

**Висновки.** В результаті дослідження розроблено технологічні режими рафінації « $\beta$ -каротину мікробіологічного в олії», які забезпечують поліпшення його фізико-хімічних показників. Досліджено стабільність до окиснення рафінованих зразків « $\beta$ -каротину мікробіологічного в олії», в результаті чого доведено, що застосування запропонованих технологічних режимів рафінації « $\beta$ -каротину мікробіологічного в олії» дозволяє збільшити його термін зберігання до 24 місяців (проти існуючих 8-10 місяців).

#### Література

1. GRAS Notice No. GRN 000119.
2. Нарушин В. Продукты питания, обогащенные бета-каротином // Food & Drinks № 4. – 2004. – С. 68–69.
3. Кричковская Л.В. Создание биологически-активных продуктов на основе стабилизированного каротина биотехнологического происхождения: Автореф. дис... д-ра биол. наук, – К., 2003. – 36 с.
4. Гагарина Л.В. Влияние масляной основы на стабильность растворенного микробиологического каротина / Л.В. Гагарина, Н.М. Евтеева, Л.Л. Смурова, С.М. Бобнева // Хим.-фармац. ж. – 1996. – 30, № 6. – С. 51-56.
5. Денисюк Е.Н., Воробьева В.М. Стабилизация масляных растворов бета-каротина // Междунар. научно-теор. конф. «Мол. ученые – пищ. и перераб. отраслям АПК: Тез. докл., – М., 1997. – С. 30-31.
6. Арутюнян Н. С., Корнена Е. П., Янова Л. И. Технология переработки жиров. – М.: Пищепромиздат, 1998. –450 с.
7. Р.Д.Обрайен. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. – 2007. – 752 с.

УДК 664.3.032 : 544.773.32

## НОВІ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛЕЦИТИНУ

Долінський А.А., д-р техн. наук, академік НАН України, Шаркова Н.О., канд. техн. наук., с.н.с.,  
Авдєєва Л.Ю., канд. техн. наук., Жукотський Е.К.  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

*У статті наведені експериментальні дані про властивості фосфоліпідних наноструктур, утворених в результаті використання ефекту дискретно-імпульсного введення енергії в роторно-пульсаційних апаратах, встановлений вплив полярних і неполярних екстрагентів на показники дисперсності. Запропонований спосіб використання фосфоліпідних наноструктур для виробництва нових видів функціонально-го і лікувально-профілактичного харчування.*

*Experimental data about properties of phosphor lipid nanostructures, formed as a result of use of effect of discrete impulse introduction of energy in rotor pulsing devices, are described in the article. The influence of polar and not polar extraagents on indicators of dispersion is established. The way of using phosphor lipid nanostructures for manufacture of new kinds of functional and medical preventive food is offered.*

Ключові слова: технологія, фосфоліпіди, лецитин, везикулярні наноструктури, роторно-пульсаційні апарати, диспергування.

Дослідження останніх років показали надзвичайно важливе значення нанотехнологій, що базуються на закономірностях об'єктів нанорівня. Вони відкривають широкі перспективи при створенні сучасних матеріалів з принципово новими корисними характеристиками. Розвиток нанотехнологій дозволяє знайти нові підходи до вирішення багатьох наукових проблем у різних галузях народного господарства.

Значний інтерес для вивчення і широкі перспективи для використання в харчовій промисловості мають фосфоліпіди, наприклад лецитин. Харчовий лецитин являє собою фосфоліпідний комплекс, що містить фосфатидилхолін (власне лецитин), фосфатидилетаноламін, фосфатидилінозитол та ін. фосфоліпіди. Ці речовини одночасно виконують декілька важливих функцій: окрім забезпечення енергетичних потреб організму, вони відносяться до групи есенціальних нутрієнтів. Основною функцією фосфоліпідів в організмі є участь у побудові основи клітинних мембран, що пояснює надзвичайно велике значення цих мікронутрієнтів для зростання і розвитку організму. Ці речовини покращують функціонування нервової системи, підвищують розумову здатність, сприяють засвоєванню біологічно-активних речовин тощо. Такі властивості дозволяють їх використання не тільки при виробництві харчових продуктів, але й при

виробництві функціональних продуктів харчування спрямованої дії [1, 2, 3]. Крім того, лецитини мають властивості поверхнево-активних речовин. Це біологічно активні добавки (E 322), які належать до групи GRAS (Generally Recognized as Safe), тобто визнані безпечними і тими, що практично не мають обмежень щодо застосування в харчових продуктах в Україні, Росії, Європейському союзі та США [4]. Завдяки таким властивостям та природному походженню фосфоліпіди широко використовуються в харчовій промисловості.

Використання лецитинів дає позитивний ефект при їх використанні в самих різних галузях харчової промисловості. Наприклад, у хлібобулочних виробках, завдяки взаємодії з клітковиною, він надає тісту підвищену пластичність, затримує черствіння готових виробів; у кондитерській промисловості при виробництві шоколадних цукерок лецитин збільшує текучість шоколадної маси і попереджає кристалізацію; при виробництві маргаринів зменшує розбризкування; при виробництві сухих форм диспергованих напівфабрикатів сприяє швидкому відновленню системи або швидкому розчиненню [4, 7].

Фосфоліпіди належать до поверхнево-активних речовин, які в рідкокристалічному стані самоорганізуються у замкнені везикулярні наноструктури, утворюючи подвійний шар (мембрану), що надає матеріалу нових фізичних і хімічних властивостей. Загальний принцип побудови таких агрегатів полягає в орієнтації полярних груп атомів у сторону полярної фази, а неполярних – у сторону неполярної фази [6, 7].

Дослідженням властивостей ліпідних везикул, способам їх одержання і використання присвячена велика кількість наукових робіт у біології і медицині, де ці наноструктури використовуються для досліджень клітинних процесів в якості штучних аналогів клітинних мембран, а також в якості транспортних засобів для включення й утримування в середині речовин різноманітної природи. Також вони використовуються в медицині, фармацевтичній і косметичній промисловості [8, 9].

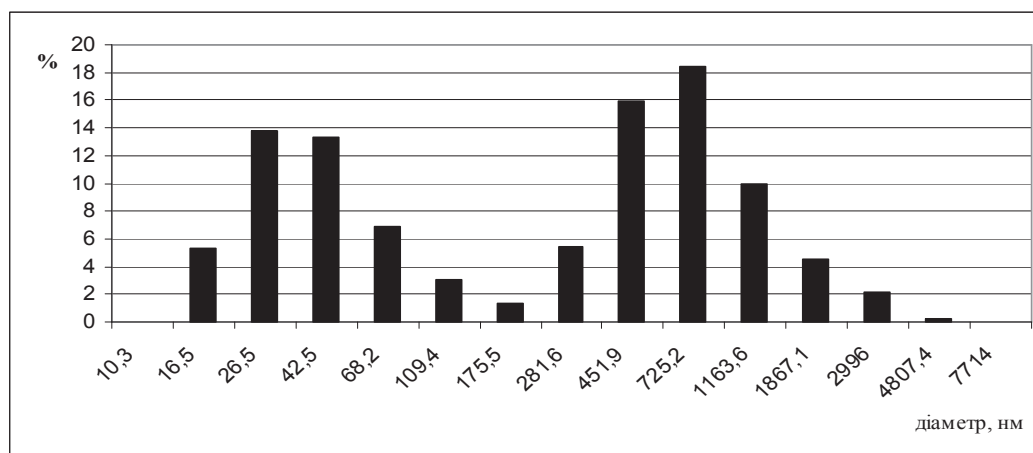
Властивості ліпідних везикул до солюбілізації речовин у воді та їх захист від негативних факторів середовища можуть бути використані в технологічних процесах харчової промисловості [5].

До утворених наноструктур ставлять ряд вимог: простота приготування, стабільність при зберіганні, забезпечення високого відсотка їх внутрішнього об'єму. Однак актуальними залишаються проблеми, пов'язані з розробкою технології їх промислового отримання, наприклад, з метою використання в харчовій промисловості при створенні функціональних продуктів та продуктів спеціального дієтичного призначення. В даний час для одержання таких об'єктів, використовують складні багатоетапні технології із використанням енергоємних процесів: ультразвукової обробки, методів інжекції, „заморожування-відтаювання” та ін. [8, 9]. Ці методи, не зважаючи на досягнення заданої мети, є малопродуктивними і не дозволяють організувати промислове виробництво ліпідних везикул у значних обсягах.

Інститут технічної теплофізики НАН України запропонував спосіб одержання таких структур за рахунок ефекту дискретно-імпульсного введення енергії шляхом використання роторно-пульсаційних апаратів, які відрізняються високою якістю диспергування і технологічною ефективністю при одночасному зниженні енерговитрат і матеріаломісткості [10].

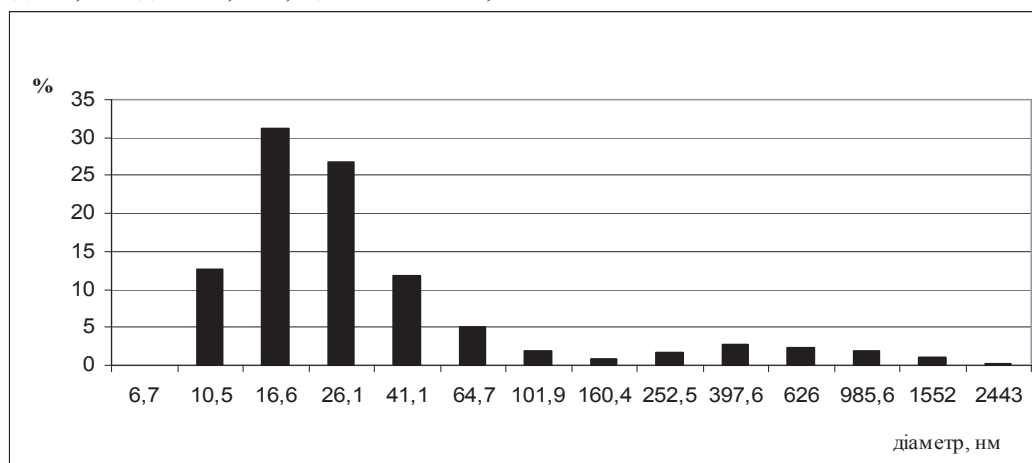
Для підвищення надійності, ефективності та прогнозованості поведінки наноструктур необхідне проведення ґрунтовних досліджень гідродинамічних і масообмінних процесів їх утворення. Нами були проведені дослідження впливу попередньої обробки фосфоліпідів екстрагентами різної полярності на процес утворення фосфоліпідних наноструктур. Однією з основних характеристик фосфоліпідних наноструктур є їх розмір. Функцію розподілу розміру наночасток досліджували методом фотонної кореляційної спектроскопії на лазерному фотон-кореляційному спектрометрі “ZetaSizer-3” Malvern Instrument, Великобританія, обладнаному He-Ne лазером ЛГН-111 ( $P = 25$  мВт,  $\lambda = 633$  нм). Отримана автокореляційна функція (АКФ) оброблялася за допомогою стандартних (ліцензійних) комп'ютерних програм (PCS-Size mode v 1.61).

Дослідження процесу диспергування проводились при температурі 40 °С на проточному роторно-пульсаційному апараті циліндричного типу з коаксіальним набором з двох статорів і одного ротора із зазорами між ними 0,2 мм. Число обертів ротора 50 с<sup>-1</sup>, продуктивність 800 кг/год. Для досліджень використовувався сухий знежирений фосфоліпідний комплекс «Лецитин соєвий «Solec F» виробництва фірми «Solaе Europe» (ЄС) із загальним вмістом фосфоліпідів 97 %. Для досліджень використовували 5 % водний розчин лецитину (зразок 1) і водний розчин лецитину, що був попередньо розчинений у хлороформі та висушений (зразок 2). Результати досліджень наведені на рис. 1 і 2.



**Рис 1 – Середній діаметр наноструктур, утворених в результаті диспергування водного розчину лецитину без попередньої обробки**

Дослідження показали, що в результаті диспергування водної дисперсії комплексу фосфоліпідів одержана система має двомодальне розподілення розмірів частинок – від 16,5 нм до 109,4 нм, що становить 42,3 % і від 281,6 нм до 1867,1 нм, що становить 55,6 %.



**Рис 2 – Середній діаметр наноструктур, утворених у результаті диспергування водного розчину лецитину з попередньою обробкою**

У результаті диспергування водної дисперсії комплексу фосфоліпідів з попередньою обробкою одержана система характеризується набагато більшою однорідністю, одержані дані свідчать про одномодальне розподілення розмірів частинок – від 10,5 нм до 64,7 нм, що становить 87,3 %. Результати досліджень показали, що природа екстрагенту має значний вплив на розмір часток, отриманих у результаті диспергування. При однаковій температурі проведення процесу і концентрації фосфоліпідної дисперсії нами були отримані структури з різними характеристиками системи. Таку поведінку системи при диспергуванні можна пояснити впливом на складну гетерогенну систему термодинамічних факторів. При диспергуванні фосфоліпідів у водному середовищі відбувається процес самоорганізації багатомолекулярних агрегатів різної структурної організації частинок. При послідовному використанні як екстрагенту неполярного (хлороформу) і полярного (вода) розчинника самоорганізація структури фосфоліпідів проходить декілька разів, кожен раз із зменшенням радіуса частинки, що відповідає зниженню енергії поверхневого натягу.

Унікальні властивості фосфоліпідів дають можливість створювати цілий асортимент нових продуктів функціонального призначення: для дитячого харчування, харчування вагітних жінок та осіб похилого віку, для підвищення імунітету та покращення розумової активності, а також при захворюваннях та для нормалізації процесів метаболізму, функцій нервової системи, печінки, слизової оболонки шлунково-кишкового тракту та ін. Інститут технічної теплофізики НАН України вперше в Україні запропонував метод використання властивостей фосфоліпідних наносистем при створенні нового виду лікувально-

профілактичного харчування. Була розроблена технологія виробництва соєвого напою “Ліпосомний” та створена нормативна документація. Напій має підвищену біологічну та харчову цінність, збалансований амінокислотний склад рослинних протеїнів, частково гідролізованих до пептидів та вільних амінокислот, що легко засвоюються, а також поліпшений вітамінний та мінеральний склад. Особливістю цього напою є те, що біологічно активні речовини, вітаміни та мінерали знаходяться у везикулярній формі, розміри та природний матеріал яких дають можливість цим речовинам проникати безпосередньо до клітини без руйнування у шлунково-кишковому тракті, що підвищує ефект від їх використання.

### Висновки

Проведені дослідження дозволили отримати нові дані про властивості фосфоліпідних наноструктур, утворених у результаті використання ефекту дискретно-імпульсного введення енергії в роторно-пульсаційних апаратах, встановлений вплив полярних і неполярних екстрагентів на показники дисперсності. Запропонований спосіб використання фосфоліпідних наноструктур для виробництва нових видів функціонального і лікувально-профілактичного харчування.

### Література

1. Руководство по детскому питанию / Под ред. В.А. Тутельяна, И.А. Коля. – М.: Медицинское информационное агентство, – 2004. – 662 с.
2. Гурова М.М., Успенский Ю.П. Влияние фосфолипидов на формирование психоинтеллектуальных функций у детей /Материалы Первой научно-практической конференции с международным участием «Интеллект и здоровье нации», Санкт-Петербург, – 2006. – С. 28–36.
3. Тутельян В.А., Суханов Б.П., Австриевских А.Н. Биологически активные добавки в питании человека. – Томск: И-во научн-техн. литературы, – 1999. – 2294 с.
4. Пищевые эмульгаторы и их применение/ Под ред. Дж. Хазенхюттля, Р. Гартела; пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2008. – 288 с.
5. Барсуков Л.И. Липосомы / Соросовский образовательный журнал, – 1998. – С. 2–9.
6. Биофизика: Учеб. для студ. высш. учебн. заведений / Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, –1999. –288 с.
7. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / К.Р.Ланге; под научн. ред. Л.П. Зайченко. – СПб.: Профессия, – 2004. – 240 с.
8. Gregoriadis Gregory. Liposome Technology / The School of Pharmacy University of London.- New York, London, – 2007. – 422 p.
9. Methods in Molecular Biology, vol. 199: Liposome Methods and Protocols / Edited by: S. Basu and M. Basu © Humana Press Inc., Totowa, NJ. – 240 p.
10. Патент № 81046. Спосіб одержання ліпосомних соєвих напоїв/ Інститут технічної теплофізики; Долінський А.А., Шаркова Н.О., Жукотський Е.К., Авдєєва Л.Ю. та ін. Заявка № 20041210390, заявл. 28.12.2005. Поз. висн. 26.11.2007. Опубл. Бюл. № 19, 26.11.2007.

УДК 759.873.088.5:661.185

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ *RHODOCOCCLUS ERYTHROPOLIS* EK-1

Пирог Т.П., д-р биол. наук, профессор, Морозова А.П., аспирант, Кундеев М.Д., студент  
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

*Показана возможность использования отходов пищевых производств (меласса и жиросодержащие отходы), а также побочного продукта производства биодизеля (глицерина) в качестве субстратов для производства поверхностно-активных веществ (ПАВ). Установлено, что ПАВ синтезированные бактериями *Rhodococcus erythropolis* интенсифицируют процессы деградации нефти в загрязненной воде и почве. На 30 сутки степень очистки воды (2,6 г нефти/л воды) составляла 83-92 %, а почвы (21,4 г нефти/кг почвы) – 51-86 %.*

*The possibility of using of food industry wastes (molasses and oil containing wastes) and byproduct of biodiesel production (glycerol) as substrates for surface-active substances (SAS) synthesis was shown. It was*