



## ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО БЕТУЛИНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 620.3:615.214.24

*Авторы: Кролевец А.А., профессор кафедры технологии продуктов питания, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», старший научный сотрудник, д-р химич. Наук; Мячикова Н.И., заведующая кафедрой технологии продуктов питания, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», доцент, канд. техн. наук, Гребенник М.М., техник кафедры технологии продуктов питания, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»; Андреевков В.С., студент 5 курса, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»),*

**В работе приведены данные по использованию наноструктурированного бетулина при производстве кисломолочных функциональных продуктов питания (йогурт, кефир, ряженка, сметана). С помощью метода анализа траектории частиц (метод NTA) определены размеры наноструктурированного бетулина, которые существенно зависят от природы оболочки. Так, наименьший размер имеют частицы в натрий карбоксиметилцеллюлозе – 118 нм, а наибольший размер – 656 нм в ксантановой камеди.**

**Ключевые слова:** наноструктурированный бетулин, метод NTA, функциональные продукты, йогурт, кефир, ряженка, сметана.

**В**ажное место в современной пищевой технологии принадлежит развитию функционального питания, под которым подразумевается использование таких продуктов естественного происхождения, которые при систематическом употреблении оказывают регулирующее воздействие на организм в целом или на его определенные системы и органы. В соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 [5] «Функциональный пищевой продукт — специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового на-

селения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов».

Молоко и молочные продукты являются одними из важнейших продуктов питания для детей и взрослого населения нашей страны. Именно поэтому обогащение молока и молочных продуктов витаминами, минеральными

ми веществами можно рассматривать как наиболее надежный способ ликвидации дефицита этих микронутриентов в питании населения. При этом содержание микронутриентов в обогащенном продукте должно удовлетворять не менее 15–30 % (оптимально 30–50 %) средней суточной потребности [7].

Вместе с тем анализ отечественной и зарубежной литературы свидетельствует о том, что на сегодняшний день мало уделяется внимания вопросам разработки технологий специализированных продуктов питания с направленными физиолого-биохимическими свойствами, повышенной пищевой и биологической ценностью. Поэтому разработка технологии кисломолочных комбинированных продуктов для функционального питания является важным и актуальным направлением научных исследований.

В последние годы в пищевой промышленности широко используются нанотехнологии для получения функциональных продуктов [6]. Известно, что нанобъекты обладают высокой биодоступностью. Это используется в медицине и фармакологии. Размер капсул, содержащих биологически активные соединения, имеет существенное значение для их физиологической активности в организме [9]. На примере многих лекарственных веществ было показано, что уменьшение размеров частиц приводит к изменению биодоступности и эффективности [8]. В литературе отсутствуют сведения и свойства наноструктурированного бетулина.

В данной статье приводятся сведения по применению наноструктурированного бетулина при производстве функциональных продуктов питания на примере кисломолочных продуктов (йогурты, кефиры, ряженки, сметаны).

Материалы и методика исследования. Бетулин — это природный продукт, получаемый из березы. Представляет собой кристаллическое вещество, практически нерастворимое в воде, что не позволяет применять его в кисломолочных продуктах, а также именно это свойство приводит к малой биосвояемости в организме.

Изучение острой токсичности показало, что бетулин не является токсичным веществом, не проявляет аллергенных свойств, не обладает ни эмбриолетальным, ни тератогенным действием, а также не влияет на развитие плацент. При хроническом введении бетулина на протяжении 30 суток не выявлены какие-либо токсикологические эффекты. Вместе с тем, он обладает антиоксидантами и, следовательно, противоопухолевыми свойствами.

В качестве оболочек использовали альгинат натрия, ксантановую камедь, конжаковую камедь, агар-агар, желатиновую камедь, натрий карбоксиметилцеллюлозу, цитрусовый пектин и каррагинан.

Измерения проводили на мультипараметрическом анализаторе наночастиц Nanosight LM0 производства Nanosight Ltd (Великобритания) в конфигурации HS-BF (высококонтрастная видеочасть Andor Luca, полупроводниковый лазер с длиной волны 405 нм и мощностью 45 мВт). Прибор основан на методе Анализа траекторий наночастиц (Nanoparticle Tracking Analysis, NTA), описанном в ASTM E2834.

Оптимальным разведением для разведения было выбрано 1: 100. Для измерения были выбраны параметры прибора: Camera Level = 16, Detection Threshold = 10 (multi), Min Track Length: Auto, Min Expected Size: Auto, длительность единичного измерения 215 сек, использование шприцевого насоса.

Таблица 1

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

Оболочка	Параметр			
	Средний размер, нм	D10, нм	D50, нм	D90, нм
Альгинат натрия	263,4	25,0	98,6	768,4
Ксантановая камедь	655,9	284,2	586,6	1211,1
Конжаковая камедь	189,4	41,1	94,7	339,9
Агар-агар	164,1	52,2	95,6	243,2
Геллановая камедь	168,2	25,0	52,2	390,9
Натрий карбоксиметилцеллюлоза	118,1	25,0	65,7	210,7
Цитрусовый пектин	365,4	128,2	324,1	543,4
Каррагинан	192,1	18,5	107,6	429,8

Результаты и их обсуждение. Результаты измерений размера частиц наноструктурированного бетулина в различных оболочках приведены в таблице 1.

Таким образом, данные таблицы 1 показывают, что размеры наноструктурированного бетулина существенно зависят от природы оболочки. Так, наименьший размер частиц наблюдают при использовании в качестве оболочки натрия карбоксиметилцеллюлозы – 118 нм, а наибольший размер частиц наблюдается при использовании ксантановой камеди – 655,9 нм. При этом

у трех оболочек 10 % частиц имеют размер 25,0 нм (альгинат натрия, геллановая камедь и натрий карбоксиметилцеллюлоза). Эти данные говорят о том, что именно в этих оболочках бетулин будет наиболее усваиваем.

Технология получения кисломолочных продуктов состояла в том, что в процессе заквашивания добавляли 30–50 мг наноструктурированного бетулина на 1 литр молока. Результаты исследования показателей качества кисломолочных продуктов с нанобетулином представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Характеристика	Йогурт	Кефир	Ряженка	Сметана
Продолжительность сквашивания, час	6	8	8	9
Активная кислотность, рН	4,7-4,8	4,7-4,9	80-85*	75-80*
Продолжительность хранения, сут.	14	14	15	14

\*Кислотность, °Т

Таблица 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ  
С НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМ БЕТУЛИНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОБОЛОЧКАХ

Оболочка	Показатель	Характеристика			
		Йогурт	Кефир	Ряженка	Сметана
Альгинат натрия	Внешний вид, консистенция	Сгусток однородный, в меру вязкий	Сгусток однородный, в меру вязкий	Однородная с ненарушенным сгустком без газообразования жидкость	Однородная густая масса с глянцевои поверхностью
	Вкус и запах	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Чистые кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации	Чистые кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
	Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Ксантановая камедь	Внешний вид, консистенция	Сгусток однородный, в меру вязкий	Сгусток однородный, в меру вязкий	Однородная с ненарушенным сгустком без газообразования жидкость	Однородная густая масса с глянцевои поверхностью
	Вкус и запах	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Чистые кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации	Чистые кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
	Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Конжаковая камедь	Внешний вид, консистенция	Сгусток, однородный, в меру вязкий	Сгусток однородный, в меру вязкий	Однородная с ненарушенным сгустком без газообразования жидкость	Однородная густая масса с глянцевои поверхностью
	Вкус и запах	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Чистые кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации	Чистые кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
	Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе

Оболочка	Показатель	Характеристика			
		Йогурт	Кефир	Ряженка	Сметана
Агар-агар	Внешний вид, консистенция	Сгусток однородный, в меру вязкий	Сгусток однородный, в меру вязкий	Однородная с ненарушенным сгустком без газообразования жидкость	Однородная густая масса с глянцевои поверхностью
	Вкус и запах	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Чистые кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации	Чистые кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
	Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Геллановая камедь	Внешний вид, консистенция	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Сгусток однородный, в меру вязкий	Однородная с ненарушенным сгустком без газообразования жидкость	Однородная густая масса с глянцевои поверхностью
	Вкус и запах	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Чистые кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации	Чистый, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
	Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Натрий карбоксиметилцеллюлоза	Внешний вид, консистенция	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Сгусток однородный, в меру вязкий	Однородная с ненарушенным сгустком без газообразования жидкость	Однородная густая масса с глянцевои поверхностью
	Вкус и запах	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Чистые кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации	Чистый, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
	Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе

Оболочка	Показатель	Характеристика			
		Йогурт	Кефир	Ряженка	Сметана
Цитрусовый пектин	Внешний вид, консистенция	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Сгусток однородный, в меру вязкий	Однородная с ненарушенным сгустком без газообразования жидкость	Однородная густая масса с глянцевои поверхностью
	Вкус и запах	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Чистые кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации	Чистые кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
	Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Каррагинан	Внешний вид, консистенция	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Сгусток однородный, в меру вязкий	Однородная с ненарушенным сгустком без газообразования жидкость	Однородная густая масса с глянцевои поверхностью
	Вкус и запах	Выраженный кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Кисломолочный, с легким сладковатым вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Чистые кисломолочные, с выраженным привкусом пастеризации	Чистые кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
	Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе

Таким образом, проведенное исследование показывает, что полученные с добавлением наноструктурированного бетулина кисломолочные продукты по физико-химическим и органолептическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ 1-4. Но при этом еще и могут быть отнесены к функциональным продуктам питания лечебного и профилактического назначения за счет содержания наноструктурированного бетулина.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 31452-2012. Сметана. Технические условия. – Введ. 2013-07-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098818>.
2. ГОСТ 31454-2012. Кефир. Технические условия. – Введ. 2013-07-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-31454-2012>.
3. ГОСТ 31455-2012. Ряженка. Технические условия. – Введ. 2013-07-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-31455-2012>.
4. ГОСТ 31981-2013. Йогурты. Общие технические условия. – Введ. 2014-05-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200107778>.
5. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения (с Изменением №1). – Введ. 2006-07-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200039951>.
6. Свойства нанокапсулированного элеутерококка / А. А. Кролевец, М. Л. Воронцова, О. И. Кутина, В. К. Кирничная // Товаровед продовольственных товаров. – 2016. – № 4. – С. 13-17.
7. Шерстобитов, В. В. Молочн. пром., 2003, № 1, с. 53.
8. Vidhyalakshmi R., Bhakyaraj R., Subhasree R.S. – A Review // Advances in Biological Research. Vol. 3-4. 2009. P. 96-103.
9. Patent 20110223314 United States, International Class B05D 7/00 20060101 B05D007/00. Efficient Microencapsulation. ZHANG; Xiaoxiao; (Honolulu, HI); Garmire; David; (Honolulu, HI); Ohta; Aaron; (Honolulu, HI). Serial No.: 045244. Filed: March 10, 2011.

#### НОВОСТИ

### РЕСТОРАН, ГДЕ ВСЕ БЛЮДА СОДЕРЖАТ ШОКОЛАД

Представьте себе ресторан, где все блюда сделаны из шоколада. Нет, речь идет не о походе в кондитерскую, а о полноценном заведении, где не только десерты и коктейли, но даже основные блюда и супы приготовлены с добавлением шоколада. Такой ресторан под названием Chocolate Lab открыл в Денвере (США) Фил Саймонсон. Каждый пункт в меню Chocolate Lab включает шоколад – здесь можно отведать шоколадную пасту лингвини с курицей, французский луковый суп с горьким шоколадом, ризотто с креветками и белым шоколадом, гамбургер со свининой и шоколадным соусом, шоколадное пиво и многое другое. Ранее ресторан Chocolate Lab представлял собой весьма известный магазин по продаже сладостей, но амбициозный Фил Саймонсон решил превратить его в заведение общепита, сохранив при этом очарование исходного пространства. Цель мужчины состояла в том, чтобы объединить шоколад с неожиданными продуктами, которые на самом деле отлично дополняют друг друга.

<http://kedem.ru/>