

3. Rubanik, V. V. Thermokinetic EFM in nikelide titanium during reverse phase transformation / V. V. Rubanik, V. V. Rubanik Jr., O. A. Petrova-Burkina // Shape Memory & Superelastic Technology (SMST 2019), Konstanz, Germany, May 13–17, 2019. – Konstanz, 2019. – P. 86–87.

4. Rubanik, V. V. Thermokinetic EMF under direct phase transformation / V. V. Rubanik, A. V. Lesota, V. V. Rubanik Jr. // Materials Today Proceedings. Part B. – 2017. – Vol. 4, Iss. 3. – P. 4712–4716.

5. Устройство для измерения термоЭДС на участке протяженного изделия из сплава с памятью формы и способ определения неоднородных участков протяженного изделия из сплавов с памятью формы : пат. 19012 Респ. Беларусь: МПК G 01 N 25/16 / В. В. Рубаник, В. В. Рубаник мл., О. А. Петрова-Буркина. – Опубл.: 28.02.2015.

Д. Л. РАДЮКЕВИЧ, Г. Б. МЕЛЬНИКОВА, Т. М. ЖДАНКО, С. А. ЧИЖИК

МОРФОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МИКРОЧАСТИЦ КУРКУМИНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ

Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси,

Минск, Беларусь

E-mail: Cheshiredr.email@gmail.com

Введение. В настоящее время весьма актуально применение микродисперсных порошков и микрочастиц в качестве активных компонентов матриц-носителей, катализаторов, сорбентов, для производства ингаляционных и назальных форм лекарственных препаратов.

Одним из перспективных веществ в области фармакологии является куркумин, обладающий широким спектром полезных свойств. Малая биодоступность куркумина связана с его низкой растворимостью, что затрудняет его применение в качестве фармакологического препарата или биологически активной добавки. Повысить растворимость можно, изменяя структурные и размерные характеристики частиц. Однако получение частиц с размерами до 20 мкм в настоящее время представляется возможным либо с использованием технологии помола, либо путем диспергирования жидкости и последующей сушки образующихся капель [1].

Метод распылительной сушки является эффективным способом получения таких микрочастиц. Технология распылительной сушки позволяет получать микрочастицы заданного размера (от 0,1 до 100 мкм) и формы, что в свою очередь улучшает биодоступность и терапевтическую эффективность некоторых лекарств [2].

Цель работы – получение микрочастиц и композиционных микрочастиц куркумина методом распылительной сушки для увеличения растворимости активного вещества.

Материалы и методы. Микрочастицы получали из раствора ($\omega = 0,1$ мас.%) коммерческого порошка куркумина (CHEM-IMPREG INT'L INC, $M_w = 368,38$,

чистота 98,24 %) в этиловом спирте. Поскольку для куркумина характерна более высокая растворимость в ацетоне по сравнению с этиловым спиртом, были получены растворы куркумина с более высокой концентрацией активного вещества ($\omega = 1,25$ и $2,5$ мас.%) в растворе ацетона. Для повышения растворимости в воде получали композиционные микрочастицы куркумина с желатином из смеси растворов куркумина в этиловом спирте ($\omega = 0,5$ мас.%) и водного раствора желатина ($\omega = 2$ мас.%).

Процесс распылительной сушки проводили на установке LU-222 Advanced (Labultima, Индия). Для получения микрочастиц куркумина из растворов этилового спирта и ацетона использовали следующие параметры процесса: уровень вакуума – 1680 Па, температура осушающего воздуха $T_1 = 90$ °С, давление распыления жидкости $P_c = 4$ кг/см². Условия получения композиционных микрочастиц куркумина с желатином: уровень вакуума – 2500 Па, температура осушающего воздуха 170 °С, давление распыления жидкости 4 кг/см² [3].

Полученные микрочастицы и композиционные микрочастицы исследовали на оптическом микроскопе Micro-200 (ГНПО «Планар», Республика Беларусь) и сканирующем электронном микроскопе JEOLJCM-6000 (JEOL, Япония).

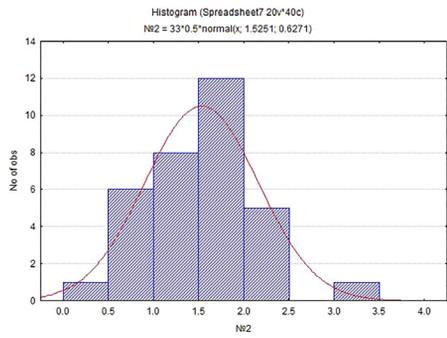
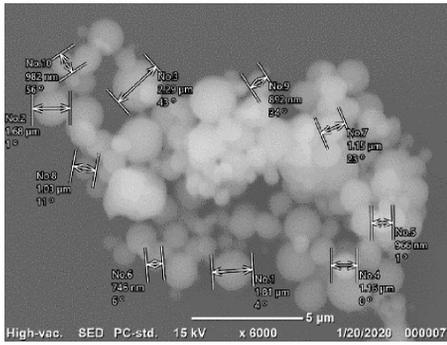
Результаты и их обсуждение. Установлено, что микрочастицы куркумина, полученные из раствора этилового спирта, имеют сферическую форму со средним диаметром $1,52 \pm 0,63$ мкм, их выход составляет менее 0,1 %. Применение в качестве растворителя ацетона (1,25 мас.%) позволило повысить выход продукта до 3,1 %, а использование насыщенного раствора (2,5 мас.%) – до 11,9 %. Полученные микрочастицы имеют сферическую форму с диаметром $1,38 \pm 0,51$ мкм и $2,18 \pm 0,56$ мкм соответственно, при этом наблюдается разрушение оболочки частицы, что указывает на высокую температуру сушки и на полное удаление растворителя из частицы.

При добавлении гидрофильной составляющей (желатина к спиртовому раствору) полученные микрочастицы образовывали неправильную сферическую форму диаметром $2,65 \pm 0,89$ мкм, что в свою очередь увеличило площадь поверхности частицы. Выход продукта в процессе распыления составил 2,9 %. На рисунке представлены СЭМ-изображения полученных микрочастиц и их распределение по размерам.

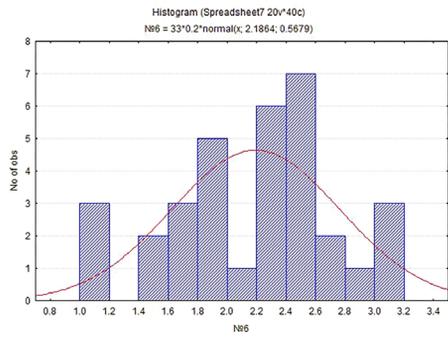
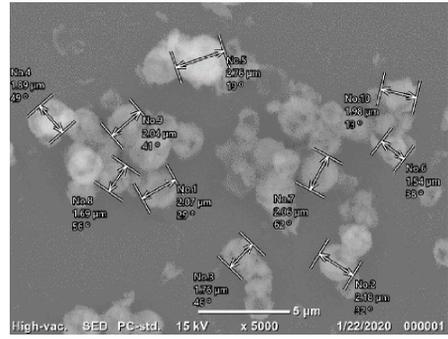
Анализ растворимости микрочастиц в растворах показал, что уменьшение диаметра частиц позволило увеличить их растворимость в 1,5 раза в спирте и ацетоне. А введение желатина незначительно повышает растворимость куркумина в воде, образуя стабильную суспензию.

Предельная растворимость микрочастиц куркумина, мг/мл

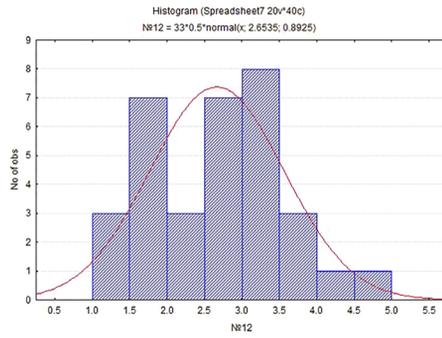
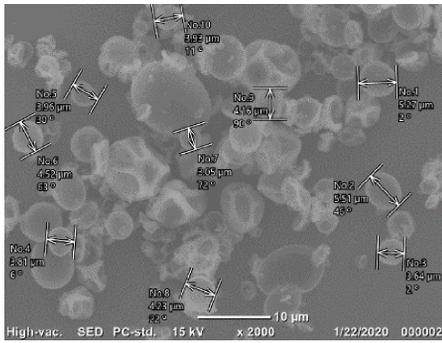
Вещество/растворитель	Куркумин исходный	Микрочастицы куркумина	Микрочастицы куркумина и желатина
Вода	–	–	2
Этиловый спирт	6	8	2
Ацетон	60	91	4



a



b



c

СЭМ-изображения и распределение по размерам микрочастиц куркумина:
a – из спиртового раствора,
b – из раствора ацетона,
c – композиционных микрочастиц куркумина и желатина

Выводы. Были получены сферические микрочастицы куркумина, а также композиционные микрочастицы куркумина диаметром 1–5 мкм, для которых характерна более высокая растворимость по сравнению с исходным порошком куркумина. Полученные микрочастицы могут быть использованы в пищевой и фармацевтической промышленности при разработке препаратов на основе куркумина с улучшенной биодоступностью.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Энергетические системы, процессы и технологии», задание «Энергетические системы, процессы и технологии 2.82».

Литература

1. Benerjee, A. Antimicrobial efficacy of the essential oil of *Curcuma longa* / A. Benerjee, S. S. Nigam // *Indian J. Med. Res.* – 1978. – Vol. 68, № 5. – P. 864–866.
2. Anandharamakrishna, C. *Spray Drying Techniques for Food Ingredient Encapsulation* / C. Anandharamakrishna, S. P. Ishwarya. – Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Ltd., 2015. – 285 p.
3. Акулова, В. М. Изучение степени высвобождения куркумина из желатиновых матриц / В. М. Акулова [и др.] // *Полимер. материалы и технологии.* – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 33–45.

М. Ю. СЕМАШКО, А. И. ЧУХОЛЬСКИЙ

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УПАКОВКИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси, Минск, Беларусь
E-mail: institut-gkh@tut.by*

Введение. Для малых, средних и крупных городов Беларуси переработка твердых коммунальных отходов (далее – ТКО) является на сегодняшний день нерешенной. Лишь незначительная часть отходов перерабатывается, большая же часть подлежит захоронению. По мере накопления непереработанных отходов, объемы которых все время увеличиваются в связи с ростом потребления населения, нагрузка на окружающую среду также возрастает. Поэтому изучение аспектов обращения с ТКО в Республике Беларусь представляется особенно актуальным.

Цель статьи – исследование особенности использования упаковки из полимерных материалов в Республике Беларусь.

Материалы и методы. В данном исследовании проведен анализ и обобщение специальной литературы, публикаций в периодических изданиях. Данные публикации посвящены экологическим проблемам, которые возникают в связи с ростом объемов отходов упаковки из полимерных материалов