

5. Варивода, А.А. Разработка высокоэффективной технологии рафинации рапсовых масел: автореферат диссертации на соискание ученой степени Кандидата технических наук / А.А. Варивода. – Кубанский государственный технологический университет. Краснодар, 2006. -25с.

6. Варивода, А.А. Мороженое с функциональными свойствами/ А.А. Варивода [Текст] //Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. -2015. Т. 1. № 8. - С. 38-39.

7. Овчарова, Г.П. Обоснование проектирования рецептур продуктов прикорма на основе молочной сыворотки для детей [Текст] /Г.П. Овчарова, А.А. Варивода//Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2012. № 35. - С. 409-413.

8. Варивода, А.А. Разработка мороженого с микропартикулятом сывороточных белков для диабетического и диетического питания [Текст] /А.А. Варивода, Т.Г. Патаркалшвили//Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2015. № 56. - С. 227-232.

9. Варивода, А.А. Оптимальные технологические режимы адсорбционной очистки тыквенного масла [Текст] /А.А. Варивода//Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2012. № 35. - С. 388-392.

#### **Крепенко Алина Тимуровна**

Краснодарский филиал ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»

Кандидат технических наук, доцент

г. Краснодар, ул. Северная, 360

Тел 8-928-414-55-50, e-mail:akrepenko@mail.ru

**А.Т.Крепенко**

### **DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF SPREAD WITH ADDITIVES**

*In article replacement of butter with such analog as spread is considered, this replacement is simply necessary for some categories of consumers. The analog of oil chocolate with chicory is characterized by the low content of transisomers.*

**Keywords:** spread, butter, chicory, chocolate oil

#### **Крепенко Алина Тимуровна**

Krasnodar branch of FGBOU VPO "REU of G. V. Plekhanov"

Candidate of technical Sciences, associate professor

Krasnodar, Severnaya St., 360

Tel 8-928-414-55-50, e-mail:akrepenko@mail.ru

**УДК 641.05**

**А.А. Кролевец, Н.И. Мячикова, Е.А. Шкондин**

### **ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ОБОЛОЧКИ НА РАЗМЕР НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ВИТАМИНА D И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ НАНОИНГРЕДИЕНТА В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ**

*В работе впервые приведены данные исследования о влиянии природы оболочки на размер нанокapsул.*

**Ключевые слова:** витамин D, оболочка, нанокapsулы, свмоорганизация, метод NTA.

Основная функция витамин D – поддержание в организме постоянной концентрации иона  $Ca^{+2}$  и фосфора. В последние годы доказано, что витамин D обладает сильными противораковыми свойствами, в частности, противодействует возникновению опухолей простаты.

Витамин D применяется также для профилактики переломов, рака и диабета, использовался для лечения туберкулеза до появления антибиотиков, предотвращает старческое слабоумие. Недостаток витамина D повышает вероятность ухудшения внимания и расстройства памяти.

Показаниями к приему витамина D являются: переломы костей, остеопороз, остеомиелит (воспаление костного мозга), остеопороз, замедленное образование костной мозоли, красная волчанка, хронический гастрит, хронический энтерит, артрит, псориаз.

Эти свойства витамина D можно использовать в функциональных продуктах питания, если его перевести в наноформу. Это приведет к тому, что биодоступность витамина D увеличится в 5-20 раз, а, кроме того, этот жирорастворимый витамин можно будет растворять в воде.

Размер капсул, содержащих биологически активные соединения имеет существенное значение для их физиологической активности в организме [1]. На примере многих лекарственных веществ было показано, что уменьшение размеров частиц приводит к изменению биодоступности и эффективности [2].

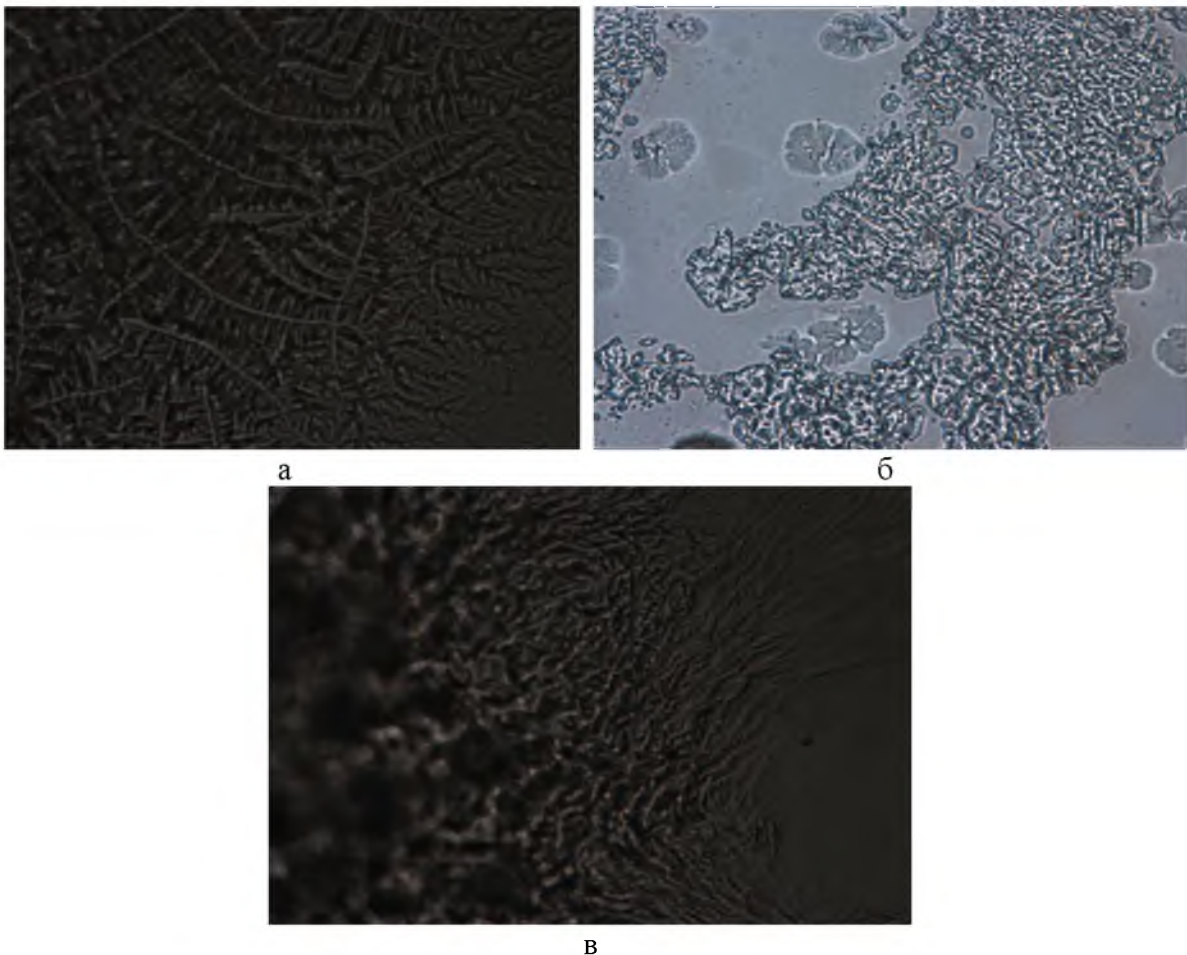
Несмотря на огромное количество публикаций по методам получения и исследования физиологической активности, в литературе не найдены работы по изучению влияния природы оболочки на размеры наноструктурированного витамина D.

Нами впервые проведено исчерпывающее исследование по влиянию природы оболочки на размер нанокapsул на примере витамин D. В качестве оболочек использовались альгинат натрия, каррагинан, конжаковая, ксантановая и желатиновая камеди, а также натрий карбоксиметилцеллюлоза.

Размеры полученных нанокapsул определяли методом NTA, а также проводились исследования супрамолекулярных свойств капсул с помощью самоорганизации. Супрамолекулярная химия использует законы органической синтетической химии для получения супрамолекулярных ансамблей, координационной химии комплексов и физической химии для изучения взаимодействий компонентов, биохимии для рассмотрения функционирования супрамолекулярных ансамблей. К супрамолекулярным свойствам относятся самосборка и самоорганизация [3, 4]. В супрамолекулярной химии для достижения контролируемой сборки молекулярных сегментов и спонтанной организации молекул в стабильной структуре используют нековалентные взаимодействия [5, 6]. Самоорганизующиеся структуры можно имитировать как аспекты биологических систем: искусственные клетки мембран, ферментов, или каналы [7].

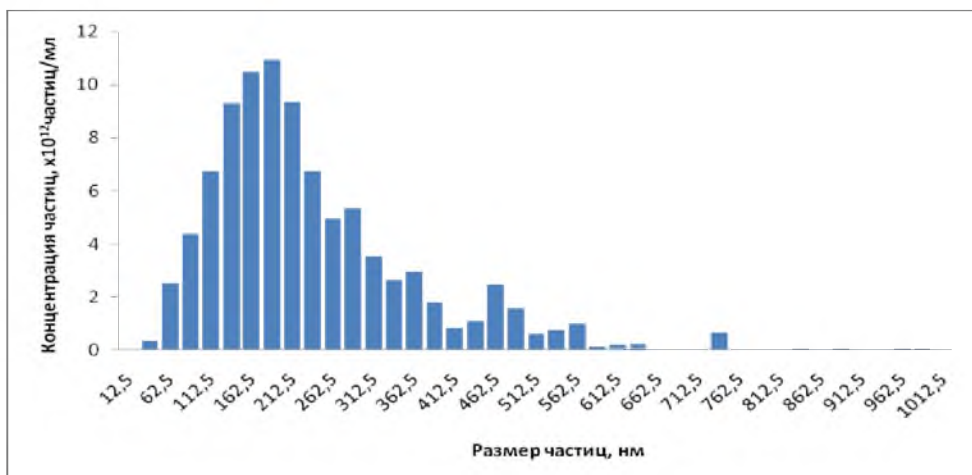
Исследование самоорганизации микрокапсул проводили следующим образом. Порошок инкапсулированного жирорастворимого витамина растворяли в воде, каплю наносили на покровное стекло и выпаривали. Высушенную поверхность сканировали методом конфокальной микроскопии на микроспектрометре OmegaScore, производства AIST-NT (г. Зеленоград), совмещенном с конфокальным микроскопом. Результаты приведены на рисунке 1.

Поскольку в водном растворе наноструктурированного витамина D при их достаточно низкой концентрации обнаружены фрактальные композиции, они обладают самоорганизацией. Образование наночастиц происходит спонтанно за счет нековалентных взаимодействий, и это говорит о том, что для них характерна самосборка. Следовательно, инкапсулированные жирорастворимые витамины обладают супрамолекулярными свойствами.



**Рисунок 1 – Конфокальное изображение фрактальной композиции из раствора нанокapsул:**  
 а) витамин D в ксантановой камеди в концентрации 0,25%, при увеличении в 1200 раз;  
 б) витамин D в натрий карбоксиметилцеллюлозе в концентрации 0,0625% при увеличении в 620 раз;  
 в) витамин D в желатиновой камеди в концентрации 0,5%, при увеличении в 730 раз

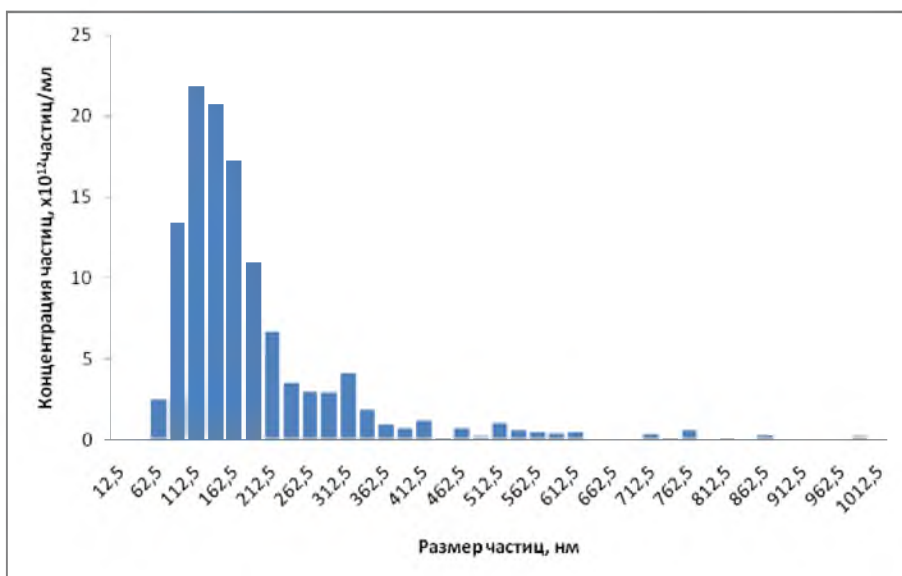
Исследование размеров инкапсулированных витаминов осуществлялось методом NTA (рисунки 2-5, таблицы 1-4).



**Рисунок 2 – Распределение частиц по размерам в образце наноструктурированного витамина D в альгинате натрия (соотношение ядро : оболочка 1 : 3)**

**Таблица 1 – Статистические характеристики распределений наноструктурированного витамина D в альгинате натрия**

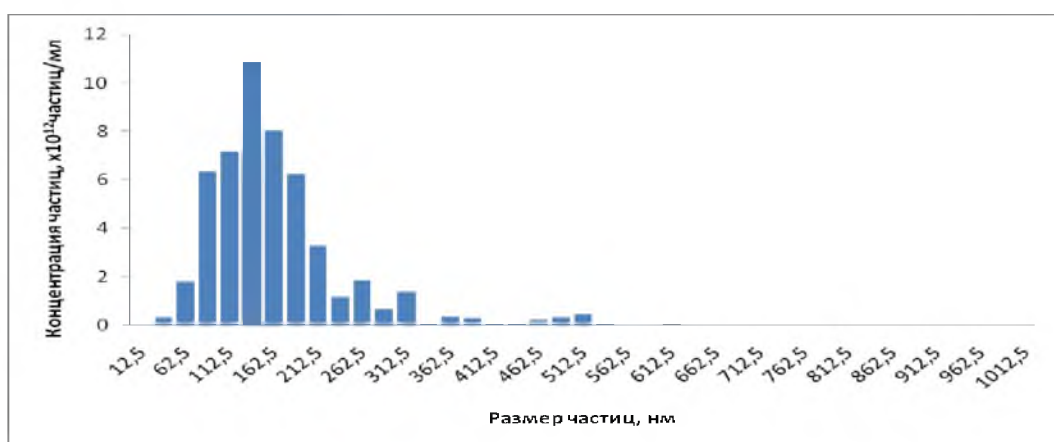
Параметр	Значение
Средний размер, нм	136
D10, нм	108
D50, нм	203
D90, нм	418
Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50	1,53
Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл	0,92



**Рисунок 3 – Распределение частиц по размерам в образце наноструктурированного витамина D в каррагене (соотношение ядро : оболочка 1 : 3)**

**Таблица 2 – Статистические характеристики распределений наноструктурированного витамина D в каррагене**

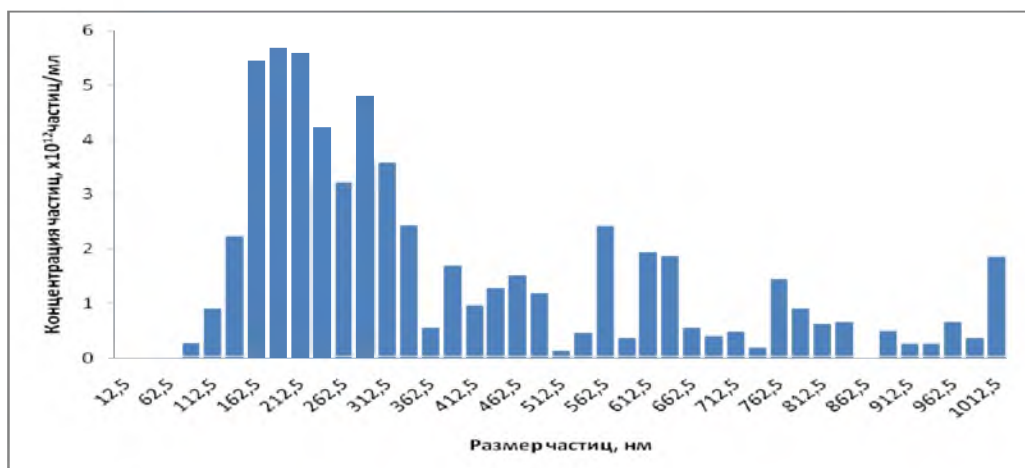
Параметр	Значение
Средний размер, нм	187
D10, нм	93
D50, нм	151
D90, нм	337
Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50	1,62
Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл	1,19



**Рисунок 4 – Распределение частиц по размерам в образце наноструктурированного витамина D в конжак гуме (соотношение ядро : оболочка 1 : 3)**

**Таблица 3 – Статистические характеристики распределений наноструктурированного витамина D в конжак гумме**

Параметр	Значение
Средний размер, нм	82
D10, нм	88
D50, нм	146
D90, нм	261
Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50	1,18
Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл	0,51





5. Rohit K. Rana, Vinit S. Murty, Jie Yu Nanoparticle Self-Assembly of Hierarchically Ordered Microcapsule Structures / *Advanced Materials*. – 2005. – Vol. 17. – P. 1145-1150.

6. Ana Carina Mendes, Erkan Türker Baran, Claudia Nunes Palmitoylation of xanthan polysaccharide for self-assembly microcapsule formation and encapsulation of cells in physiological conditions / *Journal of The Royal Society of Chemistry*. – 2011.

7. Hans-Peter Hentze, Eric W. Kaler Polymerization of and within self-organized media / *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. – 2003. – Vol. 8. – P. 164-178.

**Кролевец Александр Александрович**  
ФГАОУВО «Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет»  
(НИУ «БелГУ»)

Доктор химических наук, старший научный  
сотрудник  
308015 г. Белгород, ул. Победы, 85  
Тел/Факс:(4722) 30-10-12e-mail:info@bsu.edu.ru

**Шкондин Егор Андреевич**  
ФГАОУВО «Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет»  
(НИУ «БелГУ»)

Студент  
308015 г. Белгород, ул. Победы, 85  
Тел/ Факс:(4722) 30-10-12e-mail:info@bsu.edu.ru

**Мячикова Нина Ивановна**  
ФГАОУВО «Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет»  
(НИУ «БелГУ»)

Кандидат технических наук, доцент  
308015 г. Белгород, ул. Победы, 85  
Тел/Факс:(4722) 30-10-12e-mail:info@bsu.edu.ru

**A.A. Krolevets, N. I. Myachikova, E.A. Shkondin**

## **THE INFLUENCE OF THE NATURE OF THE SHELL ON THE SIZE OF NANOSTRUCTURED VITAMIN D AND ITS USAGE AS A FOOD NANOSTRUCTURED INGREDIENT**

*The study first introduces the research data on the effect of the nature of the shell on the size of nanocapsules.*

**Key words:** vitamin D, shell, nanocapsules, self-organization, NTA.

**Krolevets Alexander Alexandrovich**  
Federal State Autonomous Educational Institution of  
Higher Professional Education "Belgorod State  
National Research University"

(The National Research University "Belgorod State  
University" / "BelSU")

Doctor of chemical Sciences, senior research fellow  
85, Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

Tel\Fax: +7 4722 30-10-12e-mail: info@bsu.edu.ru

**Shkondin Egor Andreevich**

Federal State Autonomous Educational Institution of  
Higher Professional Education "Belgorod State  
National Research University"

(The National Research University "Belgorod State  
University" / "BelSU")

Student

85, Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

Tel\Fax: +7 4722 30-12-11e-mail: info@bsu.edu.ru

**Myachikova Nina Ivanovna**

Federal State Autonomous Educational Institution of  
Higher Professional Education "Belgorod State  
National Research University"

(The National Research University "Belgorod State  
University" / "BelSU")

PhD, Associate Professor

85, Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

Tel\Fax: ++7 4722 30-10-12e-mail: info@bsu.edu.ru

**УДК 664.65**

**Е.В. Крюкова**

## **РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ**

*В статье рассмотрена возможность применения молочной сыворотки в производстве хлеба пшеничного из муки первого сорта. Представлена подробная характеристика вносимой сыворотки в*

*XIII международная научно-практическая конференция «Пища. Экология. Качество»*