

**MATERIÁLY
XIV MEZINÁRODNÍ VĚDECKO - PRAKTICKÁ
KONFERENCE**

**EFEKTIVNÍ NÁSTROJE MODERNÍCH
VĚD -2018**

22 - 30 dubna 2018 г.

Volume 9

Praha
Publishing House «Education and Science»
2018

Мартинюк А.О., Бублієнко Н.О.

Національний університет харчових технологій

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНКАПСУЛЯЦІЇ ПРОБІОТИКІВ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

За сучасними уявленнями, пробіотики – це живі мікроорганізми та речовини мікробного походження, які під час природного способу введення справляють позитивні ефекти на фізіологічні, біохімічні та імунні реакції організму хазяїна (людини або тварини) через оптимізацію та стабілізацію його мікробіоти [1,2].

Інкапсуляція пробіотичних бактерій, як правило, використовується як спосіб захисту бактерій від важких факторів навколишнього середовища. Переваги інкапсуляції для захисту пробіотиків від низького шлункового рН були показані в численних дослідженнях [2,3]. Метою інкапсуляції є створення мікросередовища, в якому бактерії виживуть під час обробки та зберігання, а також для цільової доставки в шлунково-кишковий тракт. Також порошкоподібні форми мають тенденцію до пилоутворення та злипання. Мікрокапсуляція дозволяє уникнути цього, а також покращує сипучість матеріалу при фасуванні [4,5].

Інкапсуляція відноситься до фізико-хімічного або механічного процесу для включення речовини біологічно активних сполук у мілі-, мікро- або наномасштабних частинках, які ізолюють їх та контролюють їх вивільнення при застосуванні специфічних умов. Покриття або оболонка герметичних капсул повинні бути напівпроникними, тонкими, але міцними, щоб підтримувати умови навколишнього середовища, зберігаючи клітини живими, але оболонка може бути розроблена для вивільнення пробіотичної клітини в певній зоні людського тіла. Вміст капсули може бути вивільнено різними способами: механічним руйнуванням капсули, розчиненням або розплавленням капсули, дифузією через стінку капсули [2,4].

Різноманітність капсулювальних матеріалів також досить велика – це жири, воски, гліцериди, похідні ПЕГ (поліетиленгліколь), цукри, крохмалі і

модифіковані крохмалі, декстрини, рослинні камеді, желатини та інші білки, деривати з целюлози, казеїнати та інші. Широкий вибір матеріалів дає можливість створювати мікрокапсули, які будуть вивільняти вміст при різних умовах [2,6].

Існують різноманітні технології для виробництва інкапсульованих матеріалів: розпилювальне сушіння, ко-екструзія, капсуляція в киплячому шарі.

Інкапсуляція методом розпилення – це добре розроблений процес, що забезпечує високі темпи виробництва при порівняно низьких експлуатаційних витратах, а отримані порошки стабільні та легко застосовувані. Незважаючи на це, дана економічна та ефективна технологія захисту матеріалів рідко розглядається для іммобілізації клітин через високу смертність від одночасної дегідратації та теплової інактивації мікроорганізмів [2,7].

Сушіння є методом інкапсуляції, який використовується, коли активний інгредієнт розчиняється в інкапсулюючому агенті, утворюючи емульсію або суспензію. Розчинник є гідроколоїдом, таким як желатин, рослинна смола, модифікований крохмаль, декстрин або протеїн. Отримана емульсія розпилюється в потоці нагрітого повітря, в сушильній камері розпилювальної сушарки. У процесі розпилення частки набувають сферичної форми, а матеріал оболонки в міру випаровування води твердне і утворює матрицю [7,8].

Проте іноді, деяка частина продукту залишається незакапсульованою. Проте частку незакапсульованого матеріалу можна контролювати і мінімізувати, тому ця техніка залишається ефективним і найпоширенішим (до 85 %) способом капсуляції багатьох інгредієнтів [7].

Інший важливий фактор – це пристрій самої розпилювальної сушарки. Якщо є сушарка з великою сушильною камерою і ламінарним потоком повітря, то частинки виходять рівні і однакового розміру. У сушарці, де має місце турбулентний потік і частки труться одна об одну і об стінки камери неможливо досягти хорошої інкапсуляції [2].

Більшість розпилювальних сушарок, що використовуються, є однопотоковими за конструкцією, тобто продукт, що надходить у сушку, протікає в тому ж напрямку, що і сушильний агент. Мета полягає в тому, щоб отримати дуже швидке сушіння та уникнути того, що температура сухого матеріалу перевищує температуру вихідного повітря сушарки. Також даний

метод дозволяє автоматизувати процес, а саме проводити процес інкапсуляції разом із сушінням [2]. Одними з дослідників, які вивчали проблему інкапсуляції, було показано успішне використання розпилювальної сушарки для мікрокапсуляції лактобацил та біфідобактерій різних штамів, у тому числі *L. paracasei*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus* [9,10] та *Bifidobacterium rumantium* [8]. Біфідобактерії в інкапсульованій формі показали невелике зменшення їх популяцій при дії кислих середовищ та жовчних розчинів у порівнянні з тими, що виявляються у вільній формі [8].

Проте, більшість пробіотичних штамів не витримують високих температур та дегідратації під час процесу сушіння. Втрата життєздатності головним чином обумовлена пошкодженням цитоплазматичної мембрани, хоча клітинна стінка, рибосоми та ДНК також зазнають впливу при підвищених температурах. Одним підходом, який використовується рядом дослідників для поліпшення пробіотичного виживання, є додавання захисних речовин до середовища для сушіння. Але деякі мікроорганізми виживають краще за інші, так *Enterococcus faecium* зберігає життєздатність в діапазоні температур від 0 °C до 50 °C. Також важливими є параметри, як температура сушіння, час і матеріал оболонки [2,7].

Ко-екструзійна інкапсуляція полягає в продавлюванні капсуль овальної речовини і утворює капсулу компонента через пару концентричних форсунок, розташованих одна в одній. На виході з форсунок струмінь розпадається в потоці повітря або рідини на окремі фрагменти, що представляють собою краплі капсульованої речовини, оточені оболонкою. Далі йде стадія, на якій відбувається затвердіння оболонки капсули [1,3]. Залежно від матеріалу, що утворює оболонку, це може бути охолодження повітрям або рідиною (якщо як матеріал оболонки використовувався розплав воску, ПЕГ або цукрів), сушіння гарячим повітрям (якщо оболонка з розчину гідроколоїдів), або хімічна обробка матеріалу оболонки (якщо оболонка альгінатна або желатинова) [4].

Метод ко-екструзії має ряд переваг перед розпилювальним сушінням. По-перше, 100 % капсульовального матеріалу виявляється всередині капсул. По-друге, отриманий продукт набагато однорідніший за гранулометричним складом в порівнянні з продуктом розпилювального сушіння, не утворює пилу і більш сипкий. По-третє, оскільки обидві фази, складові капсули, практично не

змішуються в процесі обробки, а контактують лише в останній момент, не відбувається масопереносу з фази у фазу, а отже зменшуються втрати активного компонента.

Проте, незважаючи на всі переваги, ця техніка не використовується в промислових масштабах [2].

Методика нанесення оболонки в псевдозрідженому шарі шляхом розпилення розчину або розплаву капсульованого матеріалу надає ширші можливості в плані контролю і регулювання процесу. Частинки покриваються оболонкою, перебуваючи в підвішеному стані в потоці повітря [1,3].

Тарілка, яка є підкладкою для шару капсульованого продукту, перфорована таким чином, що швидкість потоку повітря, яке проходить через неї зменшується від центру до країв. Частинки в центральній частині тарілки починають підніматися з потоком повітря вгору і потрапляють в зону розпилення плівкоутворювача. Далі, оскільки область, в якій відбувається розпилення розширюється догори, швидкість потоку повітря зменшується і підняті вгору частки опускаються назад до периметру апарату. Таким чином, відбувається постійне переміщення частинок усередині зрідженого шару від периметра до центру [2,11].

Іноді в центральній частині тарілки розташовують вертикальну циліндричну вставку, яка відокремлює потік піднятих частинок від решти маси шару. В цьому випадку розпилюючу форсунку встановлюють всередині циліндра. Таке виконання апарату дозволяє гарантувати рівномірніший статистичний час перебування частинок в зоні наплення і отримувати однорідніший за якістю продукт [11].

Також використання даної методики дозволяє одночасно здійснювати процес інкапсулювання та сушіння. За рахунок створення псевдо розрідженого шару нанесення оболонки і сушіння капсул можна проводити в м'якших режимах.

Література:

1. *Gouin S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends // Trends Food Sci. Technol. — 2004. — V. 15. — P. 330–347.*

2. Chávarri M., Marañón I., Carmen Villarán M. (2012) Encapsulation Technology to Protect Probiotic Bacteria. DOI: 10.5772/50046
3. Anal A. K., Singh H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery // Trends Food Sci. Technol. — 2007. — V. 18. — P. 240–251.
4. Atia A., Gomaa A., Fliss Is., Beyssac E. A prebiotic matrix for encapsulation of probiotics: physicochemical and microbiological study. Int J of Microencapsulation 2016; 33:89-101.
5. Petrovic, T., Nedovic, V., Dimitrijevic-Brankovic, S., Bugarski, B., & Lacroix, C. (2007). Protection of probiotic microorganism by microencapsulation. CI&CEQ, 13(3): 169-174.
6. Huq T, Khan A, Khan R, Riedl B, Lacroix M. Encapsulation of probiotic bacteria in biopolymeric system. Crit Rev Food Sci Nutr. 2013;53(9):909-16.
7. Chávez, B.E. and A.M. Ledebøer. (2007) Drying of Probiotics: Optimization of Formulation and Process to Enhance Storage Survival. Drying Technology, 25(7-8):1193-1201.
8. O’Riordan, K., Andrews, D., Buckle, K., & Conway, P. (2001) Evaluation of microencapsulation of a *Bifidobacterium* strain with starch as an approach to prolonging viability during storage. Journal of applied microbiology, 91(6): 1059-66.
9. Corcoran B.M., Ross R.P., Fitzgerald G.F. and Stanton C. (2004) Comparative survival of probiotic lactobacilli spray-dried in the presence of prebiotic substances. Journal of Applied Microbiology, 96: 1024–1039.
10. Koo, S. M.; Cho, Y. H.; Huh, C. S.; Baek, Y. J.; Park, J. Y. (2001) Improvement of the stability of *Lactobacillus casei* YIT 9018 by microencapsulation using alginate and chitosan. J. Microbiol. Biotechnol., 11: 376-383.
11. Stummer, S., et al. (2012) Fluidized-bed drying as a feasible method for dehydration of *Enterococcus faecium* M74. Journal of Food Engineering, 111(1): 156-165.

CONTENTS

BIOLOGICKÉ VĚDY

Strukturální botanika a biochemie rostlin

Количева Н.Л., Поліщук Н.М., Денисенко О.М., Мозуль В.І., Оберемко Т.В. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТИМІКРОБНОЇ АКТИВНОСТІ ЕКСТРАКТУ АЙСТРИ АЛЬПІЙСЬКОЇ	3
---	---

Microbiology

Раимжанова А.К., Булекбаева К.Б., Саржанова Г.Ш. САУДА ЖҮЙЕСІНДЕ САТЫЛАТЫН СҮТ ЖӘНЕ ЕТ ӨНІМДЕРІНІҢ САПАЛЫҚ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІК КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ	7
Мартинюк А.О. Бублієнко Н.О. Аналіз методів інкапсуляції пробіотиків для промислового застосування	11

EKOLOGIE

Stav biosféry a její vliv na lidské zdraví

Махмутова Ж.С. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ КОСТНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ КАЧЕСТВА ВОДЫ	16
--	----

Problematika ekologické výchově mládeže

Колесникова А.Ю., Бейсембаева С.К. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ДЕТСКОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	20
--	----

Monitorování životního prostředí

Наурызбаев А., Тлепбергенова А.Е., Есенаманова Ж.С., Есенаманова М.С. ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІ ДЕЛЬТАСЫНЫҢ ЖӘНЕ ОНЫМЕН ШЕКТЕСЕТІН КАСПИЙ ТЕҢІЗІ ЖАҒАЛАУЛАРЫНЫҢ ТАБИҒИ ЖАҒДАЙЛАРЫНА СИПАТТАМА	26
Дюсекенова А.Е., Тлепбергенова А.Е., Есенаманова Ж.С., Есенаманова М.С. ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА	31
Лозовська А.А., Мрих С.Є. ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ УКРАЇНСЬКИХ РІЧОК	37

VETERINÁŘSTVÍ

Кожаева А.Р., Ихсанова С.Б., Масабаева А.Н ВЕТЕРИНАРНО- САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА МЯСА ПТИЦ	40
--	----

ZEMĚDĚLSTVÍ

Zemědělství, půda a zemědělské chemie

Бастаубаева Ш.О., Бекбатыров М.Б. , Касимова Р.М. ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ПЛОДОРОДИЕ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ КАЗАХСТАНА.....	44
---	----