



DOI 10.33920/igt-01-2011-02

УДК 620.3:615.214.24

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ЭКСТРАКТА АРАЛИИ МАНЬЧЖУРСКОЙ В МАРМЕЛАДЕ

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

Н.И. Мячикова, доцент, канд. техн. наук, зав. 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;

Т.В. Грошева, студент кафедры технологии продуктов питания, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»;

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

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

В работе приведены свойства наноструктурированного экстракта аралии маньчжурской, определены самоорганизация и размеры частиц с помощью метода НТА. Показано, что наименьший размер нанокapsул в альгинате натрия (191 нм), а наибольший размер в ксантановой камеди (427 нм). Использование наноструктурированного экстракта аралии маньчжурской при производстве мармелада показало, что он может быть использован для получения функциональных продуктов питания.

Ключевые слова: наноструктурированный экстракт аралии маньчжурской, самоорганизация, метод НТА, мармелад.

THE APPLICATION OF NANOSTRUCTURED EXTRACT OF MANCHURIAN ARLIA IN MARMALADE

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, PEI HE Regional Open Social Institute;

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

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

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

T.V. Grosheva, student of the Department of Food Technology, FSAEI HE Belgorod State National Research University;

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

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

The paper presents the properties of nanostructured extract of Manchurian aralia; self-organization and particle size are determined using the NTA method. It is demonstrated that the smallest size of nanocapsules is in sodium alginate (191 nm), and the largest size is in xanthan gum (427 nm). The use of nanostructured Manchurian aralia extract in the production of marmalade has shown that it can be used to manufacture functional food products.

Keywords: nanostructured extract of Manchurian aralia, self-organization, NTA method, marmalade.

В корнях аралии содержатся белки, крахмал, углеводы, эфирное масло, минеральные соединения, незначительное количество алкалоидов, тритерпеновые пентациклические сапонины — аралозиды А, В и С (гликозиды олеаноловой кислоты).

Галеновые препараты аралии оказывают возбуждающее действие на центральную нервную систему. Так же отмечены гонадотропное действие, стимулирование дыхания, кардиотонический и антистрессорный эффекты препаратов из аралии.

В народной медицине средства из Аралии маньчжурской нашли применение при общей слабости после перенесенных организмом заболеваний, при импотенции, сахарном диабете, нервном, физическом и умственном истощении, депрессии, для лечения посттравматических состояний. Они усиливают функциональную активность ЦНС, повышают защитные силы организма и его устойчивость к нервным стрессам, инфекциям, отравляющему действию токсинов, гипоксии и другим неблагоприятным факторам. Кроме этого, они обладают способностью снижать концентрацию глюкозы и липопротеидов в крови. Отвар корней растения эффективен при простуде, диабете, патологиях органов пищеварительного тракта, воспалениях в полости рта, болезнях почек, энурезе. Аралия также применяется при заболеваниях кожных покровов, обусловленных нарушениями обмена веществ. При приеме средств из нее у человека наблюдается: улучшение самочувствия; нормализация показателей АД и сосудистого тонуса; улучшение аппетита; улучшение обмена веществ; нормализация сна; повышение работоспособности; облегчение сердечных и головных болей.

Применение в пищевой промышленности: разработана технология получения безалкогольного пива с добавле-

нием аралии маньчжурской. Ее также предложено применять при изготовлении диетических продуктов питания, обладающих защитными, общеукрепляющими и адаптогенными свойствами.

В качестве традиционного продукта питания в данном исследовании нами был выбран мармелад, являющийся широко распространенным продуктом питания среди различных групп населения. Кроме того, мармелад представляет собой многокомпонентный продукт с разнообразными рецептурами, что обеспечивает возможность разработки широкого спектра рецептур новых сортов мармелада функционального назначения.

Продолжая наши исследования [1-11] по получению функциональных продуктов питания, содержащих наноструктурированные биологически активные соединения, в данной работе мы изучили наноструктурированный экстракт аралии маньчжурской и ее применение при производстве мармелада.

Самая важная особенность наноструктурированных соединений это возможность построить огромную рабочую поверхность. Главное их применение — это контролируемое освобождение веществ в определенном месте и времени.

Размеры полученных нанокapsул определяли методом NTA, а также проводились исследования супрамолекулярных свойств капсул с помощью самоорганизации.

Исследование самоорганизации микрокапсул проводили следующим образом. Порошок инкапсулированного биополимером оксида металла растворяли в воде, каплю наносили на предметное стекло и выпаривали. Высушенная поверхность исследовали на микроскопе «Микромед 3» вар. 3-20 при увеличении в 400 раз. На этом же приборе получена микрофотография с самоорганизацией, которая представлена на рисунке 1.

Исследование размеров наноструктурированного экстракта аралии мань-

чжурской проводили на мультипараметрическом анализаторе наночастиц Nanosight LM10 производства Nanosight Ltd (Великобритания) в конфигурации HS-BF (высокочувствительная 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 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 215s, использование шприцевого насоса.

Поскольку в водном растворе нанокapsул при их достаточно низкой концентрации обнаружены фрактальные композиции, они обладают самоорганизацией. Образование нанокapsул происходит спонтанно за счет нековалентных взаимодействий и это говорит о том, что для них характерна самосборка. Следовательно, наноструктурированный экстракт аралии маньчжурской обладает супрамолекулярными свойствами.

«Самосборка» включает любые виды спонтанного связывания компонентов с использованием как ковалентного, так и нековалентного взаимодействий. Самоорганизация включает взаимодействие систем, способных к спонтанному возникновению порядка в пространстве и/или во времени, пространственный (структурный) и временной (динамический) порядок как в равновесных, так и в неравновесных диссипативных структурах, затрагивает только нековалентный, супрамолекулярный уровень, приводит к образованию полимолекулярных ансамблей за счет специфически взаимодействующих актов распознавания молекулярными компонентами друг

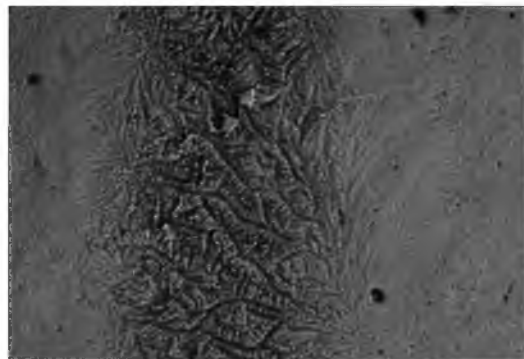
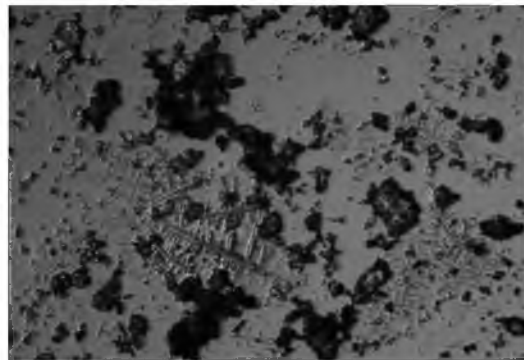
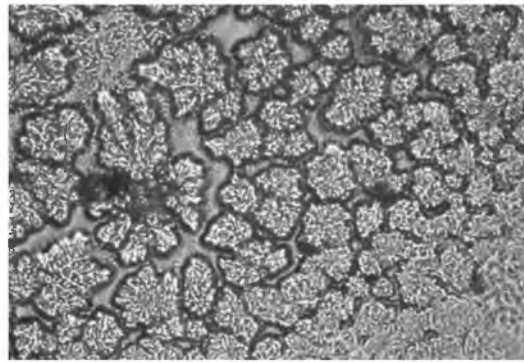


Рис. 1. Микроскопическое изображение наноструктурированного экстракта аралии маньчжурской:

- а) в альгинате натрия, соотношение ядро:оболочка 1:3, концентрация 0,25%;
- б) в каррагинане, соотношение ядро:оболочка 1:3, концентрация 0,5%;
- в) конжаковой камеди, соотношение ядро:оболочка 1:3, концентрация 0,125%;
- г) в ксантановой камеди, соотношение ядро:оболочка 1:3, концентрация 0,25%.

Таблица 1

**Статистические характеристики
распределений**

| Параметр | Значение |
|---|----------|
| Средний размер, нм | 191 |
| D10, нм | 83 |
| D50, нм | 153 |
| D90, нм | 325 |
| Коэффициент полидисперсности, (D90- D10)/D50 | 1.58 |
| Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл | 0.18 |

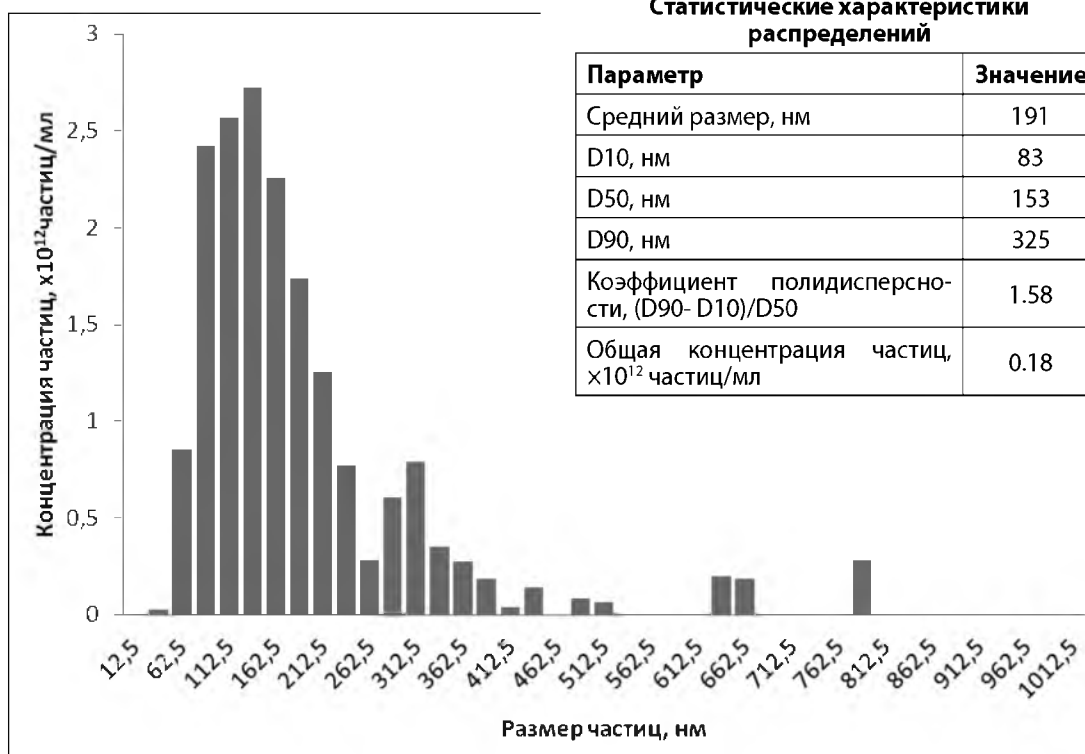


Рис. 2. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул аралии маньчжурской в альгинате натрия (соотношение ядро:оболочка 1:3)

Таблица 2

**Статистические характеристики
распределений**

| Параметр | Значение |
|---|----------|
| Средний размер, нм | 203,8 |
| D10, нм | 71,2 |
| D50, нм | 135,1 |
| D90, нм | 331,2 |
| Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50 | 1,92 |
| Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл | 5,20 |



Рис. 3. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул аралии маньчжурской в агар-агаре (соотношение ядро:оболочка 1:3)

Таблица 3

**Статистические характеристики
распределений**

| Параметр | Значение |
|---|----------|
| Средний размер, нм | 229,8 |
| D10, нм | 50,5 |
| D50, нм | 157,9 |
| D90, нм | 455,3 |
| Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50 | 2,56 |
| Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл | 55,10 |

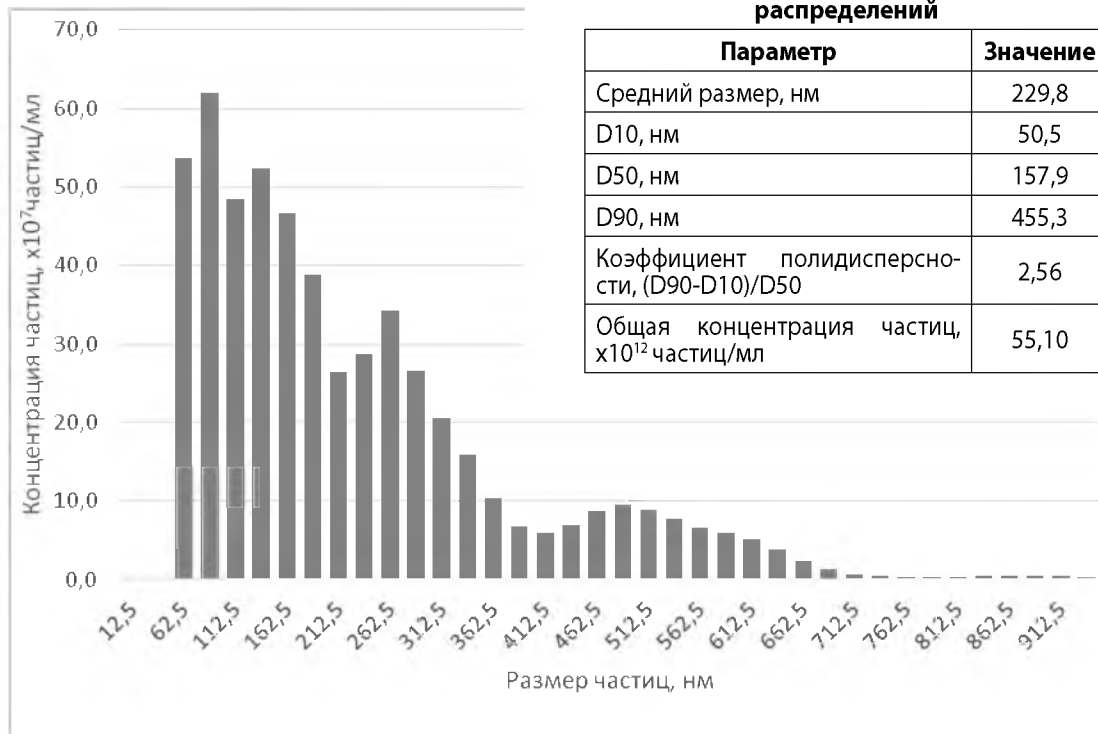


Рис. 4. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул аралии маньчжурской в цитрусовом низкоэтерифицированном пектине (соотношение ядро:оболочка 1:3)

Таблица 4

**Статистические характеристики
распределений**

| Параметр | Значение |
|---|----------|
| Средний размер, нм | 284,8 |
| D10, нм | 98,9 |
| D50, нм | 223,2 |
| D90, нм | 483,2 |
| Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50 | 1,72 |
| Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл | 5,70 |



Рис. 5. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул аралии маньчжурской в конжаковой камеди (соотношение ядро:оболочка 1:3)

Таблица 5

**Статистические характеристики
распределений**

| Параметр | Значение |
|---|----------|
| Средний размер, нм | 427,3 |
| D10, нм | 161 |
| D50, нм | 318,1 |
| D90, нм | 783,2 |
| Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50 | 1,96 |
| Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл | 8,71 |



Рис. 6. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул аралии маньчжурской в ксантановой камеди (соотношение ядро:оболочка 1:3)

Таблица 6

**Статистические характеристики
распределений**

| Параметр | Значение |
|---|----------|
| Средний размер, нм | 221,4 |
| D10, нм | 76,9 |
| D50, нм | 178,2 |
| D90, нм | 350,8 |
| Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50 | 1,54 |
| Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл | 4,68 |



Рис. 7. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул аралии маньчжурской в натрий карбоксиметилцеллюлозе (соотношение ядро:оболочка 1:3)

Таблица 7

Статистические характеристики распределений

| Параметр | Значение |
|---|----------|
| Средний размер, нм | 303,3 |
| D10, нм | 25 |
| D50, нм | 130,9 |
| D90, нм | 795,8 |
| Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50 | 5,89 |
| Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл | 59,20 |



Рис. 8. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул аралии маньчжурской в желатиновой камеди (соотношение ядро:оболочка 1:3)

друга. Чем выше степень и размерность пространственной организации фрагментов, тем с большим основанием их можно рассматривать как организованные (молекулярные слои, мембраны, мицеллы, коллоиды, жидкие кристаллы, молекулярные кристаллы). Таким образом, самоорганизация включает согласованное взаимодействие между частями и интеграцию этих взаимодействий, обуславливающие коллективное поведение системы (наблюдаемое, например, при фазовых переходах или при возникновении пространственных и временных волн).

Как видно из таблиц 1-7, коэффициент полидисперсности в каррагинане составляет 1,54-2,56, что позволяет говорить о том, что нанокапсулы экстракта аралии маньчжурской в этом случае приближаются к эллипсоидной форме. А средний размер нанокапсул существенно не зависит от природы оболочки и находится в пределах 191-427 нм, что позволяет использовать эти препараты для приготовления мармелада.

Органолептические и физико-химические показатели готового продукта приведены в таблице 8.

Таблица 8.

| 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 | 5,5-5,6 |



Выводы. Полученные в работе результаты позволяют говорить о том, что синтезированные наноструктурированные препараты на основе экстракта аралии маньчжурской обладают благоприятными размерами и мармелад, полученный на его основе является не только соответствующим ГОСТу, но и обладает функциональными свойствами.

Библиографический список

1. Кролевец А.А., Быковская Е.Е., Воронцова М.Л., Тырсин Ю.А. Супрамолекулярные свойства микрокапсул квертецина/ Тез. докладов международной конф. «Нанотехнологии в пищевой промышленности». — М., МГУПП, 2012. — С. 33-35
2. Кролевец А.А., Воронцова М.Л., Тырсин Ю.А. Исследование микрокапсул экстракта зеленого чая методом рамановской спектроскопии/ Тез. докладов международной конф. «Нанотехнологии в пищевой промышленности». — М., МГУПП, 2012. — С. 36-39.
3. Сеин О.Б., Кролевец А.А., Трубников Д.В., Челноков В.А. и др. Нанокапсулированные пробиотики, практические аспекты применения в животноводстве и ветеринарной медицины / Вестник КГСХА, 2013. — № 3. — С. 57-59
4. Наумов М.М., Кролевец А.А., Ихласова З.Д., Брусенцев И.А., Богачев И.А. Исследование микрокапсул Биобага-Д физико-химическими методами / Вестник КГСХА, 2013. — № 4. — С. 66-67.
5. Кролевец А.А., Богачев И.А., Никитин К.С., Бойко Е.Е. Влияние природы оболоч-
- ки на размер нанокапсул на примере жирорастворимых витаминов/ IV международная научно-практическая конф. «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия», 2014. — № 3(6). — С. 108-111.
6. Кролевец А.А., Богачев И.А., Хаит Е.А., Андреенков В.С. Свойства наноструктурированного адаптогена — экстракта женьшеня / НАУ, 2015. — № 2(7). — С. 149-152.
7. Кролевец А.А., Богачев И.А., Жданова О.В., Андреенков В.С. Самоорганизация нанокапсул бетулина / НАУ, 2015. — № 2(7). — С. 152-156.
8. Кролевец А.А., Богачев И.А., Жданова О.В. Исследование нанокапсул природных биологически активных соединений. Нанокапсулы унаби./ Евразийский союз ученых, 2015. — № 1(18). — Ч. 2. — С. 54-59.
9. Кролевец А.А., Богачев И.А., Хаит Е.А. Свойства наноструктурированного витамина Q10/ Educatio, 2015. — № 1(8). — Часть 2. — С. 52-55.
10. Кролевец А.А., Богачев И.А., Тырсин Ю.А., Жданова О.В., Николаева Ю.Н., Воронцова М.Л. Влияние природы оболочки на размер наноструктурированного квертецина/ VII межвед. научно-практич. конф. «Инновации в товароведении, обществ. питания и длит. хранении продов. товаров». — М. МГУПП, 2015. — С. 81-84.
11. Кролевец А.А., Андреенков В.С., Воронцова М.Л. Свойства наноструктурированных адаптогенов растительного происхождения / Educatio, 2015. — № 7(14). — Ч. 2. — С. 138-141.