Пробиотиктерді капсуля-*

циядауға арналған эксперименттік қондырғының негізінде тамшылау әдісімен алынған жіксіз капсулаларды алу үшін өнеркәсіптік жабдық жетілдіріледі.

**Негізгі сөздер:** капсуландыруға арналған жабдық, гель тәріздес қоспаның сулы ерітіндісі, капсулалар, құрылымдық-механикалық сипаттамалары, альгинат, желатин.

## DEVELOPMENT OF A GEL-FORMING MIXTURE COMPOSITION FOR PROBIOTIC ENCAPSULATION EQUIPMENT

G. ZHUMADILOVA, A. KAKIMOV, G. ABDILOVA,  
N. IBRAGIMOV, M. TASHYBAYEVA

(«NJSC Shakarim University of Semey», Kazakhstan, 071412, Semey, Glinka st., 20A)  
Corresponding author e-mail: zhumadilovaga@mail.ru\*

*The research is devoted to the development of the composition of the gel-forming mixture and the selection of the percentage of components for obtaining intestinal-soluble seamless capsules with probiotics. The purpose of the research is to develop equipment for the manufacture of capsules obtained by the drip method. Capsules must have good structural and mechanical characteristics, the correct shape and resistance to physical influences, in this regard, it is necessary to select the required components and develop the composition of the mixture to obtain the specified structural and mechanical characteristics of capsules. The authors of the article have developed a methodology and a scheme for conducting an experiment that allows to obtain the characteristics of capsules that meet all requirements. A mixture of food gelatin and sodium alginate was chosen as a gel-forming mixture, which showed the best results in the manufacture of capsules. As a result of the experiment, it was found out that the best results were shown by a mixture with a composition of 1% food gelatin and 1% sodium alginate. The composition of the mixture is selected in such a way that, without dissolving in the acidic environment of the stomach, it passes into the intestine, and in the alkaline environment of the intestine it dissolves and releases the probiotics available in the capsules. In the future, seamless capsules with probiotics will be used in the manufacture of functional products that improve the functioning of the immune system. Based on the experimental setup for encapsulating probiotics, industrial equipment will be developed to produce seamless capsules obtained by the drip method.*

**Keywords:** encapsulation equipment, aqueous solution of gel-forming mixture, capsules, structural and mechanical characteristics, alginate, gelatin.

### *Введение*

В послании первого Президента Республики народу Казахстана отмечается, что одним из приоритетных направлений развития экономики нашей Республики является производство сельскохозяйственной продукции. «Нужно обеспечить переработку сырья и выходить на мировые рынки с высококачественной готовой продукцией. Важно кардинально переориентировать весь агропромышленный комплекс на решение этой задачи... Современное здравоохранение должно больше ориентироваться на профилактику заболеваний, а не на дорогостоящее стационарное лечение...» [1].

Здоровье человека, как и качество его жизни во многом определяется качеством потребляемой пищи. Пища должна содержать все необходимые вещества для нормального функционирования организма человека. В наше время большое количество людей из-за несбалансированного питания, малоподвижного об-

раза жизни и нарушенного режима страдают болезнями желудочно-кишечного тракта [2].

В последнее время в целях повышения и поддержания иммунитета человека, широко применяют пробиотики, так как они благотворно влияют на микрофлору человека. Пробиотики улучшают пищеварение, повышают устойчивость к инфекционным заболеваниям и проявляют терапевтический эффект при острых кишечных инфекциях [3].

Однако, микроорганизмы, входящие в состав пробиотиков, гибнут в агрессивной среде желудочного сока и, соответственно, пробиотики теряют свою функциональность [4]. Чтобы сохранить необходимые полезные свойства кислотомолочных бактерий, в том числе пробиотиков, необходимо поместить их в кишечнорастворимые капсулы. Помещение пробиотиков в капсулу позволяет защитить их от кислотной среды желудка, тем самым открывая путь к новейшим технологиям функциональных продуктов [5].

При этом, кислотная среда в желудке не должна разрушать капсулы более 2 часов, но при попадании капсулы в кишечник, она должна раствориться, не выдержав и 7 минут [6]. Разрушаясь, капсула будет выпускать наружу необходимые полезные вещества.

Способы получения капсул вручную, капельным методом, широко применяются на сегодняшний день, но данный процесс является очень трудоемким и долгим, соответственно, низкоэффективным и затратным. На основании вышесказанного, была поставлена задача о необходимости разработки оборудования для получения капсул функционального продукта (в частности, пробиотиков), которая позволит автоматизировать процесс получения кишечнорастворимых бесшовных капсул с пробиотиками [7].

Цель данной работы - разработка оборудования для получения бесшовных капсул с пробиотиками капельным методом.

Задача - разработка и изготовление установки для инкапсулирования пробиотиков.

#### ***Материалы и методы исследований***

Объектом исследования является водный раствор гелеобразующей смеси.

Одними из используемых методов является процесс инкапсулирования пробиотиков в водный раствор гелеобразующей смеси при помощи разработанного оборудования.

При исследовании использованы стандартные современные физико-химические и аналитические методы, позволяющие получить наиболее точные характеристики исследуемых объектов.

#### ***Результаты и их обсуждение***

Для проведения комплексных экспериментальных исследований установки для инкапсулирования с целью проверки адекватности результатов экспериментов была разрабо-

тана методика, схема проведения эксперимента в соответствии с рисунком 1 и экспериментальный стенд в соответствии с рисунком 2 для изучения установки, технических, технологических и структурно-механических параметров процессов, происходящих при получении капсул.

Стенд позволяет определить производительность установки для капсулирования, температуру сырья до и во время капсулирования, гранулометрический состав получаемого сырья, прочностные показатели капсул, энергетические характеристики оборудования. Основными переменными в экспериментальных исследованиях являются различные процентные соотношения альгината натрия и желатина, частота вращения перистальтического насоса, температура раствора и диаметр инжекторов [8].

Для подбора оптимального процентного соотношения альгината натрия и желатина гелеобразующей смеси, не меняя процентное соотношение желатина (1%), меняли процентное соотношение альгината натрия (0,5%, 1%, 1,5%), затем, при одинаковом процентном соотношении альгината натрия (1%), меняли желатин (1%, 2%, 3%, 4%). Эксперименты проводились при температурах гелеобразующей смеси от 20 до 50°C, частоте вращения перистальтического насоса 0,333 с<sup>-1</sup> ; 0,667 с<sup>-1</sup> ; 1 с<sup>-1</sup> ; 1,333 с<sup>-1</sup>. Для подбора оптимального внутреннего диаметра инжекторов фильтры установки были взяты 7 (семь) образцов инжекторов. Внутренний диаметр инжекторов, следующий: 1 образец – 0,82 · 10<sup>-3</sup> м; 2 образец – 0,3 · 10<sup>-3</sup> м; 3 образец – 0,16 · 10<sup>-3</sup> м; 4 образец – 0,4 · 10<sup>-3</sup> м; 5 образец – 0,43 · 10<sup>-3</sup> м; 6 образец – 0,49 · 10<sup>-3</sup> м; 7 образец – 0,65 · 10<sup>-3</sup> м [9].

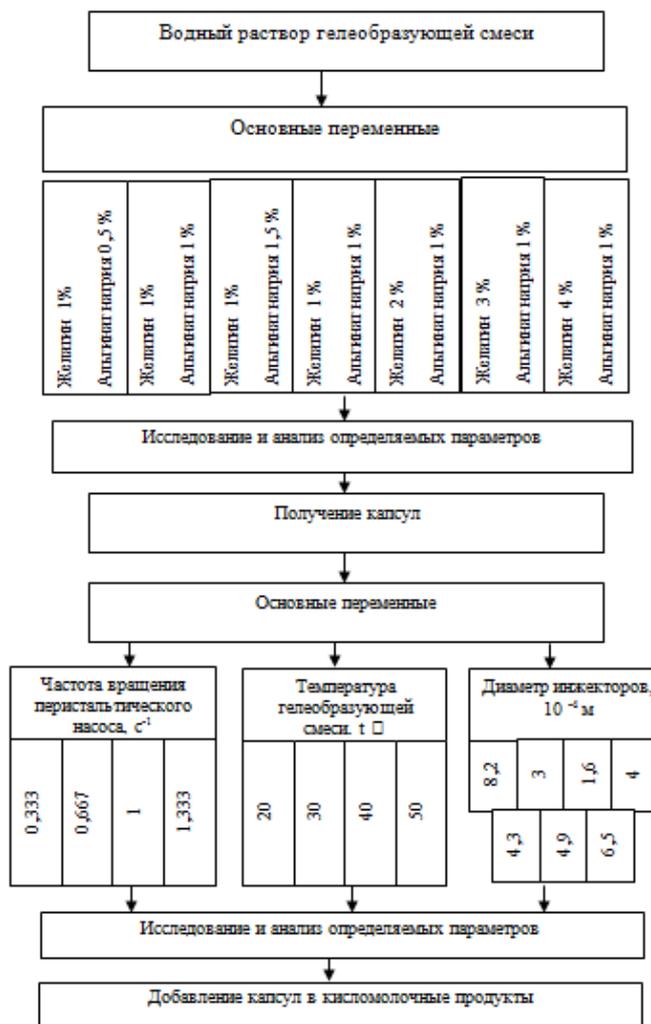


Рисунок 1 – Схема проведения эксперимента



Рисунок 2 - Установка для инкапсулирования пробиотиков: 1-штатив, 2- фильера, 3- емкость для раствора, 4- панель исполнительных устройств, 5- встряхиватель, 6 – емкость для рабочей смеси, 7- гайка регулировки уровня емкостей, 8- емкость для промывной жидкости, 9- перистальтический насос, 10 – циркуляционный насос, 11 – мотор привода перистальтического насоса, 12- циркуляционная трубка; 13 – термостат; 14 - трубопроводы

Установка работает следующим образом:

Водный раствор гелеобразующей смеси, подогретый до температуры 40°C, заливается в емкость для рабочей смеси 6. В емкость для раствора 3 заливается формообразующая жидкость, являющаяся 2 % раствором хлорида кальция, охлажденного до температуры в пределах от 0 до 5°C. При этом переключающий вентиль повернут так, чтобы в систему трубопроводов поступал водный раствор гелеобразующей смеси [10].

Далее водный раствор гелеобразующей смеси через переключающий вентиль поступает в термостат 13, где происходит дополнительный подогрев и термостатирование водного раствора гелеобразующей смеси.

После термостатирования водный раствор гелеобразующей смеси поступает в перистальтический насос 9, который предназначен для подачи смеси на фильтр 2.

Водный раствор гелеобразующей смеси, проходя через фильтр, поступает на инжекторы, как показано на рисунке 3.

При этом на срезе инжектора формируется капля жидкости, которая под действием силы тяжести отрывается от сопла инжектора

и падает в формообразующую жидкость. При этом происходит встряхивание фильеры, помогающее капле отрываться от инжектора. Наличие встряхивателя 5 позволяет получать капли одинакового размера и соответственно получать стабильные размеры капсул. Капли, состоящие из водного раствора 1% альгината натрия и 1% желатина, попадая в формообразующую жидкость, представляющую из себя хлорид кальция, взаимодействуют с хлоридом. В результате химической реакции получается альгинат хлорид, который в результате охлаждения загустевает, образуя сферические капсулы правильной формы.

Во избежание слипания капсул формообразующая жидкость интенсивно перемешивается. При этом циркуляционным насосом 10 формообразующая жидкость всасывается через входной патрубков, снабженный фильтрующей сеткой, и выбрасывается через циркуляционную трубку 12 с направляющей насадкой, под углом к оси вращения емкости для раствора 3. В результате воздействия центробежных сил формообразующая жидкость перемешивается, препятствуя слипанию вновь образованных капсул.



Рисунок 3 – Фильтра с 12-ю инжекторами

После выработки водного раствора гелеобразующей смеси оборудование отключают и полученные капсулы фильтруют от формообразующей жидкости и промывают в дистиллированной воде.

В качестве водного раствора гелеобразующей смеси использовали раствор желатина с добавлением альгината натрия [11-12]. Раствор получили следующим образом: в воде

(80°C) растворили желатин в количестве 1 % от общего количества взятой воды. Мерный стакан с водным раствором желатина помещается на электромагнитную мешалку с подогревом и раствор перемешивается до полного растворения желатина. Температура подогрева выставляется 60°C, так как при температуре ниже 60°C альгинат натрия плохо растворяется, а при температуре выше 60°C альгинат

натрия начинает комковаться. После чего в раствор желатина добавляется 1 % альгината натрия и также помещается на электромагнитную мешалку с подогревом. После растворения альгината натрия смесь охладили до температуры 40°C. В полученную смесь внесли навеску штамма пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freudenreichii*. В качестве формообразующей смеси готовится 2% раствор хлорида кальция. Для этого берется 98 мл дистиллированной воды и добавляется 2 грамма хлорида кальция. После растворения хлорида кальция формообразующая смесь готова. Для формирования капель из гелеобразующей смеси использовали одноразовые медицинские шприцы. Для этого обрезался кончик иглы перпендикулярно оси иглы, что позволяет контролировать формирование капли и получать капли одинакового размера. При формировании капсулы, капля отрываясь от шприца, полностью погружается в раствор хлорида кальция, при этом альгинат натрия взаимодей-

ствуя с хлоридом кальция образует капсулу, состоящую из альгината кальция. В результате мы получили стабильный размер капсул и красивую округлую форму. В конечном итоге, получили округлые капсулы, содержащие пробиотик *Propionibacterium freudenreichii*, которые могут быть использованы в дальнейших технологических процессах при получении пищевых продуктов лечебно-профилактического действия или при получении фармакологических препаратов.

Для выявления изменения значений экспериментальных данных, построены графики зависимости вязкости гелеобразующей смеси от температуры раствора и частоты вращения ротора вискозиметра на экспериментальной установке для получения капсул [13-14].

Чтобы подобрать правильное процентное соотношение альгината натрия и желатина, принимаем количество желатина 1%, при этом меняя процентное соотношение альгината натрия (0,5%; 1%; 1,5%) в растворе.

Таблица 1 – Экспериментальные данные, полученные на вискозиметре при соотношении раствора желатина 1% и раствора альгината натрия 1%

Температура гелеобразующей смеси, t, °C	Частота вращения ротора, $\omega$ , с <sup>-1</sup>	Показания шкалы вискозиметра	Табличный коэффициент (фактор F)	Вязкость гелеобразующей смеси, $\eta$ , Па·с
50	0,067	0,8	500	400
	0,167	1,5	200	300
	0,333	2,3	100	230
	0,833	4,1	40	164
40	0,067	1	500	500
	0,167	1,9	200	380
	0,333	2,8	100	280
	0,833	4,8	40	192
30	0,067	1,3	500	650
	0,167	2,4	200	480
	0,333	3,7	100	370
	0,833	6,5	40	260
20	0,067	1,7	500	850
	0,167	3,2	200	640
	0,333	5,1	100	510
	0,833	8,8	40	352

В таблице 1 показаны данные зависимости вязкости гелеобразующей смеси от температуры раствора при различных частотах вращения ротора вискозиметра на экспериментальной установке для получения капсул при соотношении раствора желатина 1% и раствора альгината натрия 1%.

Из графика зависимости вязкости гелеобразующей смеси от температуры раствора при различных частотах вращения ротора вискози-

метра на экспериментальной установке для получения капсул при соотношении раствора желатина 1% и раствора альгината натрия 1%, видно, что с понижением температуры вязкость сильно повышается, при этом, чем выше частота вращения, тем ниже вязкость гелеобразующей смеси. Но при температурах 40 и 50 °C величина вязкости изменяется незначительно, что может говорить о том, что температура 40°C

более предпочтительна, так как при температурах выше 50°C пробиотики гибнут [15].

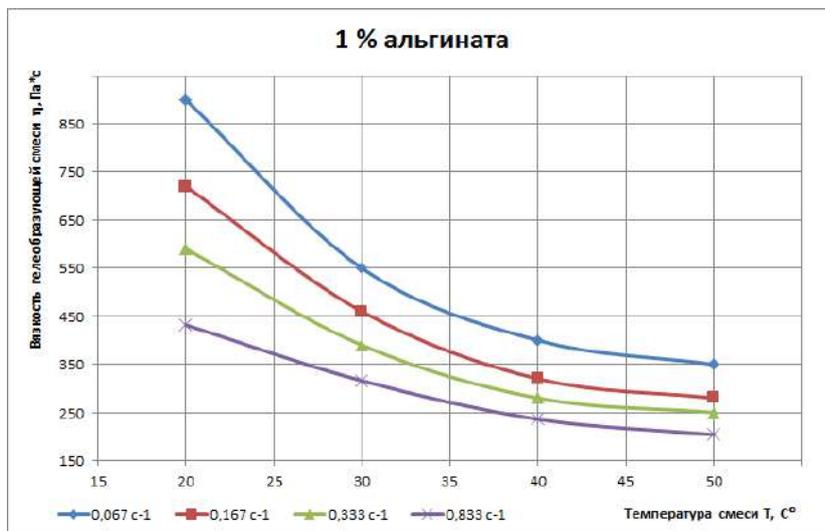


Рисунок 4 - Зависимость вязкости гелеобразующей смеси от температуры раствора при различных частотах вращения ротора вискозиметра на экспериментальной установке для получения капсул при соотношении раствора желатина 1% и раствора альгината натрия 1%

Для подбора правильного процентного соотношения компонентов формообразующей жидкости и зависимости формы и размеров капсул от состава гелеобразующей смеси была проведена макросъемка капсул с использованием

оптического бинокулярного микроскопа фирмы ЛОМО. Представлена фотография, показывающая форму капсул состава 1 % альгинат натрия и 1 % желатин в соответствии с рисунком 5.

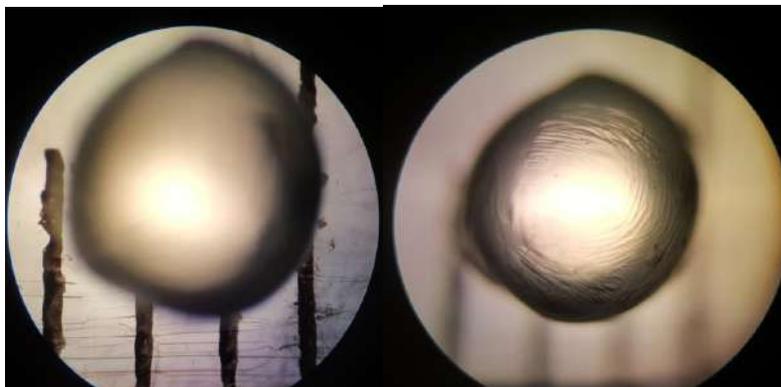


Рисунок 5 - Капсулы, содержащие 1% альгинат натрия, 1% желатин

**Заключение, выводы**

Проведя анализ капсул, сделали вывод: что наиболее оптимальным вариантом является состав капсул, содержащих 1% альгинат натрия и 1% желатин. Капсулы, изготовленные из этого состава, имеют красивую округлую форму, одинаковый размер, мягкую консистенцию, но устойчивую для физического воздействия.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. [http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses\\_of\\_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazhstan-](http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazhstan-)

[nnazarbaeva-narodu-kazhstana-5-oktyabrya-2018-g](http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazhstan-) 22.10.2018.

2. Васильев В.Н. Лекции по физиологии. Физиология питания, пищеварения, мочеобразования: Учебное пособие. - М.: Чародей, 2009. - 934 с.

3. Бепеева А.Е., Джумажанова М.М., Жумадилова Г.А., Муратбаев А.М. Перспективность применения процесса инкапсулирования пробиотиков // Научный журнал. Вестник ГУ имени Шакарима города Семей.- 2019, №1(85).- С.183-186.

4. Какимов А.К., Какимова Ж.Х., Жарыкбаева К.С., Бепеева А.Е., Мирашева Г.О., Джумажанова М.М., Жумадилова Г.А. Инкапсулирование

биологически активных добавок и их использование при производстве пищевых продуктов: монография. – РГП на ПХВ Государственный университет имени Шакарима города Семей. – Алматы, 2017. – 218с.

5. Нурбекова Г.Б., Байбалинова Г.М., Какимова Ж.Х. Общая характеристика и биологическая роль пробиотиков // Вестник ГУ имени Шакарима.- 2015. - №1 (69). – С. 29-31.

6. Saad N., Delattre C., Urdaci M., Schmitter J.M., Bressollier P. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field // LWT - Food Science and Technology. - 2013. 50: 1-16.

7. Ran Su, Xiao-Li Zhu, Dai-Di Fan, Yu Mi, Chan-Yuan Yang, Xin Jia Encapsulation of probiotic *Bifidobacterium longum* BIOMA 5920 with alginate-human-like collagen and evaluation of survival in simulated gastrointestinal // International Journal of Biological Macromolecules. December 2011. – Vol. 49, Issue 5, 1. - PP. 979-984.

8. Какимов А.К., Майоров А.А., Ибрагимов Н.К., Жумадилова Г.А. Разработка методики получения микрокапсул с пробиотиками // Международный научный журнал «Молодой ученый».- Казань, 2017.-№ 6.1 (140.1) .- С. 32-35.

9. Какимов А.К., Жумадилова Г.А., Ибрагимов Н.К., Джумажанова М.М., Муратбаев А.М. Режимы работы установки для инкапсулирования // Вестник Алматинского технологического университета, Выпуск 2.- 2019.- №2 (123).- С. 71-75

10. Какимов А.К., Муратбаев А.М., Жумадилова Г.А. Objectives of encapsulation // Казахстан-Холод 2018: сб. докл.межд.науч.-техн.конф. (15-16 марта 2018 г. Kazakhstan Refrigeration 2018: Proceedings of the Conference (March 15-16, 2018)). – Алматы: АТУ, 2018. -С. 61-63.

11. Aitbek Kakimov, Zhaynagul Kakimova, Gulmira Mirasheva, Aigerim Bepeyeva, Sandugash Toleubekova, Madina Jumazhanova, Gulmira Zhumadilova, Zhanibek Yessimbekov Amino Acid Composition of Sour-milk Drink with Encapsulated Probiotics // Annual Research & Review in in Biology Article no. ISSN: 2347-565X, NLM ID: 101632869 : 1-7. 2017. - №18(1). – P. ARRB.36079.

12. Какимов А.К., Какимова Ж.Х., Бепеева А.Е., Джумажанова М.М, Жумадилова Г.А. Безопасность, функциональные и технологические свойства пробиотических бактерий // Сборник научных трудов, посвященный 60-летию отдела сибниис федеральное государственное бюджетное научное учреждение Фанца. Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока / федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий. – Барнаул: Новый формат, 2018. – 216с.

13. Пат. 3202, Казахстан, МПК 51 А23Р 10/30 (2006.01). Установка для производства капсулированных продуктов // Какимов А.К., Майоров А.А., Ибрагимов Н.К., Какимова Ж.Х., Жумадилова

Г.А., Муратбаев А.М., Джумажанова М.М., Солтанбеков Ж.А., РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности» бюл. № 39 – 22.10.2018. - 4 с.

14. Какимов А.К., Майоров А.А., Ибрагимов Н.К., Жумадилова Г.А. Получение микрокапсул капельным методом // VII Межд. научно-тех. конф. Казахстан – Холод 2017: Сборник докладов конференции 15-16 марта 2017 г. Алматы, 2017. -С. 107-109.

15. Aitbek Kakimov, Zhainagul Kakimova, Madina Jumazhanova, Alibek Muratbayev, Gulmira Zhumadilova, Gulmira Mirasheva, Aleksandr Mayorov and Zhunus Soltanbekov. Experimental study of capsules formation using different types of polymers // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences ISSN 1819-6608.- 2019.-VOL. 14, № 10. – PP. 1819-6608.

#### REFERERNCES

1. [http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses\\_of\\_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazakhstan-annazarbaeva-narodu-kazhastana-5-oktyabrya-2018-g](http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazakhstan-annazarbaeva-narodu-kazhastana-5-oktyabrya-2018-g) 22.10.2018.

2. Vasilev V.N. Lekcii po fiziologii. Fiziologija pitaniya, pishhevarenija, mocheobrazovanija. [Lectures on physiology. Physiology of nutrition, digestion, urination] Uchebnoe posobie. - M.: Charodej, (2009). - 934 s. - (In Russian)

3. Bepeeva A.E., Djumajanova M.M., Jumadilova G.A., Muratbaev A.M. Perspektivnost primeneniya processa inkapsulirovaniya probiotikov [The prospects of using the process of encapsulation of probiotics] // Nauchnii jurnal. Vestnik GU imeni Shakarima goroda Semei.- (2019), №1 (85), s.183-186. - (In Russian)

4. Kakimov A.K., Kakimova J.H., Jarikbasova K.S., Bepeeva A.E., Mirasheva G.O., Djumajanova M.M., Jumadilova G.A. Inkapsulirovanie biologicheski aktivnih dobavok i ih ispolzovanie pri proizvodstve pischevih produktov: [Encapsulation of biologically active additives and their use in food production] monografiya.– RGP na PHV Gosudarstvennii universitet imeni Shakarima goroda Semei. – Almaty, (2017). - 218 s. - (In Russian)

5. Nupbekova G.B., Baibalinova G.M., Kakimova J.H. Obschaya hapaktepictika i biologicheckaya rol probiotikov [General characteristics and biological role of probiotics] // Vectnik GU imeni Shakarima.- (2015). - №1 (69). – s. 29-31. - (In Russian)

6. Saad N., Delattre C., Urdaci M., Schmitter J.M., Bressollier P. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field // LWT - Food Science and Technology. - (2013). 50: 1-16.

7. Ran Su, Xiao-Li Zhu, Dai-Di Fan, Yu Mi, Chan-Yuan Yang, Xin Jia Encapsulation of probiotic *Bifidobacterium longum* BIOMA 5920 with alginate-human-like collagen and evaluation of survival in simulated gastrointestinal // International Journal of Biological Macromolecules. December 2011. – Vol. 49, Issue 5, 1. - P. 979-984.

8. Kakimov A.K., Mayorov A.A., Ibragimov N.K., Zhumadilova G.A. Razrabotka metodiki

polucheniya mikrokapsul s probiotikami [Development of a technique for obtaining microcapsules with probiotics] // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Molodoj uchenyj».-Kazan', (2017).-№ 6.1 (140.1) .- S. 32-35. - (In Russian)

9. A.K. Kakimov, G.A. Zhumadilova, N.K. Ibragimov, M.M. Dzhumazhanova, A.M. Muratbayev. Rezhimy raboty ustanovki dlya inkapsulirovaniya [Modes of operation of the encapsulation unit] // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta, Vypusk 2.- (2019).- №2 (123).- s. 71-75. - (In Russian)

10. Kakimov A.K., Muratbaev A.M., Zhumadilova G.A. Objectives of encapsulation // Kazakhstan-Holod 2018: sb. dokl.mezhd.nauch.-tehn.konf. (15-16 marta 2018 g. Kazakhstan-Refrigeration 2018: Proceedings of the Conference (March 15-16, 2018). – Almaty: ATU, (2018). S. 61-63.

11. Aitbek Kakimov, Zhaynagul Kakimova, Gulmira Mirasheva, Aigerim Bepeyeva, Sandugash Toleubekova, Madina Jumazhanova, Gulmira Zhumadilova, Zhanibek Yessimbekov Amino Acid Composition of Sour-milk Drink with Encapsulated Probiotics // Annual Research & Review in in Biology Article no. ISSN: 2347-565X, NLM ID: 101632869 : 1-7. (2017). - №18(1). – P. ARRB.36079.

12. Kakimov A.K., Kakimova Zh.H., Bepeeva A.E., Dzhumazhanova M.M, Zhumadilova G.A. Bezopasnost, funktsionalnye i tekhnologicheskie svoystva probioticheskikh bakterij [Safety, functional and technological properties of probiotic bacteria] // Sbornik

nauchnyh trudov, posvjashhennyj 60-letiju otdela sibniis federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie Fanca. Aktual'nye problemy tehniki i tehnologii pererabotki moloka / federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie Federal'nyj Altajskij nauchnyj centr agrobiotekhnologij. – Barnaul: Novyj format, (2018). – S. 216. - (In Russian)

13. Pat. 3202, Kazakhstan, MPK 51 A23R 10/30 (2006.01). Ustanovka dlya proizvodstva kapsulirovannykh produktov [Installation for the production of encapsulated products] // Kakimov A., Mayorov A., Ibragimov N., Kakimova Zh., Zhumadilova G., Muratbayev A., Dzhumazhanova M., Soltanbekov Zh. RGP «Natsional'nyy institut intellektual'noy sobstvennosti» byul. № 39 – (22.10.2018). - 4 s. - (In Russian)

14. Kakimov A.K., Mayorov A.A., Ibragimov N.K., Zhumadilova G.A. Poluchenie mikrokapsul kapel'nym metodom [Obtaining microcapsules by the drip method] // VII Mezhd. nauchno-teh. konf. Kazakhstan – Holod 2017: Sbornik dokladov konferencii 15-16 marta 2017 g. Almaty, (2017). S. 107-109. - (In Russian)

15. Aitbek Kakimov, Zhainagul Kakimova, Madina Jumazhanova, Alibek Muratbayev, Gulmira Zhumadilova, Gulmira Mirasheva, Aleksandr Mayorov and Zhunus Soltanbekov. Experimental study of capsules formation using different types of polymers // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences ISSN 1819-6608.- (2019).-VOL. 14, № 10. – P. 1819-6608.