



DOI 10.33920/igt-2107-05

УДК 620.3:615.214.24

СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО СУХОГО ЭКСТРАКТА БАДАНА (*BERGENIA CRASSIFOLIA*) И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

А.А. Кролевец, д-р хим. наук, академик РАН, профессор кафедры технологии продуктов питания, заведующий лабораторией «Синтез микро- и наноструктур» ОУ ВО «Региональный открытый социальный институт»

Н.И. Мячикова, канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой технологии продуктов питания ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

О.В. Биньковская, канд. биол. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

С.Г. Глотова, доцент кафедры технологии продуктов питания и товароведения ЧОУ ВО «Региональный открытый социальный институт»

К.М. Семичев, магистрант кафедры технологии продуктов питания ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

Е.М. Мамаева, студентка кафедры технологии продуктов питания и товароведения ЧОУ ВО «Региональный открытый социальный институт»

В работе приведены свойства наноструктурированного сухого экстракта бадана (самоорганизация) и определены размеры нанокапсул с применением метода NTA. Наименьший средний размер составляет 118 нм в каппа-каррагинане, а наибольший — 273 нм в альгинате натрия при соотношении «ядро : оболочка» 1:1. В отношении коэффициента полидисперсности было показано, что в альгинате натрия, гуаровой камеди и каппа-каррагинане он составляет 2,73–6,58, что соответствует эллипсоидной форме, а в натрий карбоксиметилцеллюлозе этот коэффициент уже составляет 1,1–1,3, что соответствует шаровидной форме, хотя сами размеры намного больше. Полученные соединения были использованы в различных функциональных продуктах питания.

Ключевые слова: нанокапсулы, сухой экстракт бадана, самоорганизация, метод NTA, кисломолочные продукты, мармелад, хлебобулочные изделия.

THE PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED DRY EXTRACT OF BERGENIA (*BERGENIA CRASSIFOLIA*) AND ITS USE IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS

A.A. Krolevets, PhD in Chemistry, member of the RANS, professor of the Department of Food Technology, head of the Laboratory of Synthesis of Micro- and Nanostructures, Regional Open Social Institute

N.I. Myachikova, PhD Candidate in Engineering, associate professor, head of the Department of Food Technology, Belgorod State National Research University

O.V. Binkovskaya, PhD Candidate in Biology, associate professor of the Department of Food Technology, Belgorod State National Research University

S.G. Glotova, associate professor of the Department of Food Technology and Commodity Science, Regional Open Social Institute

K.M. Semichev, student of the Department of Food Technology, Belgorod State National Research University

E.M. Mamaeva, student of the Department of Food Technology and Commodity Science, Regional Open Social Institute

The paper presents the properties of a nanostructured dry extract of bergenia (self-organization and the size of nanocapsules are determined using the NTA method). The smallest average size is 118 nm in kappa-carrageenan, and the largest is 273 nm in sodium alginate with a "core : shell" ratio of 1:1. With regard to the polydispersity coefficient, it was shown that in sodium alginate, guar gum and kappa-carrageenan it is 2.73–6.58, which corresponds to the ellipsoid form, while in sodium carboxymethyl-cellulose this coefficient is 1.1–1.3, which corresponds to a spherical shape, although the dimensions themselves are much larger. The resulting compounds have been used in a variety of functional foods.

Keywords: nanocapsules, dry extract of bergenia, self-organization, NTA method, fermented milk products, marmalade, bakery products.

ВВЕДЕНИЕ

Бадан толстолистный, или камнеломка толстолистная, или монгольский чай (лат. *Bergénia crassifólia*), — многолетние травянистые растения, типовой вид рода бадан (*Bergenia*) семейства камнеломковые (*Saxifragaceae*).

Растение требовательно к воде, очень теневыносливо; переносит кислые торфяные почвы.

Листья и корневища бадана содержат много полезных веществ, благодаря чему он и заслужил широкое признание не только в народной медицине, но и в официальной. Целебные свойства растения обусловлены его богатым химическим составом.

В листьях бадана содержатся галльская кислота, эллаговая кислота, танины, гидрохинон, арбутин, железо, медь. Корни растения богаты крахмалом, полифенолами, танидами, декстрином, танинами, сахарозой, глюкозой, флубафеном, кальцием, гликозидами, аскорбиновой кислотой, железом, медью, марганцем.

В корнях и листьях бадана содержится эфирное масло. Благодаря своему многогранному составу бадан снимает воспалительные процессы, способен остановить кровотечение, оказывает вяжущее и противобактериальное действие, способен предотвратить инфекции мочеполовой системы.

Показаниями к применению для лечения служат:

- ревматизм;
- туберкулез;
- пневмония;
- ОРЗ и ОРВИ;
- заболевания щитовидной железы (зоб);
- головная боль;
- энтероколит;
- эрозия шейки матки;
- миома матки;
- обильные кровотечения при менструации;
- стоматит;
- гингивит;
- периодонтит;
- дизентерия;
- диарея.

В работе [1] было проведено изучение листьев бадана на систему митохондриального окисления головного мозга крыс в норме и при гипоксическом воздействии. Впервые по кинетическим характеристикам восстановления НАД показано, что профилактическое введение экстракта листа бадана толстолистного крысам препятствует нарушению энергетического обмена головного мозга при нормобарической гиперкапнической и циркуляторной гипоксии. Введение препарата на 14-е сутки после гипоксической травмы предотвращало развитие постгипоксической энцефалопатии, способствовало

восстановлению кинетических параметров системы энергопродукции МХ головного мозга.

Выявлена антирадикальная активность экстракта листа бадана толстолистного. Обосновано применение экстракта листа бадана толстолистного в качестве антиоксиданта.

В литературе описаны попытки использования бадана в пищевой промышленности [2]. В диссертациях [3; 4] исследовалась возможность использования листьев бадана в производстве копчено-вареных мясных и комбинированных мясопродуктов. Однако сведений по использованию наноструктурированного сухого экстракта бадана в литературе не найдено и свойства его не описаны, что и явилось целью данной работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование самоорганизации нанокапсул проводили следующим образом. Порошок наноструктурированного сухого экстракта бадана растворяли в воде, каплю наносили на предметное

стекло и выпаривали. Высушенную поверхность исследовали на микроскопе «Микромед 3» вар. 3-20. На этом же приборе получена микрофотография с самоорганизацией, которая представлена на рис. 1.

Измерения размеров наноструктурированного сухого экстракта бадана проводили на мультипараметрическом анализаторе наночастиц Nanosight LM10 производства Nanosight Ltd (Великобритания) в конфигурации HS-BF (высококонтрастная видеокамера 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 соотношением 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 с, использование шприцевого насоса (рис. 2, 3).



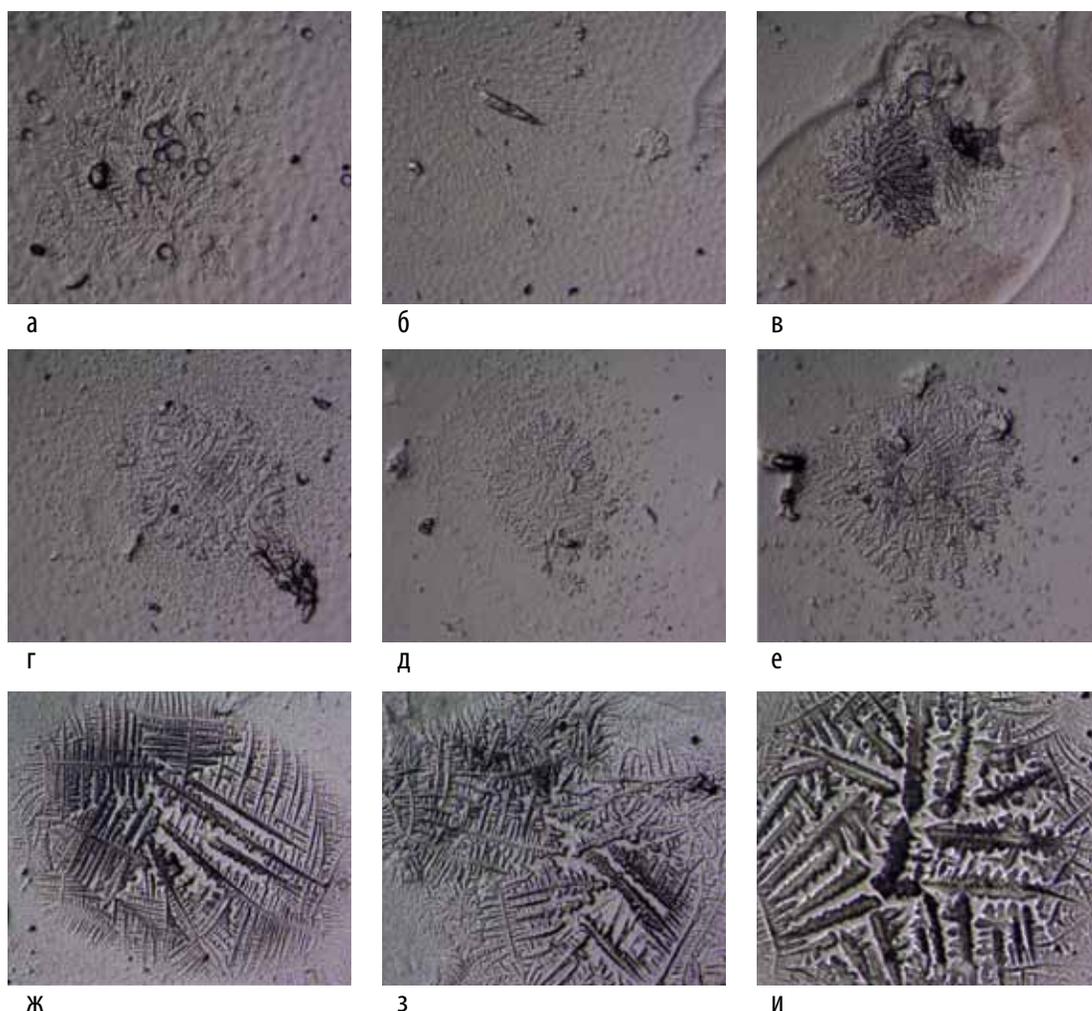


Рис. 1. Изображение с микроскопа самоорганизации наноструктурированного сухого экстракта бадана с увеличением в 400 раз:

- а) в альгинате натрия, соотношение «ядро : оболочка» 1:1, концентрация 0,125%;
 б) в альгинате натрия, соотношение «ядро : оболочка» 1:2, концентрация 0,125%;
 в) в альгинате натрия, соотношение «ядро : оболочка» 1:3, концентрация 0,125%;
 г) в гуаровой камеди, соотношение «ядро : оболочка» 1:1, концентрация 0,125%;
 д) в гуаровой камеди, соотношение «ядро : оболочка» 1:2, концентрация 0,125%;
 е) в гуаровой камеди, соотношение «ядро : оболочка» 1:3, концентрация 0,125%;
 ж) в каппа-каррагинане, соотношение «ядро : оболочка» 1:1, концентрация 0,125%;
 з) в каппа-каррагинане, соотношение «ядро : оболочка» 1:2, концентрация 0,125%;
 и) в каппа-каррагинане, соотношение «ядро : оболочка» 1:3, концентрация 0,125%

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как видно из рис. 1, образование нанокапсул происходит спонтанно за счет нековалентных взаимодействий, и это говорит о том, что для них характерна самосборка. Представленные структуры являются упорядоченными, значит, они обладают самоорганизацией.

Поскольку в водном растворе нанокапсул при их достаточно низкой кон-

центрации обнаружены фрактальные композиции, они обладают самоорганизацией. Образование нанокапсул происходит спонтанно за счет нековалентных взаимодействий, и это говорит о том, что для них характерна самосборка.

На рис. 1 представлены самоподобные объекты, инвариантные относительно локальных дилатаций, то есть фракталы. Известно, что фракталы являются



Рис. 2. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул сухого экстракта бадана в альгинате натрия (соотношение «ядро : оболочка» 1:1)

естественным заполнением множеств между известными евклидовыми объектами с целочисленными размерностями. Наличие фрактала указывает на возможность получения совершенно другого полимера при практически неизменном составе макромолекулы. Этот «новый полимер» будет иметь другие молеку-

лярные характеристики и отличающуюся надсегментальную структуру.

Как видно из таблиц 1–12, наименьший средний размер составляет 118 нм в каппа-каррагинане, а наибольший — 273 нм в альгинате натрия при соотношении «ядро : оболочка» 1:1. В отношении коэффициента полидисперсности карти-



Рис. 3. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул сухого экстракта бадана в альгинате натрия (соотношение «ядро : оболочка» 1:2)



Рис. 4. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул сухого экстракта бадана в альгинате натрия (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)

на вырисовывается другая. Если в альгинате натрия, гуаровой камеди и каппа-каррагинане он составляет 2,73–6,58, что соответствует эллипсоидной форме, то в натрий карбоксиметилцеллюлозе этот коэффициент уже составляет 1,1–1,3, что соответствует шаровидной форме, хотя сами размеры намного больше.



Рис. 5. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул сухого экстракта бадана в гуаровой камеди (соотношение «ядро : оболочка» 1:1)

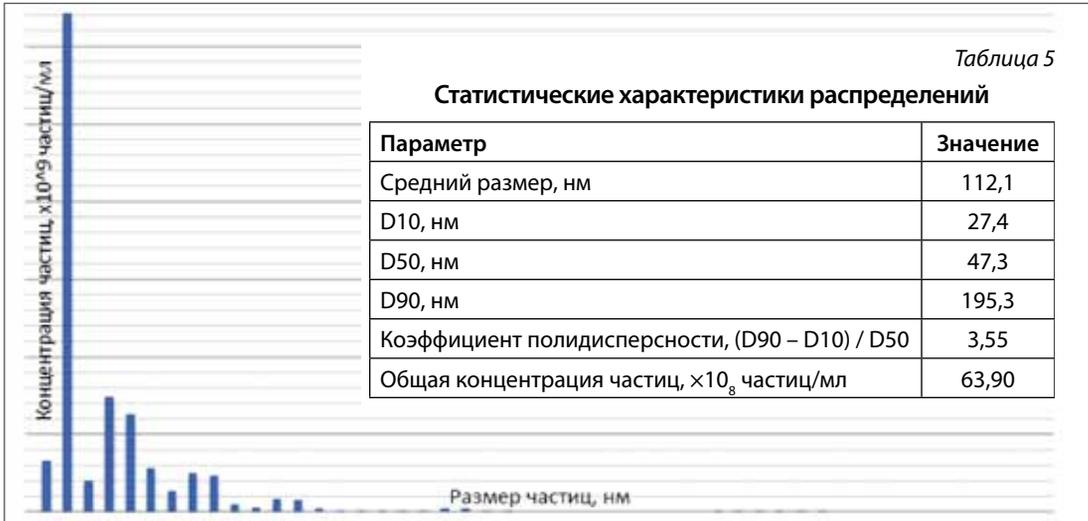


Рис. 6. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул сухого экстракта бадана в гуаровой камеди (соотношение «ядро : оболочка» 1:2)



Рис. 7. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул сухого экстракта бадана в гуаровой камеди (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)



Рис. 8. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул сухого экстракта бадана в каппа-каррагинане (соотношение «ядро : оболочка» 1:1)



Рис. 9. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул сухого экстракта бадана в каппа-каррагинане (соотношение «ядро : оболочка» 1:2)



Рис. 10. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул сухого экстракта бадана в каппа-каррагинане (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)

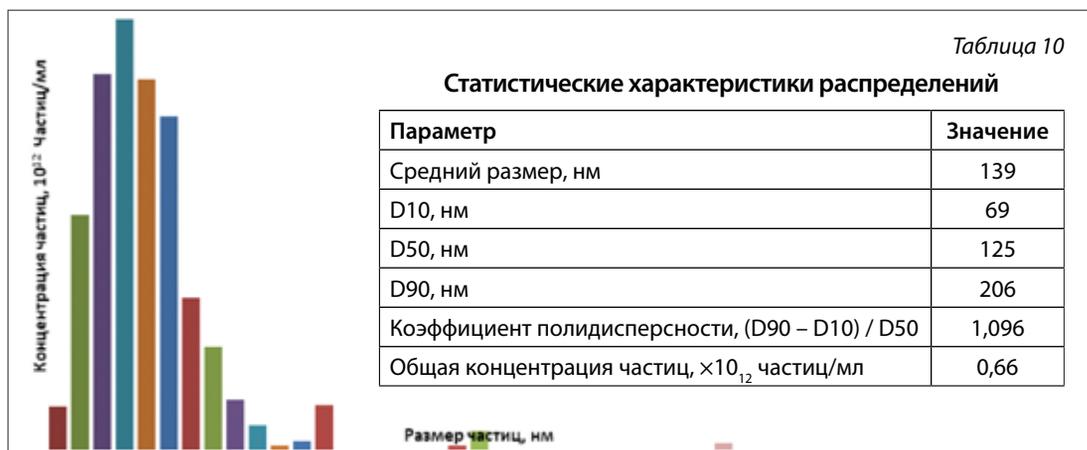


Рис. 11. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул сухого экстракта бадана в натрий карбоксиметилцеллюлозе (соотношение «ядро : оболочка» 1:1)

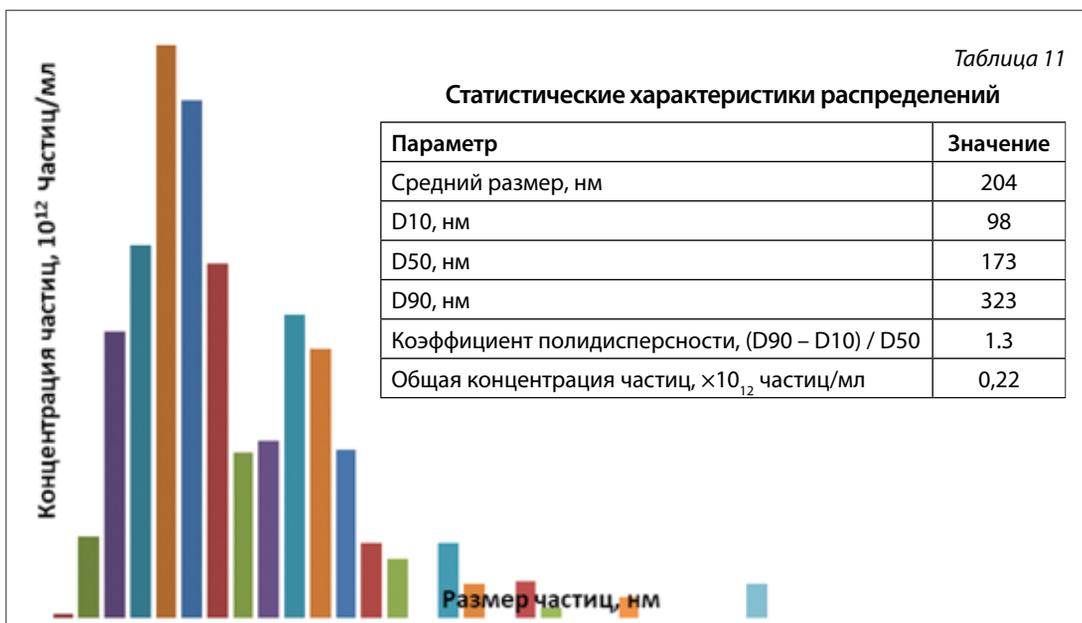


Рис. 12. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул сухого экстракта бадана в натрий карбоксиметилцеллюлозе (соотношение «ядро : оболочка» 1:2)

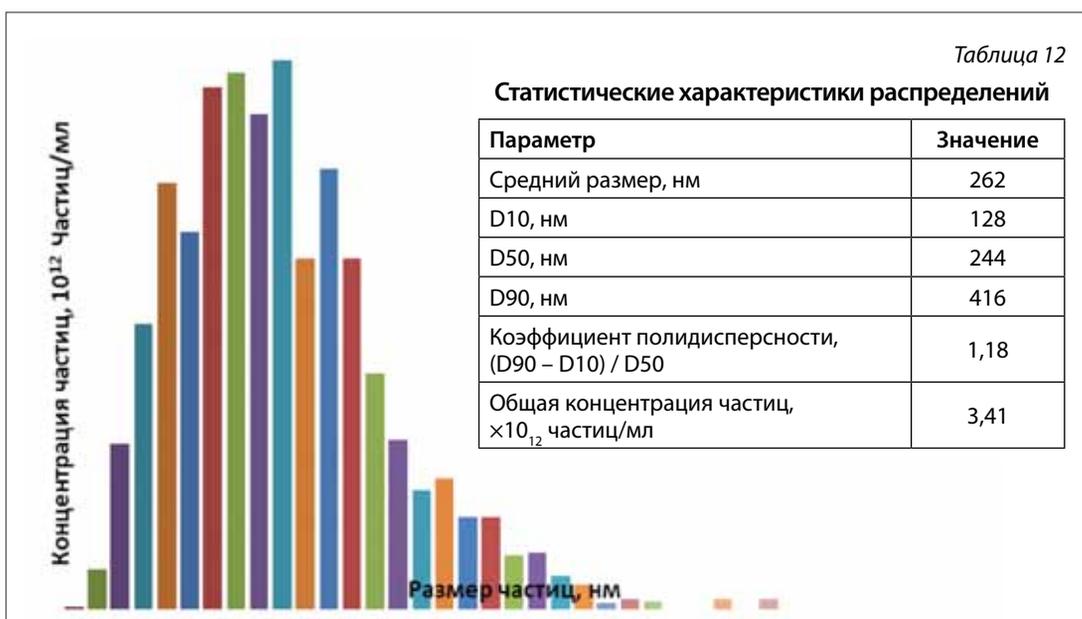


Рис. 13. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул сухого экстракта баданав натрий карбоксиметилцеллюлозе (соотношение «ядро : оболочка» 1:3)

Полученные наноструктурированные сухие экстракты бадана были использованы для получения мармелада, мороженого и хлебобулочных изделий.

1. Мармелад

Органолептические и физико-химические показатели готового сырья приведены в таблице 13.

2. Мороженое

Продукт имеет следующие свойства: кислотность 20°Т, вкус и запах — чистые, характерные для данного вида мороженого, без посторонних привкусов и запахов; консистенция плотная; структура однородная; цвет равномерный по всей массе; взбитость мороженого — 100%.

Таблица 13

Органолептические и физико-химические показатели мармелада

Органолептические и физико-химические показатели качества мармелада	Готовый мармелад
Вкус	Свойственный данному виду мармелада
Цвет	Светло-желтый, свойственный яблочному пюре
Запах	Свойственный данному виду мармелада, без постороннего запаха
Поверхность	Блестящая, ровная
Консистенция	Студнеобразная, нежная
Кислотность, град	5,6

3. Хлеб

Готовый хлеб характеризуется следующими показателями качества: хлеб имеет поверхность корки ровную, светло-золотистого цвета; цвет мякиша белый равномерный; эластичность хорошая, пористость мелкая, равномерная, тонкостенная, вкус сладковатый (табл. 14–16).

ВЫВОДЫ

В результате проведенной работы были впервые изучены наноструктурированные сухие экстракты бадана в различных оболочках и показано, что данные препараты по своим характеристикам (размеры наночастиц) и биологическим свойствам вполне могут быть перспективными для использования в



Таблица 14

Внешний вид хлеба

Форма	Поверхность корки	Цвет корки
Правильная	Ровная, без подрывов	Равномерный, очень светло-золотистый

Таблица 15

Состояние мякиша

Цвет	Равномерность окраски	Эластичность	Пористость
Белый	Равномерная	Хорошая	Мелкая
Вкус	Хруст	Комкуемость при разжевывании	Крошковатость
Приятный	Отсутствует	Отсутствует	Не крошащийся

Таблица 16

Физико-химические показатели

Влажность, %	Кислотность, град	Пористость, %
38,5–39,8	1,8–1,9	68–72

качестве пищевой добавки для производства функциональных продуктов питания лечебного назначения.

Библиографический список

1. Смирнова Н.Б. Церебропротекторное действие экстракта листа бадана толстолистного при гипоксии головного мозга крыс: Автореф. дис. канд. мед. наук. — Томск, 1999. — 20 с.: ил.

2. Бугдаева Н.П., Дамбаев Б.Д., Ешеева В. Способы использования листьев бадана толстолистного в пищевой промышленности // Современные наукоемкие технологии. — 2005. — № 4. — С. 62.

3. Цырендоржиева С.В. Разработка путей использования черных листьев бадана в производстве копчено-вареных мясных изделий: Дис. канд. техн. наук. — 2002.

4. Доржиева В.В. Получение и применение экстракта красных листьев *Bergenia*

Grassifolia (L.) Fritsch в производстве комбинированного мясопродукта: Дис. канд. техн. наук. — 2009.

References

1. Smirnova N.B. Cerebroprotective effect of the bergamis leaf extract in rat brain hypoxia: abstract of thesis. candidate of medical sciences: Tomsk, 1999. — 20 p.: ill.

2. Bugdaeva N.P., Dambaev B.D., Yesheeva V. Methods of using leaves of thick-leaved bergenia in the food industry — Modern science-intensive technologies, 2005, No. 4, p. 62.

3. Tsyrendorzhieva S.V. Development of ways to use black berry leaves in the production of smoked and cooked meat products. — Diss. for Candidate of Technical Sciences, 2002.

4. Dorzhieva V.V. Obtaining and using the extract of red leaves of *Bergenia Grassifolia* (L.) Fritsch in the production of a combined meat product. — Diss. to apply for an account. Art. PhD, 2009.

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

АВСТРАЛИЙЦЫ МОГУТ ОБМЕНЯТЬ СОЛНЕЧНУЮ ЭНЕРГИЮ НА ПИВО

Австралийская пивоваренная компания запустила *Solar Exchange* — новую программу, которая позволяет любителям пива обменивать свою избыточную солнечную энергию на пиво *Victoria Bitter* с доставкой до дома. Программа обмена солнечными батареями была разработана в партнерстве с пятизвездочным розничным продавцом энергии *Diamond Energy* и *Power Ledger*, программной платформой на основе блокчейна, которая позволяет торговать электроэнергией, а также обменивать участникам кредит по счету за электроэнергию, полученный от производства излишков солнечной энергии дома, на баночное пиво *VB*. Компания планирует к 2025 году полностью перейти работать на 100% возобновляемой электроэнергии и помочь австралийцам максимально эффективно использовать солнечную энергию с помощью этой инновационной программы.

kedem.ru

В ЯПОНИИ МОЖНО ПЕРЕКУСИТЬ НА БОРТУ САМОЛЕТА, НЕ ОТРЫВАЯСЬ ОТ ЗЕМЛИ

Весной японская авиакомпания запустила акцию, предлагая свои припаркованные самолеты в качестве «крылатых ресторанов», чтобы компенсировать отсутствие поездок из-за пандемии. Во время обеда пассажиры будут сидеть на борту самолета *Boeing 777-300ER*, припаркованного в токийском аэропорту Ханэда. Еда первого класса обойдется в 540 долларов (41 716 руб.), в то время как обед в бизнес-классе стоит 270 долларов (20 858 руб.). В меню имеются варианты в японском или западном стиле, последнее дает выбор между мясом или рыбой. И еще одно выгодное предложение, входящее в стоимость обеда, — все блюда подаются с бесконечными бокалами вина или шампанского.

kedem.ru