حلقة دراسية بعنوان

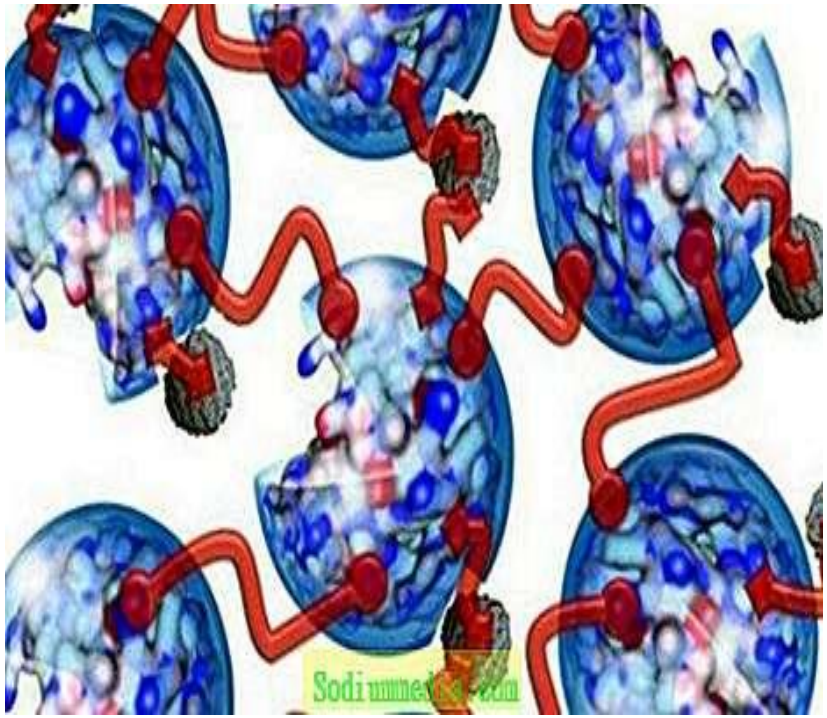
استعمال تقنية الكبسلة الدقيقة في مجال الأغذية

اعداد

م.د. سحر عدنان شيت

ما هي الـكبسلة الدقيقة

Microencapsulation



هي عملية تغليف او حجز او دمج المواد النشطة بايولوجياً والحساسة لظروف المحيط مع مادة حيوية صالحة للاستهلاك اكثر مقاومة للظروف المحيطة والتي تسمى بـ Shell او Coating material ، لضمان ايصالها الى الموقع المطلوب دون تأثرها بالعوامل المحيطة كالحرارة والرطوبة والهواء والضوء والـ pH .

تاريخ نشوء تقنية الكبسلة الدقيقة

- ظهرت هذه التقنية في أواخر القرن التاسع عشر ، لكن الحصول على اول عينات ناجحة من هذه التقنية لم يتم الا في عام ١٩٣١م اذ قام الكيميائيان Bungeburg de Jong و Kass بتطبيق هذه التقنية في مجال الغرويات.
- ما بين العامين ١٩٤٠-١٩٤٢ قام الباحث الامريكي Vert بتطوير تقنية خاصة لكبسلة الحبر ولكن نقل هذه الفكرة من المختبر الى التصنيع استغرق ٨ سنوات.
- في نهاية الخمسينات من القرن الماضي دخلت هذه التقنية في مجال الصناعات الدوائية من اجل السيطرة على المادة الفعالة دوائيا ومنذ ذلك بدأ الإهتمام بهذه التقنية وتطويرها وخصوصا في مجال الصناعات الغذائية.

فوائد الكبسلة

- حماية المواد النشطة بايولوجيا من الضغوطات والمؤثرات البيئية المحيطة بالمواد الغذائية مثل الاوكسجين والضوء والرطوبة والـ pH.
- فصل المواد الفعالة بعضها عن بعض.
- إخفاء العيوب في بعض المواد المغذية كالرائحة والمذاق غير المرغوبين.
- التحكم في إطلاق المواد الفعالة (انفجار الكبسولات) في المكان والوقت المناسبين.
- اطالة العمر الافتراضي للمنتج وزيادة تقبله.

أهم المواد الغذائية التي تم كبسلتها

- زيوت الأوميكا 3 – النكهات – الفيتامينات – مضادات الأكسدة – المركبات الفينولية – الانزيمات ـ الحوامض العضوية مثل حامض الماليك والستريك _ بعض المعادن والاملاح ـ المحليات مثل الاسبارتام والسكرالوز- البروبايوتيك والمركبات العلاجية.

المواد المستخدمة في كبسلة الاغذية

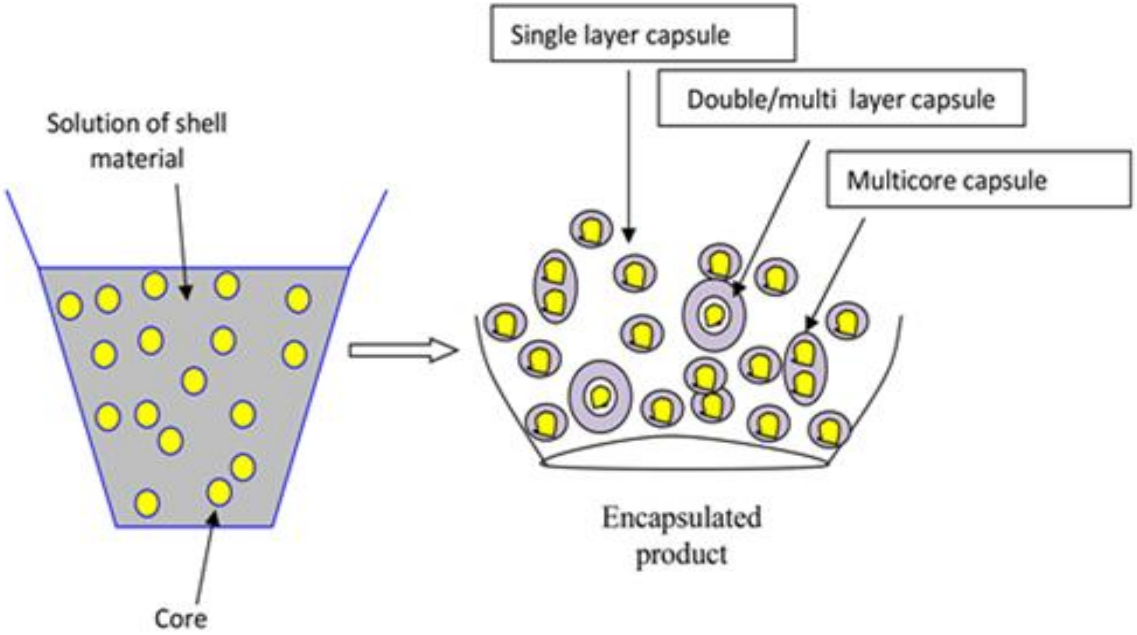
اهم الصفات الوظيفية للمواد المستخدمة في الكبسلة تشمل قابلية الذوبان والخصائص البينية والتبلور

ومن هذه المواد:

- **الكاربوهيدرات** : اهمها النشا ومشتقاته والدكسترينات والاصماغ وتتميز بوفرتها وانخفاض كلفتها ونكهتها المقبولة وقدرتها الجيدة على حماية المواد المكبسلة.
- **البروتينات** : تتميز بخصائص كيميائية وفيزيائية عالية وقدرة على الاستحلاب وتكوين الهلام ومنها بروتين مصل الحليب وبعض البروتينات النباتية.
- **الدهون والشحوم** : وهي مواد كارهة للماء وغير قابلة للذوبان فيه لذلك تستخدم على نطاق واسع في كبسلة المواد المحبة للماء. اهم هذه المواد الشمع والفوسفوليبيدات التي لها القدرة على تغليف المواد النشطة، واكثر استخداماتها في الادوية.

أحجام وأشكال الكبسولات

- تحجز المادة المراد كبسلتها سواءً كانت صلبة أو سائلة أو غازية على شكل جسيمات صغيرة حجمها يترواح بين ٠.٠١-٥٠٠٠ مايكروميتر وتكون عادة كروية أو يتحدد شكلها بشكل وتركيب المادة المكبسلة والتقنية المستخدمة.



الطرق والتقنيات المستخدمة في كبسلة الاغذية

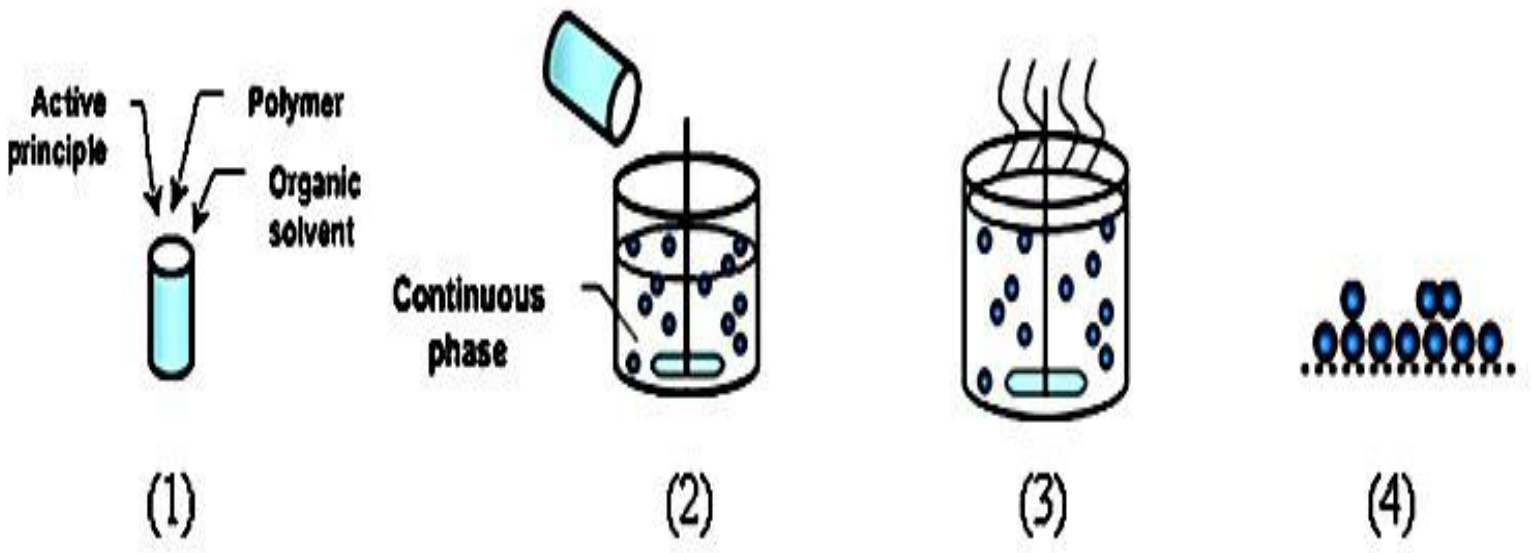
- نتيجة لما لاقته هذه التقنية من نجاح واهتمام متزايد في التطبيقات الصناعية تم اكتشاف طرق مختلفة للكبسلة الدقيقة ويتم اختيار الطريقة المناسبة من خلال طبيعة المادة المراد كبسلتها وخصائص الماد المستخدمة في الكبسلة والخصائص المرغوبة للمنتج النهائي بناءً على الاستخدام المقصود مع مراعاة كلفة العملية.
- وهذه الطرق اما تكون **كيميائية** او **فيزيائية** او **كيموفيزيائية**.

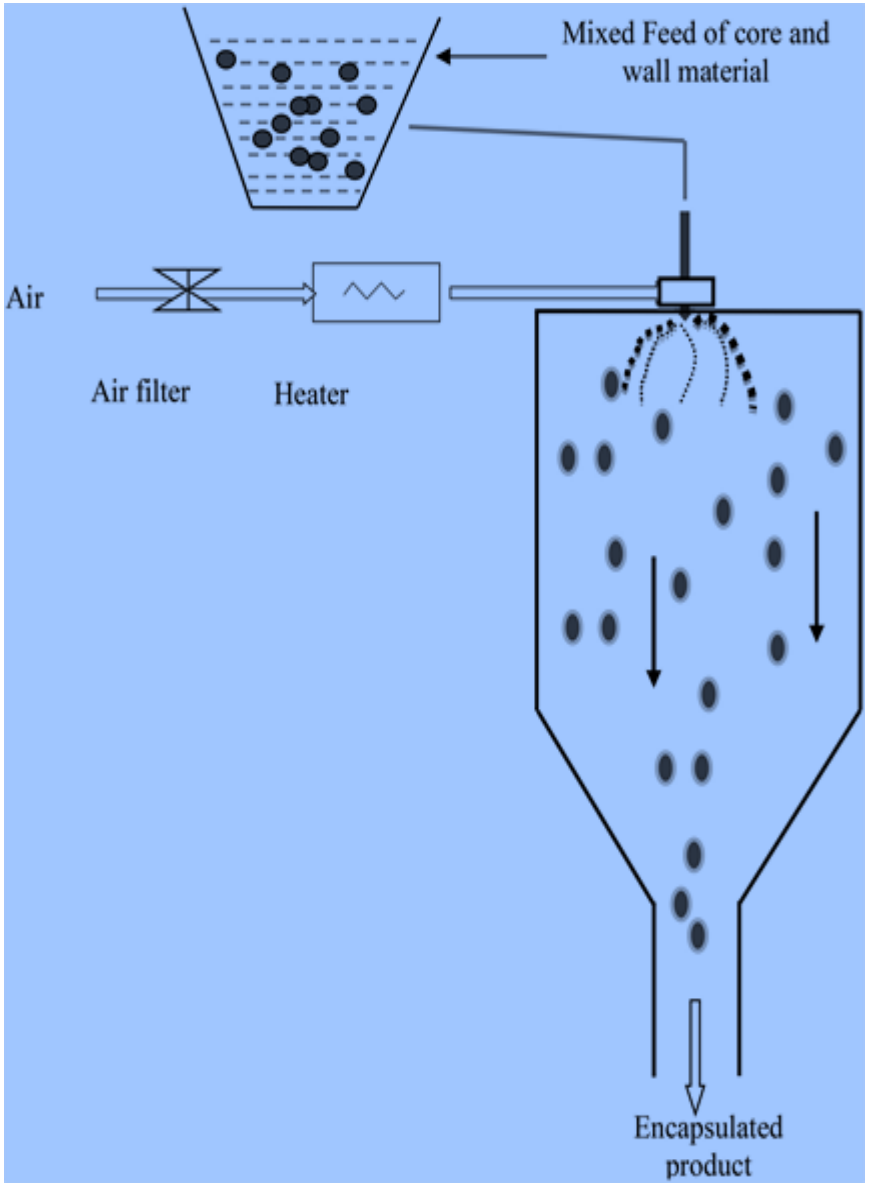
جدول يوضح التقنيات المستخدمة وحجوم الجسيمات المكبسلة في كل تقنية

Encapsulation Technology	Particle size of capsules (μm)
Spray drying	10 – 400
Fluid bed coating	5 – 5000
Spray chilling / cooling	20 – 200
Melt injection	200 – 2000
Melt extrusion	300 – 5000
Emulsification	0.2 – 5000
Emulsions with multilayers	0.2 – 5000
Coacervation	10 – 800
Microspheres produced by extrusion or dropping	200 – 5000
Microspheres produced by emulsification	10 – 1000
Co – extrusion	150 – 8000
Inclusion complexation	0.001 – 0.01

اهم التقنيات المستخدمة في كبسلة الاغذية

- **التغليف (Coating)** يكون بغمر أو تغطية كريات دقيقة من المادة الغذائية في محلول التغليف (الكبسلة) مع المزج. وهي من الطرق الميكانيكية البسيطة وتستخدم على نطاق واسع في الصناعات الغذائية والدوائية.





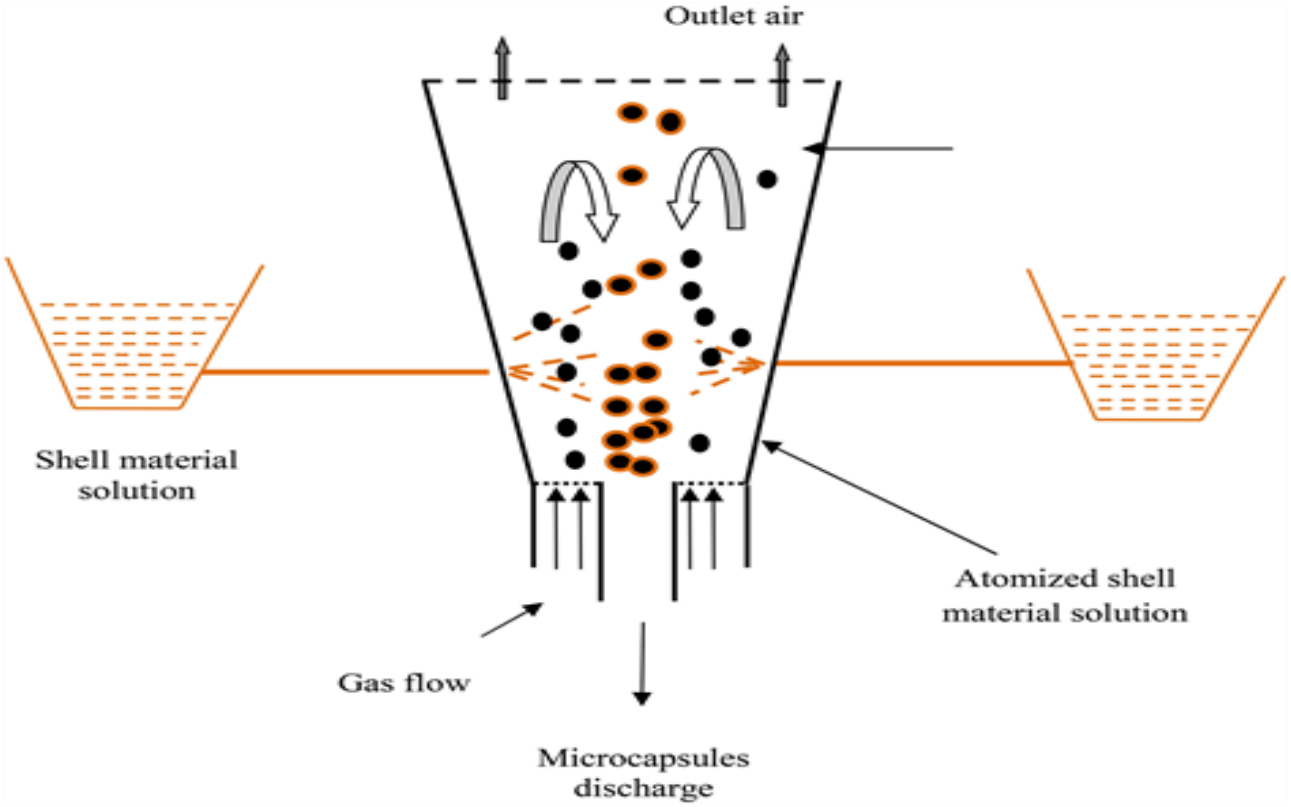
التجفيف بالرذاذ

(Spray Drying)

وهي تقنية فعالة للغاية في الصناعات الغذائية وهي طريقة آلية وتكلفتها بسيطة وتعطي منتوج عالي الجودة. وتجرى بضخ مزيج المادة المراد كبسلتها ومادة التغليف بشكل رذاذ.

- Air Suspnsion

تدفق المادة المراد كبسلتها إلى داخل خزان بشكل رذاذ ويقابله من الجهة المقابلة رذاذ من محلول مادة التغليف ودفعها بهواء ذو درجة حرارة معينة



- **الحجز (Entrapment)**: طريقة معروفة للكبسلة الدقيقة من السبعينات وخصوصا في مجال الصناعات الغذائية. وهي عبارة عن طور مائي محاط بغشاء من الفوسفولبيدات.
- تقنيات اخرى :-

Coacervation

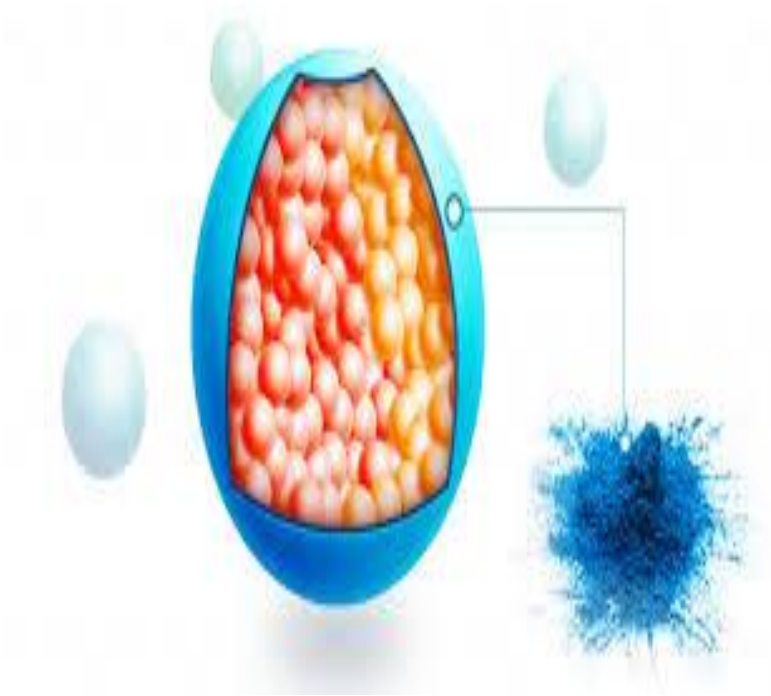
Extrusion coating (البثق)

Spray cooling (الرش المبرد)

Ionotropic Gelation (جلتنة)

Inclusion complexation (الاحتواء)

عملية تحلل او انفجار الكبسولة تتم من خلال



- التغير في الـ pH ـ التغير بدرجة حرارة المحيط – الصدمة التناضحية – الوسط المذيب وهو الاكثر شيوعا ،
- مثال على ذلك المشروبات الجافة او خليط الكيك او بعض الادوية يضاف إليهم الماء الذي يعمل كمذيب للمادة الحاملة وبالتالي تتحرر المواد النشطة.

تطبيقات

- في مجال التصنيع الغذائي
- في مجال الطب والصيدلة والادوية .
- في مجال الزراعة .
- في مجال الالكترونيات .
- في مجال الصناعة الكيميائية

في مجال الصناعات الغذائية تعد البروتينات والسكريات المتعددة الاكثر شيوعا في كبسلة الزيوت غير المشبعة والفيتامينات والانزيمات ومواد النكهة المختلفة لتغيير عمرها الافتراضي وإخفاء المذاق والنكهة غير المرغوبين.

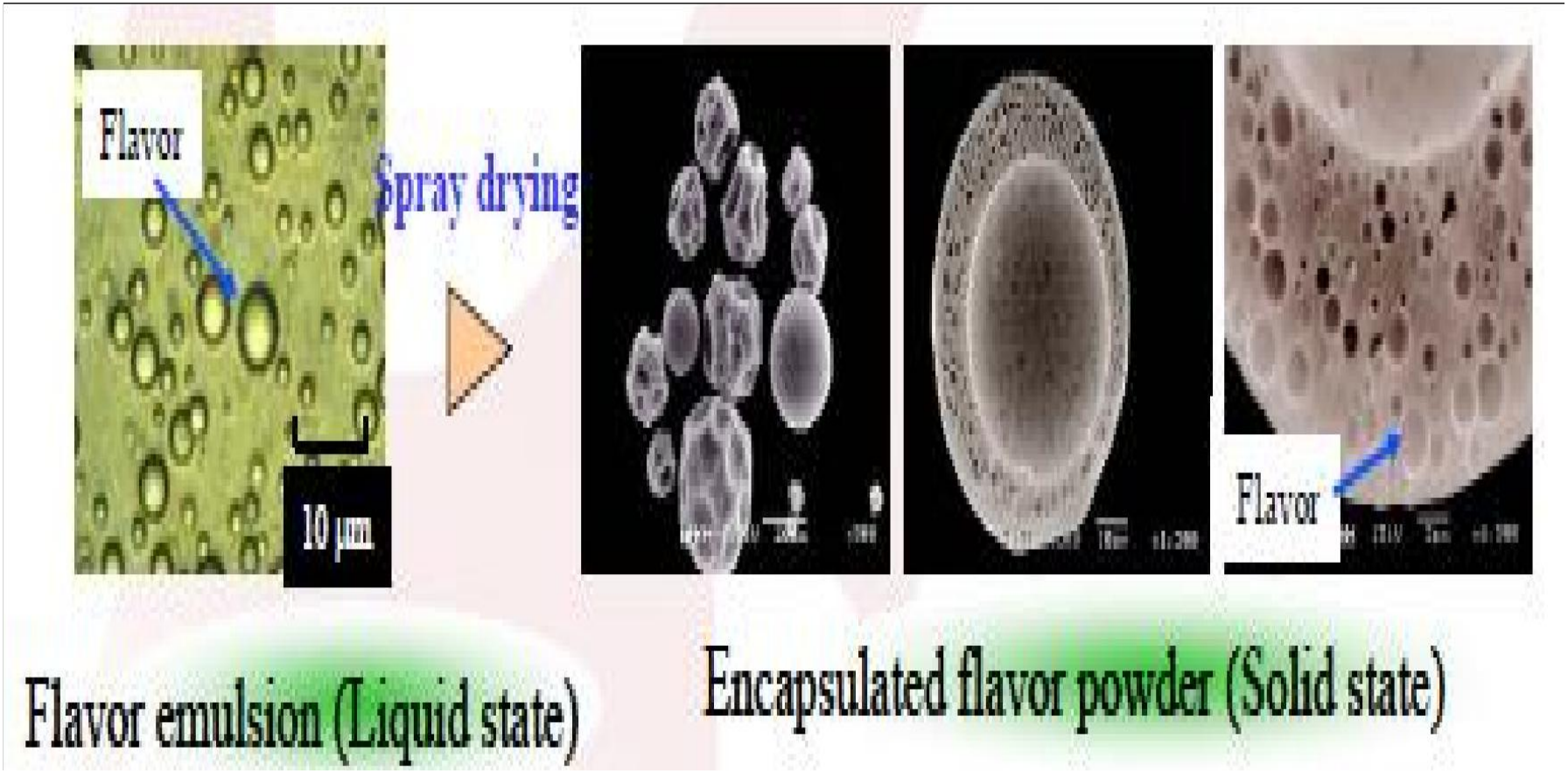
أمثلة عن التطبيقات

- كبسلة زيت سمك السلمون باستخدام بروتينات مصل الحليب واللاكتوز لحماية الاحماض الدهنية ذات الاواصر غير المشبعة (الاوميكا ٣) من الاكسدة والتي تعد المشكلة الرئيسية والتي تعمل على نقص القيمة الغذائية وتشكيل مواد طيارة غير مرغوبة الطعم والرائحة من قبل المستهلك .

- واستخدمت هذه الطريقة من خلال تكوين مستحلب من بروتينات مصل الحليب واللاكتوز وزيت سمك السلمون وبتقنية الـ Coacervation تحت ضغط مرتفع تتحول الجزيئات الى حجم المايكرو ، بعد ذلك تم اجراء الفحوصات اللازمة للكشف عن كفاءة هذه التقنية بعد التخزين.

أمثلة عن التطبيقات

مستحلب النكهة (الحالة السائلة) ومسحوق نكهة التغليف



المصادر

Zuidam, N.J. and Nedovic, V.A., Eds. (2010) Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing. Springer Science + Business Media, LLC, New York.

Weinbreck, F., Minor, M. and De Kruif, C. (2004) Microencapsulation of Oils Using Whey Protein/Gum Arabic Coacervates. Journal of Microencapsulation, 21, 667-679.

Gibbs, B.F., Kermasha, S., Alli, I. and Mulligan, C.N. (1999) Encapsulation in the Food Industry: A Review. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 50, 213-224.

Madene, A., Jacquot, M., Scher, J. and Desobry, S. (2006) Flavour Encapsulation and Controlled Release—A Review. International Journal of Food Science & Technology, 41, 1-21.

Ozkan, G., Franco, P., Marco, I.D., Xiao, J. and Capanoglu, E. (2019) A Review of Microencapsulation Methods for Food Antioxidants: Principles, Advantages, Drawbacks and Applications. Food Chemistry, 272, 494-506.

Barros, D.M., Machado, E.C.L., Moura, D.F., Oliveira, M.H.M., Rocha, T.A., Ferreira, S.A.O., Fonte, R.A.B. and Bezerra, R.S. (2018) Potential Application of Microencapsulation in the Food Industry. International Journal of Advanced Research, 6, 956-976.

Karim, A.A. and Bhat, R. (2009) Fish Gelatin: Properties, Challenges, and Prospects as an Alternative to Mammalian Gelatins. Food Hydrocolloids, 23, 563-576.

Eratte, D., Dowling, K., Barrow, C.J. and Adhikari, B. (2018) Recent Advances in the Microencapsulation of Omega-3 Oil and Probiotic Bacteria through Complex Coacervation: A Review. Trends in Food Science & Technology, 71, 121-131.

شكراً لإصغائكم