

Після цього вмикають НВЧ піч і електропривід 2. Швидкість руху мішалки контролюють за допомогою тахометра 10. Температура у робочій камері НВЧ печі залежить від величин розрідження у робочій зоні камери і регулюється за допомогою вентиля 8. Час обробки залежить від виду вихідної сировини.

У разі необхідності установка також може працювати без застосування мішалки.

На експериментальній установці було проведено дослідження запропонованої продукції, яка має високі органолептичні показники якості у порівнянні з існуючими традиційними технологіями. Це дає можливість використовувати ці продукти для потреб харчової промисловості і ресторанного господарства, що значно розширює асортимент харчової продукції.

Висновки

Таким чином, було запропоновано нові технологічні процеси й обладнання одержання продуктів у вигляді порошків, екстрактів, паст, соусів та концентрованих супів, основним компонентом яких, є дикоросла та пряно-ароматична сировина.

Переваги технологічних процесів отримання дрібнодисперсних систем: підвищення якості готового продукту за рахунок максимального збереження біологічно активних речовин; інтенсифікація технологічного процесу за рахунок використання НВЧ-нагріву і вакуумування; зниження енерговитрат при проведенні теплової обробки.

До основних переваг розробленої установки для концентрування (сушіння) НВЧ печі і вакуумування слід віднести: скорочення тривалості процесу за рахунок використання перемішування в робочій камері НВЧ установки; зменшення втрат біологічно активних речовин за рахунок використання вакуумування.

Література

1. Пат. 44157 Україна, МПК А 23 L 1/01. Спосіб приготування начинки на основі грибів [Текст] / Черво О.І., Єфремов Ю.І., Михайлов В.М., Михайлова С.В., Чуйко Л.В.; заявник та патентовласник Харк. Держ. ун-т харч. та торг. - № 200902554; заявл. 23.03.2009; опубл. 25.09.2009; Бюл. № 18.
2. Пат. 44220 Україна, МПК А 23 L 1/01. Спосіб приготування пореподібного продукту на основі грибів [Текст] / Черво О.І., Єфремов Ю.І., Михайлов В.М., Кіптєла Л.В. Михайлова С.В.; заявник та патентовласник Харк. Держ. ун-т харч. та торг. - № 200903538; заявл. 13.04.2009; опубл. 25.09.2009; Бюл. № 18.

УДК 664.3.032 : 544.773.32

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОМАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ УТВОРЕННІ ФОСФОЛІПІДНИХ НАНОЧАСТИНОК

Авдєєва Л.Ю., к.т.н.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

В статті представлені результати досліджень впливу попередньої обробки полярних і неполярних екстрагентів на розмір фосфоліпідних наночастинок, утворених після обробки на роторно-пульсаційному апараті, а також їх агрегаційну стійкість при зберіганні. В результаті проведених досліджень було одержано нові дані про властивості фосфоліпідних наночастинок і запропонований спосіб одержання наночастинок певного діаметру в залежності від призначення.

The results of the researches concerning influence of previous processing of polar and unpolar extragents on the size of phosphor-lipid nanopieces, formed after processing with rotor-pulsating device, are presented. Their aggregate firmness during conservation is also examined. As the results of the research, new data of properties of phosphor-lipid nanopieces are received and the method of formation of nanopieces of certain diameter depending on prescription is proposed.

Ключові слова: технологія, тепломасообмінні процеси, наночастинки, роторно-пульсаційні апарати, диспергування

Останнім часом нанотехнології є ключовим напрямком розвитку сучасних науки і промисловості. Вони відкривають широкі перспективи при створенні сучасних матеріалів з принципово новими корисними характеристиками. Саме в інтервалі нанорозмірів природа «програмує» основні характеристики речовин, процесів. Нанотехнологія передбачає цілеспрямовано створювати штучним

шляхом наноструктури із задалегідь заданими розмірами, об'ємом, структурою. Розвиток нанотехнологій дозволяє знайти нові підходи до вирішення багатьох наукових проблем в енергетиці, матеріалознавстві, біоінженерії, медицині, харчовій промисловості та інших галузях народного господарства. Розробка надійних методів виготовлення наноструктур для організації їх промислового виробництва – одне з найважливіших сучасних напрямків досліджень [1].

Проблемою розвитку нанотехнологій є складність досліджень поведінки окремих часток, структур і систем в цілому. Для підвищення надійності та прогнозованості поведінки наноструктур необхідним є проведення ґрунтовних досліджень гідродинамічних і масообмінних процесів з метою створення нових і оптимізації існуючих нанотехнологій.

Велика кількість наукових робіт присвячена способам одержання і використання фосфоліпідних наноструктур в біології та медицині для досліджень мембранних процесів або їх використання в якості транспортних засобів для доставки лікарських препаратів безпосередньо в клітини організму. До наноструктур пред'являється ряд вимог: простота приготування, стабільність при зберіганні, забезпечення високого відсотку їх внутрішнього об'єму. Однак актуальними залишаються проблеми, пов'язані з розробкою технології їх промислового отримання з метою використання в харчовій промисловості при створенні функціональних продуктів та продуктів спеціального дієтичного призначення.

Існуючі на даний час методи одержання фосфоліпідних наноструктур є складними багатоетапними процесами. Вони включають, наприклад, дегідратацію-регидратацію окремих фракцій фосфоліпідів або їх комплексів органічними розчинниками з подальшою обробкою утворених багатошарових проліпосом ультразвуком та центрифугуванням або екструзією; детергентну обробку, випаровування з оберненням фаз, або методи диспергування за допомогою клапанних гомогенізаторів високого тиску [2, 3]. Особливістю цих методів є те, що вони або не дозволяють організувати одержання наноматеріалу у великих обсягах, або є досить енергоємними. Для створення промислових технологій виробництва фосфоліпідних наноматеріалів необхідно використання потужного енергоощадного обладнання.

Обладнанням, що дозволяє отримати високу якість диспергування і технологічну ефективність при одночасному зниженні енерговитрат і матеріаломісткості є роторно-пульсаційні апарати, в яких реалізується принцип дискретно-імпульсного введення енергії. При диспергуванні на цьому обладнанні, рідкі гетерогенні системи піддаються багатофакторному впливу: напруги тертя, значних зриваючих зусиль, розвиненої турбулентності, пульсацій тиску в локальних об'ємах рідини у зазорі між статором і ротором, акустичних коливань, гідравлічного удару, жорсткому кумулятивному впливу за рахунок схлопування кавітаційних пухирців, акустичних коливань. Таким чином, при обробці гетерогенних середовищ в роторно-пульсаційних апаратах, матеріал піддається механічному, гідродинамічному та гідроакустичному впливам, що призводить до інтенсивної обробки гетерогенних середовищ, значному збільшенню сумарної поверхні контакту фаз і підвищенню масо- і теплопереносу. Подібні ефекти практично недосяжні при використанні інших типів обладнання для диспергування, а тому виникає можливість значно зменшити тривалість процесів та кількість технологічних циклів обробки матеріалу [4, 5, 6].

Ефективність використання роторно-пульсаційних апаратів порівняно з клапанними гомогенізаторами високого тиску для диспергування суспензій фосфоліпідів підтвержена результатами наших досліджень [7].

Фосфоліпіди відносяться до амфифільних сполук, тобто до речовин, які містять ліофільні і ліофобні групи атомів. Така будова визначає їх основні фізичні та хімічні властивості. У полярних або неполярних розчинниках фосфоліпіди самоорганізуються і утворюють замкнені багатомолекулярні агрегати різної конфігурації. Загальний принцип побудови таких агрегатів заключається в орієнтації полярних груп атомів в сторону полярної фази, а неполярних – в сторону неполярної фази. Така орієнтація амфифільної молекули є термодинамічно вигідною і відповідає найменшому значенню енергії Гіббса у порівнянні до інших можливих варіантів орієнтування молекули [8, 9].

Нами був досліджений вплив попередньої обробки фосфоліпідів екстрагентами різної полярності на властивості наноструктур, утворених в результаті дисипативного стану гетерогенної системи за рахунок дискретно-імпульсного введення енергії в роторно-пульсаційних апаратах.

Одним з найважливіших показників, що характеризує якість гомогенізації матеріалу є ступінь дисперсності його часток. Для досліджень дисперсності використовували метод фотонної кореляційної спектроскопії на лазерному фотон-кореляційному спектрометрі "ZetaSizer-3" Malvern Instrument, Великобританія, обладнаного He-Ne-лазером ЛГН-111 ($P = 25$ мВт, $\lambda = 633$ нм). Діапазон вимірювання приладу становив від 1 нм до 50 мкм. Використаний метод дозволяє визначити коефіцієнт дифузії дисперсних частинок у рідині шляхом аналізу характерного часу флуктуації інтенсивності розсіяного світла. Реєстрацію та статистичну обробку лазерного випромінювання, розсіяного від водної ($RI = 1,33$)

суспензії наночастинок, проводили протягом 90 с при температурі + 22 °С під кутом розсіювання 90°. Розмір часток розраховували за формулою Стокса-Ейнштейна, яка пов'язує розмір часток з їх коефіцієнтом дифузії і в'язкістю рідини. Отримана автокореляційна функція (АКФ) оброблялася за допомогою стандартних (ліцензійних) комп'ютерних програм (PCS-Size mode v1.61). Цей метод відкриває значні експериментальні можливості для вивчення структур та розмірів розсіюючих систем з їх послідуною математичною обробкою.

Для досліджень гідродинамічних і масообмінних процесів використовувався сухий знежирений фосфоліпідний комплекс «Лецитин соєвий «Solec F» виробництва фірми «Solae Europe», ЄС із загальним вмістом фосфоліпідів 97%. В якості полярного і неполярного екстрагенту використовувались відповідно вода і хлороформ. Дослідні зразки для диспергування готували шляхом розчинення фосфоліпідного концентрату у воді з утворенням водної суспензії фосфоліпідів або попереднього розчинення концентрату в хлороформі, висушуванні одержаного розчину і подальшого утворення із сухого залишку водної суспензії певної концентрації (від 0,5% до 10%).

Дослідження процесу диспергування проводились при температурі 40 °С впродовж трьох циклів обробки на проточному роторно-пульсаційному апараті циліндричного типу з коаксильним набором з двох статорів і одного ротору із зазорами між ними 0,2 мм. Число обертів ротора 50 с⁻¹, продуктивність 800 кг/год. Результати досліджень наведені на рис. 1.



Рис.1. – Залежність середнього діаметру наночастинок від концентрації матеріалу отриманого з попередньою обробкою фосфоліпідів використанням в якості екстрагента:

1 – води; 2 – послідовно хлороформу і води.

Результати досліджень показали, що в залежності від концентрації при диспергуванні першого і другого дослідного зразка отримували частинки із середнім діаметром відповідно від 514 нм до 601 нм і від 72 нм до 379 нм. Найменший діаметр для обох зразків досягається при 5% концентрації водної суспензії фосфоліпідів. Послідовне використання неполярного і полярного розчинника дозволяє значно знизити розмір утворених наночастинок. В результаті реалізації цього способу одержували частинки розміром до 72 нм, при чому дослідний зразок із 5 % концентрацією характеризується великою однорідністю і значна частина частинок (85%) має діаметр до 50 нм, що відповідає малим бішаровим везикулам. 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 цьому гідратовані полярні групи, обернені в сторону водної фази утворюють гідрофільну оболонку, що екранує вуглеводневі (вуглецеві) неполярні ланцюги від контакту з водою. За рахунок утворення зовнішньої оболонки питома вільна поверхнева енергія утвореної структури знижується до значень менших, ніж цей же показник для середовища, при чому термодинамічно вигідним є утворення сферичної форми структур. При послідовному використанні в якості екстрагента неполярного (хлороформу) і полярного (вода) розчинника самоорганізація структури фосфоліпідів проходить декілька раз, кожен раз із зменшенням радіусу частинки, що відповідає зниженню енергії поверхневого натягу.

Розмір фосфоліпідних наночастинок важливий з точки зору їх подальшого використання. У випадках, коли частинки використовують для транспорту мікроорганізмів, наприклад вакцин, необхідні

великі везикули. Однак, більш застосовуваними є дрібні ліпосоми з діаметром до 100 нм. Це пов'язано з тим, що вони є більш стійкими при зберіганні, не так швидко видаляються ретикуло-ендотеліальною системою і мають властивість для більш ефективного транспорту біологічно-активних речовин.

Нами було досліджену стійкість фосфоліпідних наночастинок, отриманих в результаті диспергування матеріалу з концентрацією від 0,5 % до 2,5 % при температурі 20 °С на роторно-пульсаційному апараті. Результати досліджень середнього діаметру наночастинок після диспергування і при зберіганні впродовж 7 діб при температурі 0...4 °С.

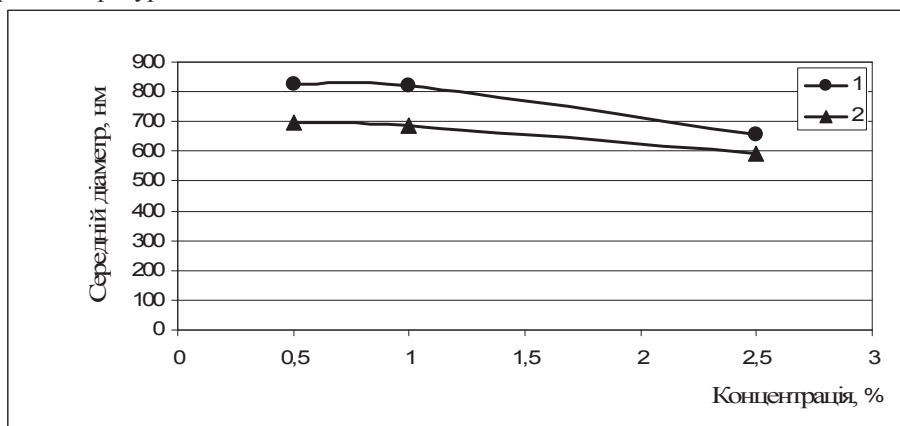


Рис.2 – Залежність середнього діаметру фосфоліпідних наночастинок від концентрації матеріалу:

1 – після диспергування; 2 – при зберіганні впродовж 7 діб.

Результати досліджень свідчать про те, що дисперсна система характеризується досить високою стійкістю в часі. Через те, що фосфоліпідний комплекс відноситься до поверхнево-активних речовин процес агрегації частинок, що характерно для високодисперсних систем, не відбувається. В результаті саморуйнування макрочастинок відбувається утворення більшої кількості частинок з меншим діаметром, що відповідає прагненню дисперсної фази до мінімуму енергії Гіббса.

Одержані результати можуть бути використані при розробці технологій нових продуктів функціонального і спеціального 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 функцій шлунково-кишкового тракту.

Висновки

Одержання фосфоліпідних наночастинок є складним багатофакторним процесом. Для підвищення ефективності гідродинамічних і масообмінних процесів диспергування було досліджено вплив полярних і неполярних екстрагентів фосфоліпідної суспензії на розмір наночастинок, утворених після обробки на роторно-пульсаційному апараті. Також було встановлено досить високу агрегаційну стійкість диспергованих наночастинок при зберіганні. В результаті проведених досліджень було одержано нові дані про властивості фосфоліпідних наночастинок і запропонований спосіб одержання наночастинок певного діаметру в залежності від призначення.

Література

1. Ковальчук М.В. Нанотехнологии – фундамент новой наукоёмкой экономики 21 века/ Российские нанотехнологии, 2007.- Т.2.- №1-2.-С.6-11.
2. Пат. 2216315 RU МПК С2 А61 К9/127. Способ получения липосом / Грегориadis Грегори (GB); Зади Брахим (GB); Джайасекера Прамукух Налака (GB); заявка № 2001101910/14; заявл.2002.11.27; опубл.2003.11.20.
3. Gregoriadis Gregory. Liposome Technology / The School of Pharmacy University of London.- New York, London, 2007.-422 p.
4. Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях / Долинский А.А., Басок Б.И., ГулыйС.И. и др. – К.: Научая книга. – 1996. – 208 с.
5. Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Принципы разработки новых энергосберегающих технологий и оборудования на основе методов дискретно-импульсного ввода энергии // Промышленная теплотехника.-1997.-Т.19.-№4-5.-С.13-25.

6. Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. М.: Машиностроение, 2001.- 260 с.
7. Авдеева Л.Ю. Метод інтенсифікації процесу отримання ліпосоних наноструктур при дискретно-імпульсному введенні енергії // Промышленная теплотехника.- 2010.-Т.32.-№ 3.-С.87-91.
8. 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.
9. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение/ К.Р.Ланге; под научн.ред. Л.П.Зайченко.- СПб.: Профессия, 2004.-240 с.

УДК 637.13

ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ДОВГОСТРОКОВИЙ ТЕРМІН ЗБЕРІГАННЯ ПРОДУКТІВ

Ганзенко В.В., канд. техн. наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Технології, що розроблені Інститутом технічної теплофізики НАН України, суттєво покращують технологічні і мікробіологічні властивості продуктів. Результати мікробіологічних досліджень, які мають найбільший вплив на здатність продуктів до зберігання, дозволили збільшити термін зберігання за рахунок зменшення загальної кількості мікроорганізмів завдяки суміщенню механічної дії, теплоти, зміни тиску.

The technologies developed by the Institute of technical thermal physics NAS of Ukraine, improves technological and microbiological properties of products. The article presents result of the microbiological investigations, which have the most influence on storage stability capacity due to reducing general quantity of microorganisms by combination mechanical action, heat and high pressure.

Ключові слова: мікробіологічні показники, молоко, соєвомолочні продукти, активність води.

Питне молоко завдяки великому вмісту вологи і збалансованому складу поживних та біостимулюючих речовин є гарним середовищем для молочнокислих і немолчнокислих бактерій. На мікробіологічні показники питного молока мають вплив наступні фактори: високий вміст мікробів в сирому молоці з великою частиною термостійких бактерій і психотропних мікробів; режими зберігання сирого молока і термообробки; санітарно-гігієнічні умови виробництва.

За січень-квітень 2009р прослідковується зменшення молочної сировини в усіх категоріях господарств - 99,8% до 2008року. Виникла необхідність прошуку компромісних рішень термообробки наявної молочної сировини. Як відомо в молоці інтенсивно розвиваються мікроорганізми на протязі всього ланцюга переробки, від отримання молочної сировини до реалізації готової продукції і з ціллю зниження небажаної мікрофлори і збільшення терміну його зберігання проводять пастеризацію і стерилізацію. Разом з органолептичними і фізико-хімічними показниками одним із основних показників є термін зберігання продукту. Важливими заходами, які впливають на збільшення терміну зберігання є якісна пастеризація і недопущення вторинного його забруднення. Режими способів термообробки приводять до руйнування біологічно активних речовин, часткової денатурації білків, зниження засвоювання молока. Тому вибір режимів термообробки має бути компромісом між вимогою збереження поживних і фізіологічних якостей молока та вимогою знищення всіх неспорутворюючих патогенних мікробів і технологічно безпечних мікроорганізмів[1]. Ступінь знищення мікробів в процесі пастеризації залежить від вихідної кількості і переважаючого вида мікробів, температури та часу нагрівання, ефективності дії пастеризаційної установки, попередньої очистки молока. Крім того зі зниженням кількості мікробів при пастеризації інактивуються нативні і мікробні ферменти молока. Виходячи з цих обставин, багато підприємств почали впроваджувати різні технології первинної обробки молочної сировини. Всі вони спрямовані на покращання якісних показників її та умов приймання і зберігання, інтенсифікації механічної очистки за рахунок використання бактофугування, мікрофільтрації, використання більш жорстких режимів пастеризації, подвоєної пастеризації або теплової обробки при високих температурах, виключення вторинного засіявання мікроорганізмами, розлив в герметичну тару в холодному чи гарячому вигляді, поліпшення санітарно-гігієнічних умов виробництва, консервування іонами срібла, низином, лізоцимом та інше [2].