



УДК 620.3:615.214.24

# СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ АДАПТОГЕНОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**А.А. Кролевец**, д-р хим. наук, профессор кафедры технологии продуктов питания, старший научный сотрудник, [a\\_krolevets@inboz.ru](mailto:a_krolevets@inboz.ru);

**Н.И. Мячикова**, канд. тех. наук, доцент, заведующая кафедрой технологии продуктов питания, [nyachikova@bsu.edu.ru](mailto:nyachikova@bsu.edu.ru);

**В.С. Андреенков**, студент 5 курса, [771696@bsu.edu.ru](mailto:771696@bsu.edu.ru),

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)

В результате проведенных исследований показано, что наноструктурированные адаптогены обладают малыми размерами: от 185 до 205 нм, 10% всех наночастиц имеют размеры 82–83 нм. Это позволяет говорить об улучшенной биоусвояемости в организме. Полученные наноструктурированные адаптогены можно использовать для получения функциональных продуктов нового поколения, в том числе для спортсменов (обходя запреты WADA), для людей, занятых тяжелым физическим трудом, а также находящихся в состоянии длительной депрессии и стресса.

Ключевые слова: адаптогены, лимонник китайский, родиола розовая, аралия маньчжурская, NTA метод.

## PROPERTIES OF VEGETABLE NANOSTRUCTURED ADAPTOGENS

**A.A. Krolevets**, Professor of the Department of Food Technology, Senior Researcher, Doctor of Chemical Sciences, [a\\_krolevets@inboz.ru](mailto:a_krolevets@inboz.ru);

**N.I. Myachikova**, Head of the Department of Food Technology, PhD, Associate Professor, [nyachikova@bsu.edu.ru](mailto:nyachikova@bsu.edu.ru);

**V.S. Andreenkov**, Student of the 5th course, [771696@bsu.edu.ru](mailto:771696@bsu.edu.ru)

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod State National Research University»

The studies have shown that nanostructured adaptogens have small sizes: from 185 to 205 nm, 10% of all nanoparticles have dimensions of 82–83 nm. This allows us to talk about improved bio-digestibility in the body. Obtained nanostructured adaptogens can be used to produce a new generation of functional products, including for athletes (bypassing WADA bans), for people engaged in heavy physical labor, and also in a state of prolonged depression and stress.

Keywords: adaptogens, Chinese magnolia vine, rhodiola rosea, Aralia Manchu, NTA method.

**А**даптогены — фармакологическая группа препаратов природного или искусственного происхождения, способных повышать неспецифическую сопротивляемость организма к широкому спектру вредных воздействий физической, химической и биологической природы.

Стресс является одной из реакций, составляющих общую систему неспецифических адаптационных реакций организма, поскольку организм, как более чувствительная система, чем составляющие его подсистемы, реагирует на разные по силе и качеству раздражители, вызывающие колебания гомеостаза в пределах, в первую очередь, нормальных показателей. Стресс — это реакция на сильные раздражители. Адаптогены проявляют свое действие именно на фоне стресса. Они позволяют человеку, принимающему препараты-адаптогены, или лабораторным животным в эксперименте, намного легче переносить последствия стресса. Биохимический механизм действия адаптогенов различен. Например, сапониновые гликозиды — гинсенозиды женьшеня или гликозиды элеутерозиды элеутерококка — активируют фермент глюкозо-6-фосфотрансферазу (гексокиназа), что помогает мышечным, нервным тканям и иммунным клеткам тепловых получить больше энергии и продлевать стадию адаптации к стрессу.

В литературе отсутствуют сведения о свойствах наноструктурированных адаптогенов. Данная работа является продолжением наших работ по изучению свойств наноструктурированных биологических соединений [1–16]. В качестве адаптогенов нами были использованы лимонник китайский, аралия маньчжурская, родиола розовая.

### Материалы и методика исследования

Исследование самоорганизации микрокапсул проводили следующим образом. Порошок инкапсулированного адаптогена 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.

Исследование размера микрокапсул методом NTA (анализ траекторий наночастиц) осуществлялось на мультипараметрическом анализаторе наночастиц Nanosight LM0 производства Nanosight Ltd (Великобритания) в конфигурации HS-BF (высокочувствительная видеокамера Andor Luca, полупроводниковый лазер с длиной волны 405 нм и мощностью 45 мВт). Работа прибора основана на методе анализа траекторий наночастиц (Nanoparticle Tracking Analysis, NTA), описанном в ASTM E2834.

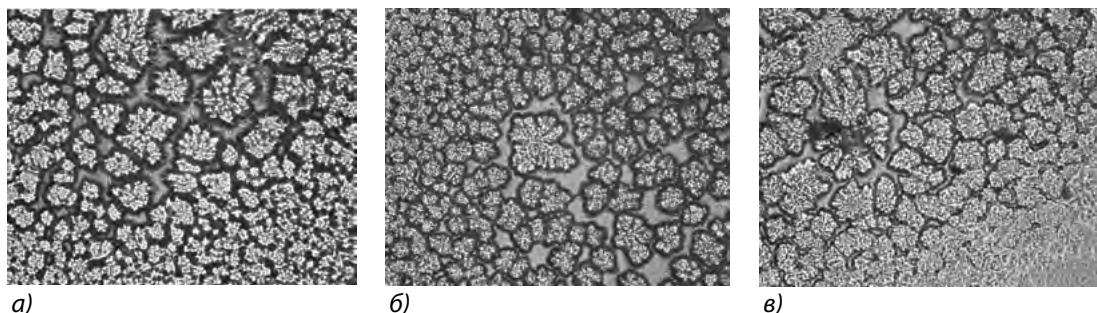


Рисунок 1. Конфокальное изображение фрактальной композиции из раствора микрокапсул в альгинате натрия (увеличение в 505 раз):

- а)** лимонника китайского (0,25%); **б)** родиолы розовой (0,25%);  
**в)** аравии маньчжурской (0,25%)

Оптимальным разведением исследуемых адаптогенов было выбрано соотношение адаптоген : вода 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.

### Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 представлены самоподобные объекты, инвариантные относительно локальных дилатаций, т.е. фракталы. Известно, что фракталы являются 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 молекулярные характеристики и отличающуюся надсегментальную структуру. Фрактальная композиция также указывает на процесс самосборки, что доказывает образование нанокapsул.

Наличие в водном растворе нанокapsул при их достаточно низкой концентрации фрактальных композиций свидетельствует о том, что они обладают самоорганизацией. Образование нанокapsул происходит спонтанно за счет нековалентных взаимодействий, и это говорит о том, что для них характерна самосборка. Следовательно, наноструктурированные экстракты адаптогенов обладают супрамолекулярными свойствами.

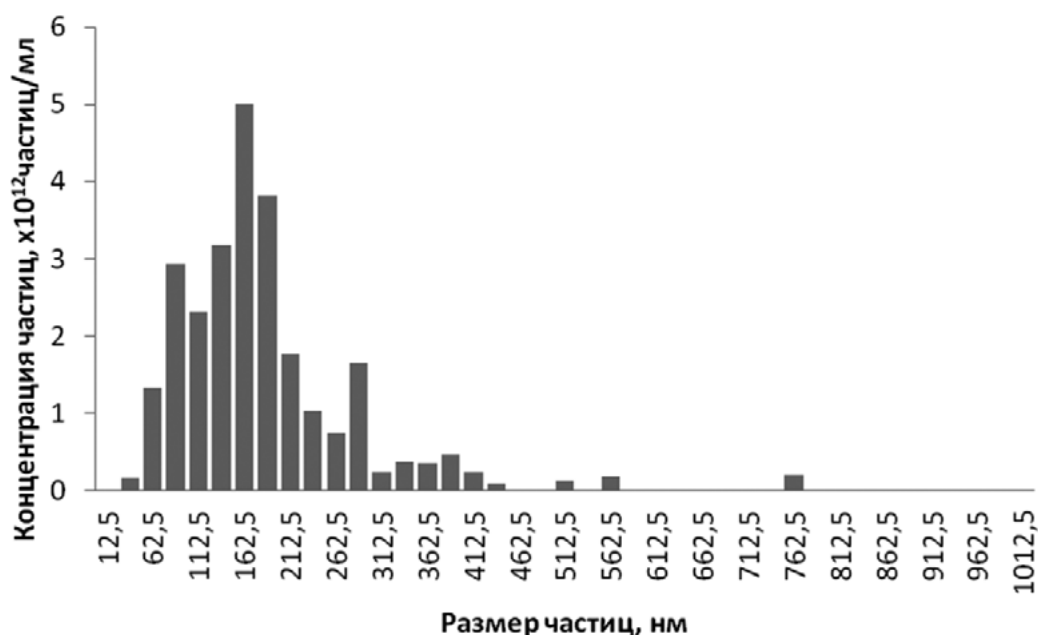


Рисунок 2. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул лимонника китайского в альгинате натрия (соотношение ядро : оболочка 1 : 3)

Таблица 1

### Статистические характеристики распределения

Параметр	Значение
Средний размер, нм	185
D10, нм	82
D50, нм	168
D90, нм	298
Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50	1,29
Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл	0,26

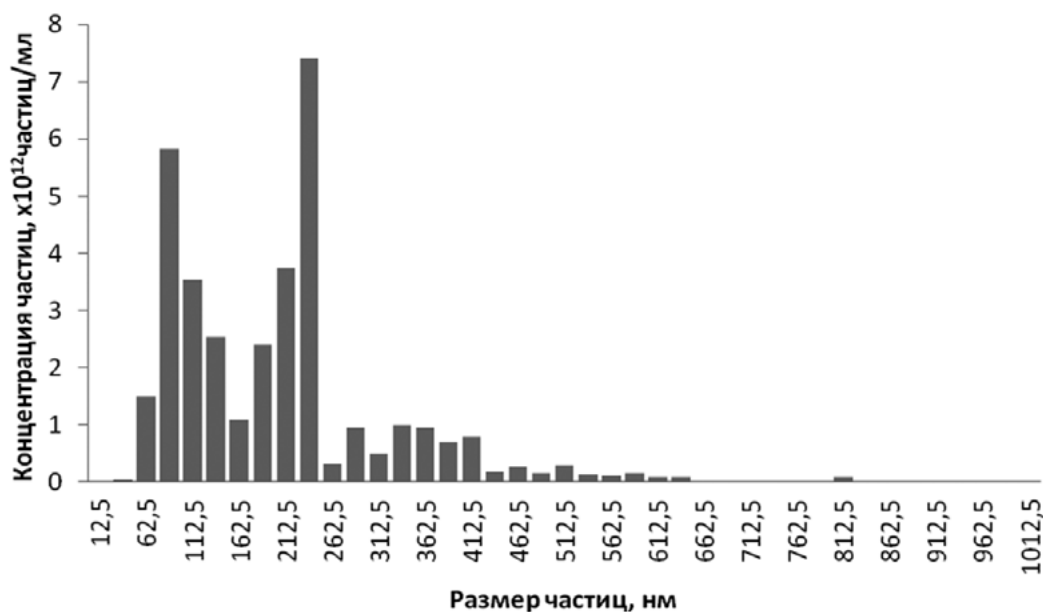


Рисунок 3. Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул родиолы розовой в альгинате натрия (соотношение ядро : оболочка 1 : 3)

Таблица 2

### Статистические характеристики распределения

Параметр	Значение
Средний размер, нм	205
D10, нм	82
D50, нм	202
D90, нм	365
Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50	1,40
Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл	0,35

Данные о размере наноструктурированных адаптогенов приведены на рисунках 2–4 и в таблицах 1–3.

Как видно из таблиц 1–3, размеры наноструктурированных адаптогенов находятся в пределах 185–205 нм. Из этого следует, что они могут обладать улучшенной биосовместимостью в организме. Полученные наноструктурированные адаптогены можно рекомендовать для использования в составе функциональных продуктов нового поколения, в том числе для спортсменов (обходя запреты WADA), для людей, занятых тяжелым физическим трудом, а также находящихся в состоянии длительной депрессии и стресса.

### Библиографический список

1. Кролевец А.А. Влияние природы антибиотиков цефалоспоринового ряда на размер нанокапсул на основе альгината натрия / А.А. Кролевец, И.А. Богачев, К.С. Никитин [и др.] // The priorities of the word science: experiments and scientific debate: proceedigs of the IV international scientific conference. — North Charleston, USA, 2014. — P. 20–22.
2. Кролевец А.А. Влияние природы оболочки на размер нанокапсул на примере жирорас-творимых витаминов / А.А. Кролевец, И.А. Богачев, К.С. Никитин // Educatio. — 2014. — № 3(6). — С. 108–111.
3. Воронцова М.Л. Исследование микрокапсул экстракта зеленого чая

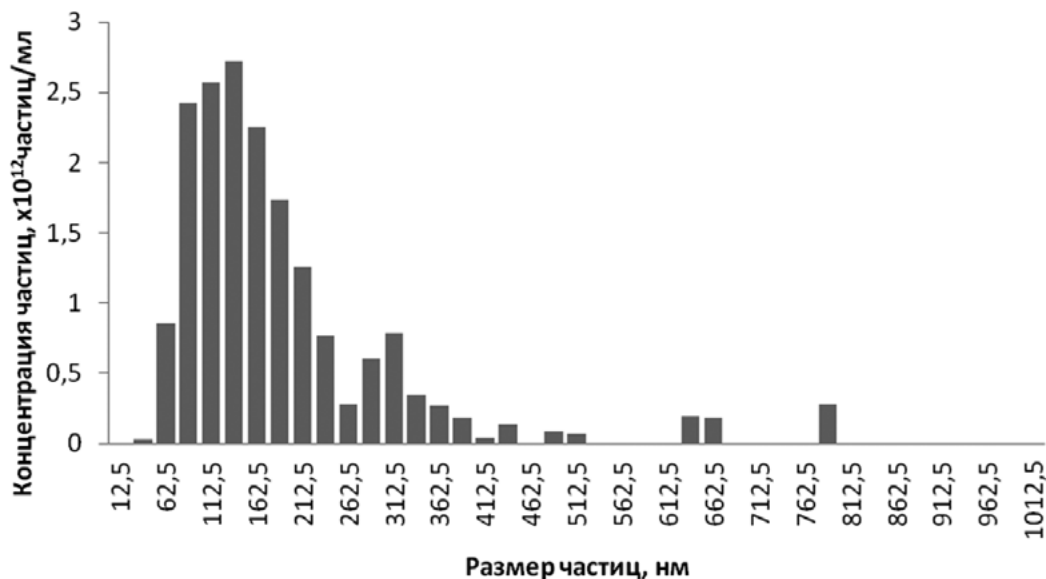


Рисунок 4. Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул аралии маньчжурской в альгинате натрия (соотношение ядро : оболочка 1:3)

Таблица 3

### Статистические характеристики распределения

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

методом рамановской спектроскопии / М.Л. Воронцова, Ю.А. Тырсин, А.А. Кролевец // Нанотехнологии в пищевой промышленности: тез. докладов международной конф. — М., 2012. — С. 36–39.

4. Воронцова М.Л. Применение технологии нано- и микрокапсулирования в пищевой промышленности / М.Л. Воронцова, Ю.А. Тырсин, А.А. Кролевец // Новое в технике и технологии пищевых производств: материалы международной научно-технической конф. — Белгород, 2013. — С. 42–46.

5. Навальнева И.А. Исследование супрамолекулярных свойств нанокapsул ауксинов / И.А. Навальнева, А.А. Кролевец, И.А. Богачев [и др.] // The priorities of the word science: experiments and scientific debate: proceedings of the

IV international scientific conference. — North Charleston, USA, 2014. — P. 23–26.

6. Кролевец А.А. Исследование нанокapsул биологически активных соединений. Нанокapsулы унаби / А.А. Кролевец, И.А. Богачев, О.В. Жданова // Евразийский союз ученых. — 2015. — №1(18). — Ч. 2. — С. 54–59.

7. Кролевец А.А. Свойства наноструктурированного витамина Q10 / А.А. Кролевец, И.А. Богачев, Е.А. Хаит // Educatio. — 2015. — №1(8). — Ч. 2. — С. 52–55.

8. Воронцова М.Л. Микрокапсулирование коэнзима Q10 и исследование поверхности мик-рокапсул методом конфокальной микроскопии // М.Л. Воронцова, А.А. Кролевец, Ю.В. Николаева [и др.] / Технологии и продукты здорово-

го питания. Функциональные пищевые продукты: сб. материалов юбилейной X научно-практической конференции с международным участием / МГУПП. м М., 2012. — С. 160–162.

9. *Навальнева И.А.* Молекулярный дизайн наноструктурированной абсцизовой кислоты / И.А. Навальнева, А.А. Кролевец, И.А. Богачев // *Educatio*. — 2014. — №3(6). — С. 112–114.

10. *Кролевец А.А.* Самоорганизация нанокапсул бетулина / А.А. Кролевец, И.А. Богачев, О.В. Жданова и др. // *НАУ*. — 2015. — №2(7). — С. 152–156.

11. *Кролевец А.А.* Свойства наноструктурированного адаптогена — экстракта женьшеня / А.А. Кролевец, И.А. Богачев, Е.А. Хаит [и др.] // *НАУ*. — 2015. — № 2(7). — С. 149–152.

12. *Кролевец А.А.* Супрамолекулярные свойства микрокапсул квертецина / А.А. Кролевец, М.Л. Воронцова, Е.Е. Быковская [и др.] // *Нанотехнологии в пищевой промышленности: Тез. докладов международной конф.* — М., 2012. — С. 33–35.

13. Пат. 2500404 Российская Федерация, МПК А61К 31/545, А61К 9/50, А61К 47/42, А61J 3/07, В01J 13/02. Способ получения микрокапсул лекарственных препаратов цефалоспоринового ряда в интерфероне / Е.Е. Быковская, А.А. Кролевец; заявитель и патентообла-

датель Юго-Западный гос. университет. — №2012110454/15; заявл. 19.03.2012; опубл. 10.12.2013, бюл. №34. — 9 с.

14. Пат. 2502510 Российская Федерация, МПК А61К 31/545, А61К 9/50, А61К 47/36, А61J 3/07, В01J 13/02. Способ получения микрокапсул лекарственных препаратов группы цефалоспоринов в конжаковой камеди в четыреххлористом углероде / Е.Е. Быковская, А.А. Кролевец; заявитель и патентообладатель Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова. — №2012116816/15; заявл. 24.04.2012; опубл. 27.12.2013, Бюл. №36. — 11 с.

15. Пат. РФ 2509559 Российская Федерация, МПК А61К 31/545, А61К 9/50, А61К 47/36, А61J 3/07, В01J 13/02. Способ получения микрокапсул лекарственных препаратов ряда цефалоспоринов в конжаковой камеди в диоксане / Е.Е. Быковская, А.А. Кролевец; заявитель и патентообладатель Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова. — №2012117637/15; заявл. 27.04.2012; опубл. 20.03.2014, Бюл. №8. — 9 с.

16. *Tyrsin Yu.A.* Nano and micro capsulation of cephalosporin antibiotics / Yu.A. Tyrsin, A.A. Krolevets, D.A. Edelev [et al.] // *World Appltd Sciences Journal*. — 2014. — V. 30. — №11. — P. 1636–1641.

## ЭТО ИНТЕРЕСНО!

### ПОЛЬЗА БРОККОЛИ И ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ

*Регулярное употребление брокколи, цветной капусты и брюссельской капусты может благоприятно повлиять на здоровье кишечника, предотвращая возникновение многочисленных заболеваний. Например, химические соединения, содержащиеся в крестоцветных овощах, поддерживают барьерную функцию кишечника, устраняя проблемы с пищеварением, способствуя эффективному поглощению питательных веществ, а также защищая организм от патогенов и токсинов. Попадая в желудок, эти соединения распадаются на молекулы, которые активизируют в кишечнике рецептор, улучшающий работу пищеварительной системы. Таким образом, рацион питания, который примерно на 15% состоит из крестоцветных овощей, помогает поддерживать здоровье желудочно-кишечного тракта, говорят эксперты.*