

**А.А. Долінський¹, Н.О. Шаркова¹,
Л.Ю. Авдєєва¹, О.О. Лопатін¹, О.В. П'янкова²**

¹ Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ

² Дитяча клінічна лікарня № 9, Київ

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НОВОГО ВІТЧИЗНЯНОГО ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРОДУКТУ ХАРЧУВАННЯ



Наведено результати робіт по впровадженню сучасної енергоресурсозберігаючої технології виробництва функціонального харчування (ліпосомних соєвих напоїв), створеної з використанням нано- та біотехнологічних прийомів інтенсифікації тепломасообмінних процесів.

Ключові слова: технологія; обладнання; напої; наносистеми; теплофізичні, гідродинамічні та біохімічні процеси, дискретно-імпульсне введення енергії.

Дослідження наноструктур, що активно проводяться в останні роки, продемонстрували важливе їх значення для розвитку різних областей науки та техніки. Саме нанотехнології дають можливість знайти нові підходи до вирішення багатьох наукових проблем в енергетиці, матеріалознавстві, біоінженерії, медицині, харчовій промисловості та інших галузях народного господарства, адже в інтервалі нанорозмірів природа "програмує" основні характеристики та властивості речовин і процесів [1, 2, 3].

На основі поєднання останніх науково-технічних досягнень в області тепломасопереносу та біотехнології з використанням нанотехнологічних рішень нами проведено удосконалення енергоресурсозберігаючої технології виробництва функціональних соєвих напоїв з наносистемами та впровадження їх у сферу лікувально-профілактичного харчування. Особлива увага приділялася інтенсифікації тепломасообмінних процесів диспергування,

екстракції і термообробки складної багатокомпонентної системи напоїв, які визначають продуктивність виробництва і якість готового продукту [4, 5].

Аналіз відомих вирішень проблеми одержання водного соєвого екстракту показав, що послідовне проведення процесів диспергування насіння сої, екстракції водорозчинних речовин і термообробки екстракту в безперервному потоці не дає можливості одержати максимальний вихід сухих речовин із сої в екстрагент [6, 7].

Проведені нами дослідження довели, що поєднання процесів подрібнення, екстрагування і теплової обробки дають змогу значно розвинути поверхню тепломасообміну фаз багатокомпонентної системи, збільшити тривалість контакту, поліпшити умови дифузійних процесів та прискорити інтенсивність тепло- та масообмінних процесів. Оптимізація процесів привела до покращення не тільки якісних, але і кількісних показників готового продукту.

Значна увага приділялася визначенню температурних режимів переробки багатокомпо-

нентної системи, до складу якої входить соя, що повинні забезпечувати інактивацію антипоживних речовин, з яких найбільш стійкими до нагрівання є інгібітори трипсину. Результати проведених нами досліджень дали можливість оптимізувати режими гіротермічної обробки соєвої суспензії та одержати математичні залежності розрахунку терміну обробки для інактивації антипоживних речовин при різних температурних режимах, що дозволяє ефективно провести процес термообробки рослинної сировини в широкому діапазоні параметрів [8].

Для інтенсифікації процесу екстракції водорозчинних фракцій рослинної сировини нами додатково був введений біотехнологічний фактор — ферментний комплекс мікробіологічного походження, використання якого приводить до розщеплення вуглеводів, в т.ч. стінок рослинних клітин та частково білків. За результатами наших досліджень використання ферментного комплексу при проведенні процесів диспергування та екстракції водорозчинних речовин багатокомпонентної системи дає можливість покращити умови проведення цих процесів, сприяє збільшенню виходу продукту на 23 % та переходу сухих речовин в екстракт на 12 %, підвищити ефективність процесу відділення нерозчинного осаду, поліпшити біохімічний склад напою та його смакові властивості.

Одним із ефективних і економічно обґрунтованих шляхів вирішення проблеми підвищення харчової і біологічної цінності продуктів харчування населення є використання лецитинових ліпосомних наносистем або *ліпосом*. Ліпосоми представляють собою контейнери-везикули, які складаються з природного біологічного матеріалу — фосфоліпідів. Вони мають унікальну властивість проникати через мембрану безпосередньо до клітини і таким чином доставляти включені всередину них речовини. Переваги використання ліпосом як мікрокапсул для біологічно активних речовин привернули увагу багатьох дослідни-

ків. Промислове застосування ліпосом гальмується через складність виконання ряду вимог, які до них висуваються: надійність приготування, стабільність при зберіганні, можливість забезпечення високого відсотку захвату необхідних речовин всередину. При цьому інкапсуляція в ліпосоми не повинна змінювати природні властивості включених до них речовин [9, 10, 11].

Основний принцип синергетики — універсальність, самоподібність поведінки системи різної природи в дисипативному стані [3] — нами було використано при переведенні фосфоліпиду з міцелярної форми в ліпосомну. При розробці технології введення системи в дисипативний стан ми запропонували метод спрямованого, локального та інтенсивного введення надвисоких потоків енергії в рідинні дисперсні системи [12, 13].

Проведені дослідження показали, що використання цього методу дозволяє одержати ліпосомні наноструктури розміром 300 ÷ 500 нм, з високим обсягом захвату поживних речовин до 60 % та високою стабільністю при зберіганні. Нами було встановлено оптимальні технологічні режими отримання ліпосомних наносистем заданого розміру з високим відсотком захвату та запропоновано промисловий спосіб їх отримання. Інститут технічної теплофізики НАН України вперше в Україні запропонував використання властивостей ліпосомних наносистем для підвищення харчової та біологічної цінності лікувально-профілактичних продуктів харчування. Проведені патентні дослідження по темі показали відсутність аналогів в Україні. За результатами робіт нами були подані кілька заявок на винахід [14].

Одержані нами дані та результати досліджень були використані при вдосконаленні та впровадженні технології у виробництво функціональних продуктів харчування — соєвих ліпосомних напоїв в цеху виробництва лікувально-профілактичного харчування ТОВ "Сонечко".

В результаті проведення робіт технологія виробництва соєвого напою "Ліпосомний" була відпрацьована в промислових умовах, існуюча нормативна документація відкоригована відповідно до умов підприємства та узгоджена з МОЗ України.

В дослідно-промислових зразках ліпосомних соєвих напоїв були визначені органолептичні та фізико-хімічні показники якості. Дослідження показали відповідність соєвого напою "Ліпосомний" вимогам нормативної документації на цей продукт.

Продукт має підвищену біологічну та харчову цінність, у ньому збалансований амінокислотний склад рослинних протеїнів, частково гідролізованих до пептидів та вільних амінокислот, що легко засвоюються, поліпшений вітамінний та мінеральний склад. Особливістю цих напоїв є те, що біологічно активні речовини, вітаміни та мінерали знаходяться в ліпосомній формі — в капсулах (наноструктурах), розміри та матеріал яких дають можливість проникнення цих речовин безпосередньо до клітини, що підвищує ефект лікування.

За висновком санітарно-епідеміологічної експертизи функціональний харчовий продукт напоїв соєвий "Ліпосомний" за всіма показниками безпеки (вмісту токсичних елементів, пестицидів, мікотоксинів, радіонуклідів, мікробіологічними показниками, визначенням генетично модифікованих організмів) є безпечним для здоров'я людини і може використовуватися за призначенням у заявленій сфері застосування при дотриманні умов зберігання та транспортування.

За рекомендаціями МОЗ України новий функціональний харчовий продукт напоїв соєвий "Ліпосомний" призначений для раціонального та дієтичного харчування дорослих та дітей віком від 3-х років при нетерпимості до тваринних білків з метою збагачення раціона харчування білками, мінеральними речовинами та вітамінами, а також для профілак-

тики запальних захворювань шлунково-кишкового тракту.

Розрахунок техніко-економічних показників напою соєвого "Ліпосомного" показав високу економічну ефективність та низький термін окупності впровадження технології.

Для реалізації інноваційного проекту та з метою інформації населення України про нововведення в системі охорони здоров'я Інститутом технічної теплофізики НАН України був розроблений інформаційний лист "Використання напоїв на соєвій основі в дитячому харчуванні", якого розіслали головним спеціалістам Управління охорони здоров'я міських та обласних державних адміністрацій України.

Проведені заходи по вдосконаленню енергоресурсозберігаючої технології виробництва функціонального харчування — ліпосомних соєвих напоїв з використанням нано- та біотехнологічних прийомів інтенсифікації тепломасобмінних процесів — дають можливість запропонувати одержаний досвід впровадження на інших підприємствах України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nanotechnology Research Directions: IWGN Workshop Report. Vision for Nanotechnology R& D in the Next Decade. On behalf of NSTC/CT/IWGN Edited by M.C.Roco, R.S. Williams and P. Alivisatos. — Dordrecht-Boston-London.: Kluwer Academic Publishers, 1999. — P. 200.
2. *Іванова В.С.* Введение в междисциплинарное наноматериаловедение. — М.: Сайнс-пресс, 2005. — 208 с.
3. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. — М.: Мир, 1962.
4. *Лыков А.В., Михайлов Ю.А.* Теория теплопереноса. — М., Госэнергоиздат, 1968. — С. 470; *Лыков А. В.* Теплообмен. — М., Энергия, 1972. — С. 560.
5. *Берман Л.Д.* Об аналогии между тепло- и массообменом. — Теплоэнергетика, 1955, № 8, С. 10–19.
6. *Адамень Ф.Ф., Сичкарь В.И., Письменов В.Н., Шерстобитов В.В.* СОЯ: промышленная переработка, кормовые добавки, продукты питания. — К.: НОРА-ПРИНТ, 2003. — 476 с.

7. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи (Технологические проблемы и перспективы производства). — М.: Агропромиздат, 1987. — 303 с.
8. Шаркова Н.А., Авдеева Л.Ю., Жукотский Э.К., Грищенко А.В. Особенности тепловой обработки сои при получении пищевых продуктов // Труды 2-й междунар. науч.-практ. конф. "Современные энергосберегающие тепловые технологии (Сушка и тепловые процессы)", М., 2005. — Т. 2. — С. 75–77.
9. Красильников В.Н., Несмелов А.И. Липосомы: структура, свойства, производство. // Масложировая промышленность. — 1999. — № 2. — С. 20 — 21.
10. Henkart P., Blumental R. Interaction of lymphocytes with lipid bilayer membranes: A model for lymphocyte-mediated lysis of target cells. — Proc. Nat. Acad. Sci. US, 1975, vol. 72. P. 2789 — 2793.
11. Kirby C.J., Gregoriadis G. // In: Gregoriadis G. (ed.), Liposome Technology, Vol.1. CRC Press, Boca raton, Florida, 1984.
12. Долинский А.А. Использование принципа дискретно-импульсного ввода энергии для создания эффективных энергосберегающих технологий. // Инженерно-физический журнал. — 1996. — т. 69. — № 6. — С. 885–896.
13. Dolinsky A., Sharkova N. The discrete-impulse method of obtaining liposome nanostructures // Deformation & Fracture of Materials, М., 2006. — № 1. — P. 247–248.
14. Долинский А.А., Шаркова Н.О., Терлецкая Я.Т., Авдеева Л.Ю., Жукотский Э.К., Грищенко А.В. Способ промышленного получения липосомных наносистем с использованием эффекта дискретно-импульсного ввода энергии // Материалы Международной научно-практической конференции "Нанотехнология — технология XXI века". — М.: Изд. МГОУ, 2006. — С. 100–103.

А.А. Долинский, Н.А. Шаркова,
Л.Ю. Авдеева, А.А. Лопатин, О.В. Пьянкова

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА ПИТАНИЯ

Приведены результаты работ по внедрению современной энергоресурсосберегающей технологии производства функционального питания (липосомных соевых напитков), созданной с использованием нано- и биотехнологических приемов интенсификации тепло-массобменных процессов.

Ключевые слова: технология; оборудование; напитки; наносистемы; теплофизические, гидродинамические и биохимические процессы; дискретно-импульсный ввод энергии.

А.А. Dolinsky, N.A. Sharkova,
L.U. Avdeeva, A.A. Lopatin, O.V. Pyankova

A TECHNOLOGICAL PECULIARITIES OF A NEW DOMESTIC FUNCTIONAL PRODUCT PRODUCTION

The results of works on manufacturing application of modern energy- and resource-saving technology of production of the functional foodstuffs (liposomic soya-based beverages) are presented. The technologies are created with using of nano- and biotechnological methods of intensification of heat-mass exchange processes.

Keywords: technology; equipment; beverages; nano-systems; thermophysical, hydrodynamic and biochemical processes; discrete-impulse introduction of energy.

Надійшла до редакції 02.03.07.