



Süt Ürünlerinde Probiyotik Bakterilerin Mikroenkapsülasyonu I: Enkapsülasyon Teknikleri

Tülay ÖZCAN^{1*}, Berna ALTUN¹

¹Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa
*e-posta: tulayozcan@uludag.edu.tr; Tel: 0 224 2941498; Faks: 0 224 2941402

Geliş Tarihi: 14.08.2013; Kabul Tarihi: 08.11.2013

Özet: Mikroenkapsülasyon (ME), probiyotik mikroorganizmalarda uygulama alanı bulunan bir immobilizasyon tekniğidir. Yönteme göre probiyotik hücreler polimer adı verilen matrikslerin içerisine hapsedilmektedir. Bu sayede koruyucu bir polimer tarafından sarılan mikroorganizma yüksek asitlik, safra tuzu ve bakteriyofajın olumsuz etkilerinden korunmakta; hücrenin canlılığı artmaktadır. Bu derlemede süt ürünlerinde probiyotik bakterilerin enkapsülasyonunda uygulanan yöntemler anlatılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Probiyotik, mikroenkapsülasyon, süt ürünleri.

Microencapsulation of Probiotic Bacteria in Dairy Products I: Encapsulation Techniques

Abstract: Microencapsulation is an immobilization technique and its application which is used for probiotic micro-organisms. According to this method encapsulation is a process to entrap a substance in matrix is called polymer. In this way, the coated microorganism by a protective polymer is preserved from low acidity, bile salt, adverse effects of bacteriophage and increased viability of cell. The present article reviews the application of microencapsulation techniques for probiotic bacteria in dairy products.

Key Words: Probiotic, microencapsulation, dairy products.

Giriş

Probiyotikler, doğal bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde değiştirerek insan sağlığı üzerinde yararlı etkiler yaratan canlı mikrobiyel gıda kaynaklarıdır. Probiyotik starter kültür ise, belirtilen etkileri yaratan tek veya karışık kültürlerdir (Özcan, 2012).

Sağlıklı bir sindirim sisteminde dengenin kurulmasında probiyotik etkili *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türleri önemli rol oynamaktadır. Fermente süt ürünleri ile probiyotik bakterilerin vücuda alınması, insan bağırsak mikrobiyotasının dengeye ulaşması açısından önemlidir. Probiyotik bakterilerin öngörülen yararlı etkiyi gösterebilmesi için üründe olması gereken minimum probiyotik bakteri sayısı ise 10^6 - 10^8 kob / mL düzeyinde olmalıdır (Schrezenmeier ve De Vrese, 2001; Ouwehan ve ark., 2002). Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmaların yararlı etkileri aşağıdaki gibi açıklanabilmektedir (Özcan-Yılsay ve Kurdal, 2000; Saarela ve ark., 2000; Sip ve Grajek 2010).

- Bağırsak patojenlerinin kontrolünde etkilidirler,
- Bağırsak enfeksiyonu ve antibiyotik tedavisinin yan etkilerini önlerler,
- Kanseri önleyici etki gösterirler (karsinojenleri parçalayarak kanser yapıcı etkilerini giderirler),
- *Anti-* trombotik ve kolesterol düşürücü etki gösterirler,
- *Anti-hipertansif* etkilidirler,
- Süt şekeri laktozdan ve ayrıca kalsiyumdan yararlanmayı arttırırlar,
- Bağırsaklık sistemini kuvvetlendirirler.

Mikroenkapsülasyon

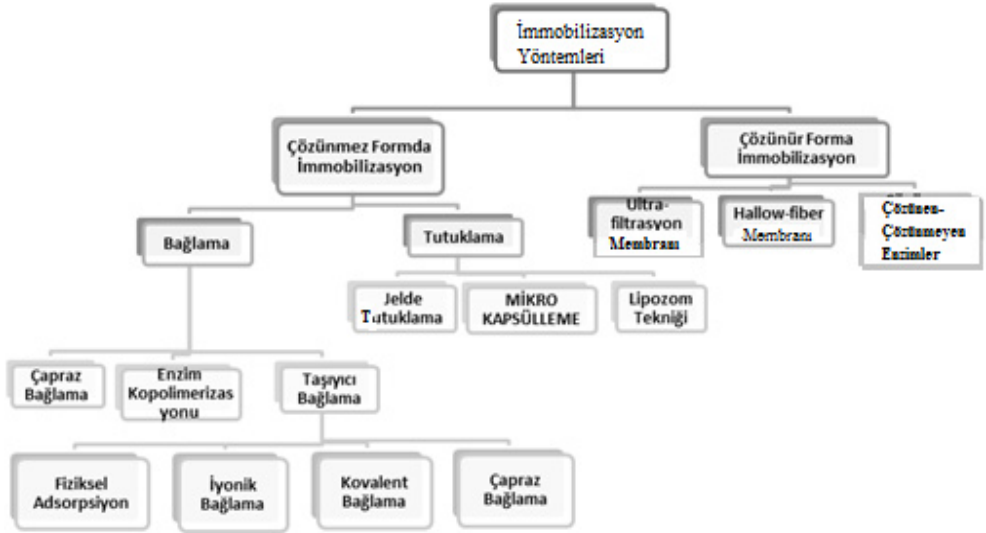
Probiyotik bakterilerin süt ürünü içerisinde canlı hücre sayısını koruması büyük önem taşımaya karşın, bu bakteriler yüksek asitlik nedeni ile ürünün raf ömrü süresince canlılığını yitirmektedir. Bu nedenle, fermente ürünlerde probiyotik bakterilerin canlılıklarının artırılması ve sürekliliğinin sağlanmasına yönelik çeşitli stratejiler son günlerdeki çalışmaların odak noktasını oluşturmaktadır (Gardiner ve ark., 1999, Vinderola ve ark., 2000). Ürün geliştirmede de probiyotik kültürlerin canlılığının sürdürülmesi ve desteklenmesi için çeşitli teknikler uygulanmaktadır (Snah ve Ravula, 2000; Ross ve ark., 2002). Bunlar;

- Fermentasyon sırasında hücre sayılarını arttırmak amacıyla peptitler ve kompleks karbonhidratlar gibi gelişme faktörlerinin kullanımı,
- Ortamdaki oksijen konsantrasyonunun artırılması veya azaltılması,
- Mikroenkapsülasyon,
- Enzimler ve prebiyotikler gibi gelişme faktörlerinin eklenmesi,
- Hidrojen peroksit oluşturan kültürlerin dış koşullardan korunması amacıyla L-sistein ve askorbik asit gibi antioksidanların kullanımı,
- Probiyotik türlerin seçimi, iki aşamalı fermentasyon ve stres adaptasyonu olarak sıralanabilir.

Mikroenkapsülasyon (ME); katı, sıvı veya gaz halindeki gıda bileşenlerinin, enzimlerin, hücre ve diğer maddelerin, mikroorganizmaların protein veya karbonhidrat esaslı bir kaplama materyaliyle paketlenmesi şeklinde tanımlanabilmektedir (Cho ve ark.,

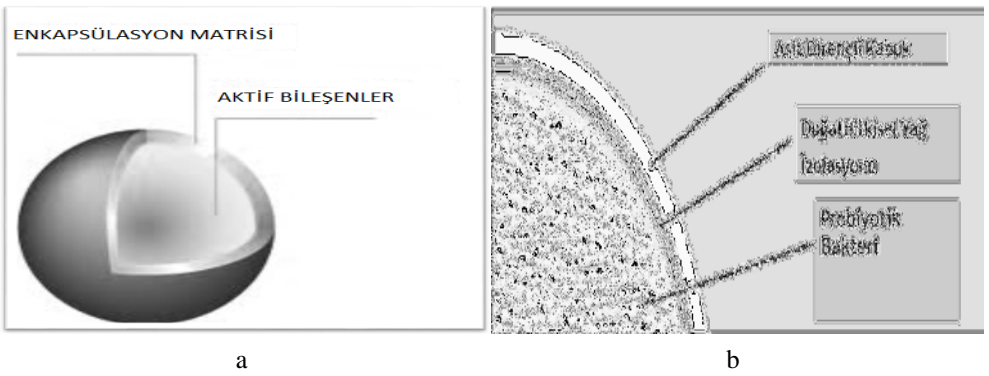
2003; Gouin, 2004; Madene ve ark., 2006). ME, bir immobilizasyon (tutuklama) tekniğidir. Bu yöntemde göre enzimler ve hücreler polimer adı verilen matrikslerin içerisine hapsedilmektedir (Jankowski ve ark., 1997; Kebary ve ark., 1998). İmmobilizasyon uzun yıllardır kullanılmakla birlikte, probiyotik mikroorganizmalara uygulanması yenidir (Doleyres ve Lacroix, 2005; Champagne ve Kailasapathy, 2008; Zuidam ve Shimoni, 2009). İmmobilizasyon genel bir terim olup, ME de dâhil olmak üzere, farklı birçok immobilizasyon yöntemini içermektedir (Şekil 1) (Telefoncu, 1997).

İmmobilizasyon, probiyotiklerin hidrokolloid küreler içerisine hapsedilerek bu mikroorganizmaların sindirim sisteminde ve fermente gıdalarda canlılıklarının korunması için önerilen bir yöntemdir. Bu sayede koruyucu bir polimer tarafından sarılan mikroorganizmanın yüksek asitlik, safra tuzu, bakteriyofaj gibi olumsuz etkilere karşı canlılığı korunmuş ve dayanıklılığı artırılmış olmaktadır. Bu şekilde ürünlerin depolanma süresi de artmaktadır (Krasaekoopt ve ark., 2003; Picot ve Lacroix, 2004).



Şekil 1. İmmobilizasyon yöntemleri (Telefoncu, 1997).

Mikrokapsül içerisindeki materyal öz (core), iç faz veya dolgu olarak ifade edilmektedir. Bununla birlikte duvar bazen kabuk, kaplama veya membran olarak da adlandırılır. Bu öz bir kristal, pürüzlü absorban partikül, emülsiyon, katıların bir süspansiyonu veya daha küçük kapsüllerin süspansiyonu şeklinde olabilmektedir (Burgain ve ark., 2011) (Şekil 2a,b).



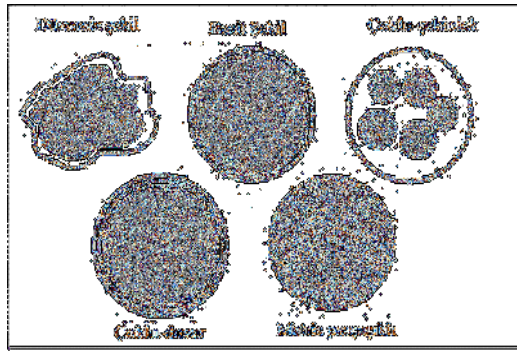
Şekil 2a. Mikroenkapsülasyonda aktif bileşenler (öz) ve enkapsülasyon matrisi (kabuk) (Anonim, 2013a). **b.** Mide asidine karşı bariyer olarak iki katlı kaplama ve probiyotik bakteriler (Anonim, 2013b)

Probiyotik Mikroorganizmaların Mikroenkapsülasyonunda Kullanılan Yöntemler

Geçmişte eski olmamasına rağmen farklı amaç ve kullanım alanları için pek çok ME yöntemi bulunmaktadır. Uygun yöntem, amaçlanan fonksiyonel özelliğin kazandırılması amacıyla kapsül oluşumunda kullanılacak materyalin ve membranın özellikleri göz önüne alınarak seçilmelidir. ME işleminde kapsüllerin oluşturulması için çeşitli teknikler kullanılmaktadır (Şekil 3) (Desai ve Park, 2005; Anal ve Singh, 2007; Burgain ve ark., 2011) Bunlar:

- Püskürterek kurutma,
- Püskürterek soğutma ve dondurma,
- Ekstrüzyon kaplama,
- Lipozom ile kaplama,
- Koazervasyon,
- Emülsiyon polimerizasyonu,
- Çapraz bağlama süspansiyonu,

Bu yöntemlerden probiyotik gıdalarda en çok, *püskürterek kurutma*, *emülsiyon* ve *ekstrüzyon* yöntemleri kullanılmaktadır (Lian ve ark., 2002; Iyer ve Kailasapathy, 2005; Chen ve Chen, 2007)



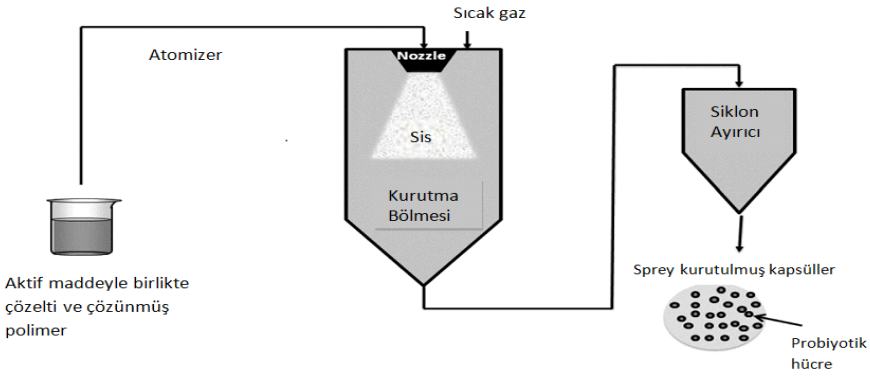
Şekil 3. ME yöntemleriyle elde edilen kapsüller çeşitli şekil ve yapılarına sahip olabilmektedir (Anonim 2013b)

a) Püskürterek kurutma yöntemi

Püskürterek yada sprey kurutma yöntemi, su miktarının ve su aktivitesinin azaltılması ile ürünlerin mikrobiyolojik stabilitelerinin sağlanması, kimyasal veya mikrobiyolojik bozulmaların önlenmesi, depolama ve taşıma maliyetlerinin azaltılması ve ürünlerin spesifik özelliklerinin korunması amacıyla gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Gharsallaoui ve ark., 2007; Chen ve Chen, 2007; Kailasapathy, 2009; De Vos ve ark., 2010). Bu yöntem:

- En yaygın kullanılan ME yöntemidir,
- Kaplama materyali olarak jelatin, modifiye nişasta, dekstrin gibi hidrokolloidler kullanılmaktadır,
- Çekirdek materyali sıcaklığı hızlı evaporasyon sayesinde 100°C'nin altında kalmaktadır,
- Sprey kurutmanın avantajlarından biri, donanım temininin kolay ve işlem maliyetinin diğer yöntemlere göre nispeten daha düşük olmasıdır,
- Teknik tekrarlanabilir ve endüstriyel uygulamalar için uygundur,
- Dezavantajı, küçük bir uygulama alanına sahip olmasıdır. Ayrıca yüksek sıcaklık uygulaması ile bakterilerin canlılıkları azalabilmektedir. Bunu engellemek için, ortama kurutma öncesi koruyucular eklenebilmektedir.

Bu yöntemde, çözeltiye basınç uygulanmakta ve sonra kurutma bölgesine bir "sis" oluşturması için atomize edilmektedir (Şekil 4). Sıcak gaz (hava ya da azot) kurutma bölgesine üflenmektedir. Bu sıcak gaz da çözücünün buharlaşmasına izin vermektedir. Kapsüller daha sonra geri kazanım için bir siklon ayırıcıya taşınmaktadır (Burgain ve ark., 2011).



Şekil 4. Püskürterek kurutma yöntemi ile probiyotik bakterilerin mikroenkapsülasyonu (Burgain ve ark., 2011).

b) Püskürterek dondurma yöntemi

Püskürterek dondurma yönteminde, kapsül kaplama materyali olarak, mumlar, yağ asitleri, suda çözünür ve çözünmez polimerler, ayrıca monomerler kullanılmaktadır. Sprey dondurarak kurutma ile elde edilen kapsüller, sprey-kurutulmuş kapsüllerden daha büyük yüzey alanına sahip olmaktadır. Bazen de kapsüller çevre şartlarına karşı koruma sağlamak için ek bir kabuk ile kaplanabilmektedirler (Wang ve ark., 2006; Kailasapathy, 2009; De Vos ve ark., 2010). Bu yöntem için yüksek enerji kullanımı ve uzun işleme süresinden dolayı sprey kurutmadan 30-50 kat daha fazla maliyet gerektirmesi bir dezavantaj oluşturmaktadır (Zuidam ve Shimoni, 2009; Semyonov ve ark., 2010). Yöntem üç temel aşamayı içermektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Püskürterek dondurma yöntemi

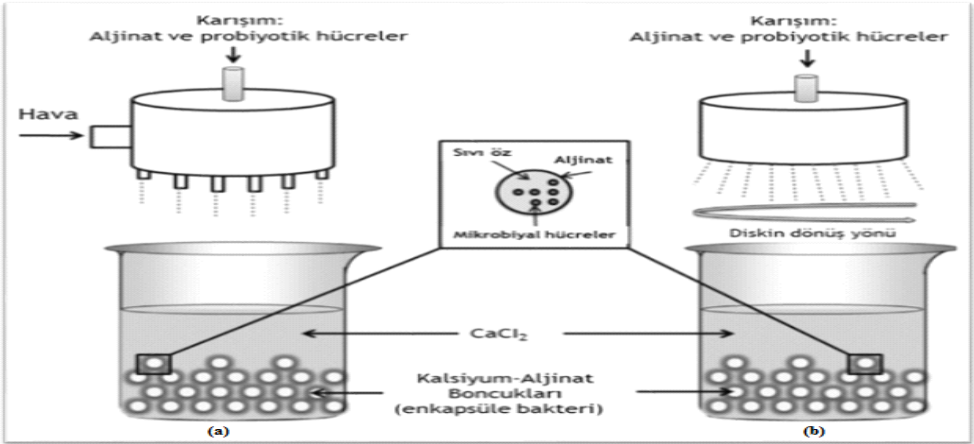
Dondurarak kurutma yönteminin avantajları ise aroma kaybının çok düşük olması, elde edilen ürünün rekonstitüsyon özelliklerinin iyi olması ve çözünen maddelerin gıda içerisindeki hareketi dolayısıyla kayıpların minimum olmasıdır (Heinzelmann ve ark., 2000; Burgain ve ark., 2011).

c) Ekstrüzyon yöntemi

Daha çok, düşük sıcaklıkta uygulanan enkapsülasyon yöntemi olarak bilinen bu yöntem, uçucu ve ısı stabilitesi düşük olan aroma maddelerinin enkapsülasyonunda kullanılmaktadır (Kailasapathy, 2002). Bu yöntemin en önemli avantajı, oksidasyona eğilimli lezzet bileşenlerine normalden daha uzun bir raf ömrü sağlamasıdır. Prensibi ise, atmosfer gazlarının camsı haldeki karbonhidrat matriksleri içine doğru yavaşça difüze olması ve böylelikle oksijene karşı bir bariyer oluşturulmasıdır (Gouin, 2004). Bu yöntem;

- Kaplama materyali olarak genellikle hidrokolloidlerin (aljinat ve karragenan) kullanıldığı bir tekniktir,
- Çekirdek materyalini içeren çözeltinin yüksek basınçla küçük açıklıklardan geçirilmesi ana prensiptir,
- Ucuz, basit ve verimli bir yöntemdir,
- Teknolojisi zararlı çözücüler içermez, aerobik ve anaerobik koşullar altında uygulanabilmektedir,
- Dezavantajı ise, mikro boncuk oluşumunun yavaş olması nedeniyle büyük ölçekli üretimlerde kullanımının zorluğudur.

Ekstrüzyon teknolojisi genellikle, hava ile çalışan çivileme disk aygıtı (a) ve basit iğne damlacık-jeneratörünü (b) içermektedir (Şekil 6) (Burgain ve ark., 2011). Burada, probiyotik hürelere hidrokolloid ilave edilmekte, kalsiyum klorür ve aljinat çözeltisi içinden, bir şırınga iğnesi yardımı ile püskürtme makinesi ile serbest düşüş için izin verilen damlacıklar şeklinde çözelti damlatılmaktadır (Krasaekopt ve ark., 2003).



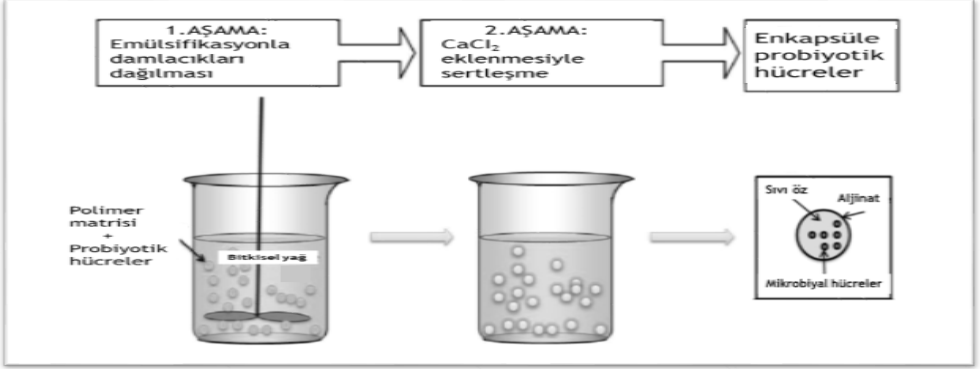
Şekil 6. Ekstrüzyon yönteminin uygulanması (Burgain ve ark., 2011).

d) Emülsifikasyon yöntemi

Emülsifikasyon yönteminde, aljinat, pektin ve karragenan gibi hidrokoloidler kapsülleme amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem süresiz ve sürekli faz arasındaki ilişkiyi temel almaktadır. Emülsiyon işleminde uygulama kolaydır ve bakterilerin canlılığı

yüksek orandadır. Elde edilen kapsüller küçük çaplıdır, jel boncukları hücre için ek koruma sağlayan bir kaplama tabakası oluşturmak için bir ikinci çözelti içine daldırılarak yeniden kaplanabilmektedir (Chen ve Chen, 2007; Kailasapathy, 2009; De Vos ve ark., 2010).

İşlem sırasında hücre polimer süspansiyonun küçük bir hacmi (süresiz faz) büyük hacimli bitkisel yağa (sürekli faz) eklenmektedir. Daha sonra karışım, yağ içinde su emülsiyonu oluşturmak üzere homojen hale getirilmektedir. Yağ içinde su emülsiyonu oluşturulduktan sonra suda çözünür polimerin, yağ fazı içinde küçük jel parçacıkları oluşturması için çözünmez olması gerekmektedir (Şekil 7) (Burgain ve ark., 2011).

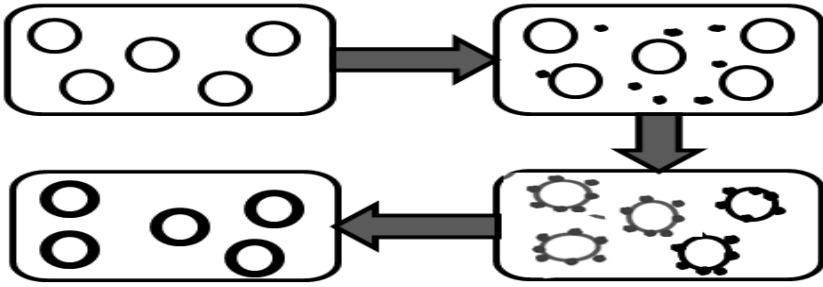


Şekil 7. Emülsifikasyon yöntemi (Burgain ve ark., 2011).

Yapılan bazı çalışmalarda, emülsiyon ve ekstrüzyon yöntemiyle elde edilen mikroenkapsülasyonda probiyotiklerin canlılıkları ve üründe meydana getirdikleri duyuşal özellikler bakımından önemli bir fark olmadığı saptanmıştır (Papagianni ve Anastasiadou, 2009). Ancak emülsiyon ve ekstrüzyon yöntemlerinde, üzerinde durulması ve dikkat edilmesi gereken en önemli aşama, karıştırma ya da homojenizasyon işlemidir. Homojen hale getirme işlemi, mikroenkapsüle edilecek bakterinin canlılığı ve kapsül boyutu üzerinde direkt etkili olmaktadır. Kullanılan homojenizerin özelliğine göre, bakteri canlılığı ve kapsül boyutu değişmektedir. Bu nedenle, mikroenkapsülasyon işlemi sırasında amaca en uygun homojenizer seçimi önemlidir. Emülsiyon tekniğinde, daha küçük çaplarda boncuklar elde edildiği için, çok aşamalı uygulamalara daha uygun olmaktadır (Park ve Chang, 2000; Capela ve ark., 2007; Ding ve Shah, 2009; Heidebach ve ark., 2009).

e) Koaservasyon/faz ayırımı yöntemi

Bu yöntem, polimer özellik gösteren bir çözülden, kaplama materyaline ait sıvı fazın ayrılması ve bu fazın aslı çekirdek partikülleri etrafında üniform bir tabaka halinde tutulmasını içermektedir (Şekil 8) (Desai ve Park, 2005). Kaplama materyali olarak suda çözünen polimerlerin kullanıldığı bir yöntemdir. Yöntemde, çekirdek ve kaplama materyalinin yüzey enerjileri, sıcaklık, pH ve bileşimleri gibi bazı sistem özellikleri değiştirilerek kümeleşmeleri sağlanmaktadır. İşlem tamamlandıktan sonra mikrokapsüller, filtrasyon ve santrifügasyon gibi ayırma tekniklerinden biri kullanılarak ortamdan ayrılmakta ve daha sonra standart bir teknik kullanılarak partiküller tek tek kurutulmaktadır (Kailasapathy, 2002).



Şekil 8. Koaservasyon/faz ayrımı yöntemi

f) Lipozom dağıtma yöntemi

Fosfolipidler suda dağıtıldığında, kendiliğinden oluşan küre şeklindeki kabarcıklara lipozom adı verilmektedir (Teschke ve Souze, 2002). Lipit ve sulu fazlara sahip olması nedeniyle lipozomlar, suda çözünür, yağda çözünür ve amfilik materyallerin kapsülasyonu ile salınımında kullanılmaktadır. Kullanımlarındaki başlıca avantajları enkapsüle edilmiş materyalin uygun zamana kadar saklanabilmesi ve salınım oranının kontrol edilebilir olmasıdır. Lipozomlar içerisinde enkapsüle edilen biyoaktif ajanlar midede sindirimden korunabilmekte ve bağırsaklarda biyoaktivite ve biyoyararlılık sağlayabilecek şekilde gastrointestinal sistemde önemli oranda absorbe edilebilmektedir (Jafari ve ark., 2008). Enkapsülasyonda kullanılan lipozomlar tadın stabilize edilmesinde ve depolama stabilitesinin artırılmasında etkili olmaktadır. Lipozomlar sağlığa olumlu etkileri olan bileşenleri sistem içine alarak ve bunları kapsüle ederek gıdaların biyolojik yararlılıklarını ve dolayısıyla besinsel özelliklerini artırmaktadırlar (Kailasapathy, 2002; Kim ve ark., 2008).

Sonuç

Mikroenkapsülasyon teknolojisinin son yıllarda süt ürünlerindeki uygulamalarıyla, probiyotik bakterilerin ortam şartlarına karşı direnci arttırılmakta ve böylece, ürünlerin depolama ve tüketimi sırasında canlılığının muhafaza edilmesine katkı sağlanmaktadır. Probiyotik bakterilerin ME'si ile ilgili yapılan araştırmalardan yola çıkarak, bu tekniğinin gıda endüstrisinde giderek daha önemli bir konu haline geldiği ve gelecek için büyük bir teknolojik gelişme oluşturulduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anal, A.K., Singh, H., 2007. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trends Food Science and Technology* 18 (5), 240–251.
- Anonim, 2013a. <http://www.polaris.fr/english/know-how/microencapsulation.html>
- Anonim, 2013b. <http://www.burgundygold.com/microencapsulation1>
- Burgain, J., Gaiani, C., Linder, M., Scher, J., 2011. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. *Journal of Food Engineering*, 104 (4), 467–483.

- Capela, P., Hay, B., Shah, N.P., 2007. Effect of homogenisation on bead size and survival of encapsulated probiotic bacteria. *Food Research International*, 40 (10), 1261–1269.
- Champagne, C.P., Kailasapathy, K., 2008. Encapsulation of probiotics. In: Garti, N. (Ed.), *Delivery and Controlled Release of Bioactives in Foods and Nutraceuticals*. Woodhead publishing Ltd., Cambridge, UK, pp. 344–369.
- Chen, M.J., Chen, K.N., 2007. Applications of probiotic encapsulation in dairy products. In: Lakkis, Jamileh M. (Ed.), *Encapsulation and Controlled Release Technologies in Food Systems*. Wiley-Blackwell, USA, pp. 83–107.
- Cho, Y.H., Shim, H.K., Park, J., 2003. Encapsulation of fish oil by an enzymatic gelation process using transglutaminase cross-linked proteins. *Journal of Food Science: Food Engineering and Physical Properties*, 68 (9), 2717–2723.
- Desai, K., Park, H.J., 2005. Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Drying Technology* 23 (7), 1361–1394.
- De Vos, P., Faas, M.M., Spasojevic, M., Sikkema, J., 2010. Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components. *International Dairy Journal*, 20 (4), 292–302.
- Ding W.K., Shah N.P., 2009. Effect of homogenization techniques on reducing the size of microcapsules and the survival of probiotic bacteria therein. *Journal of Food Science*, 74(6), 231–236.
- Doleyres, Y., Lacroix, C., 2005. Technologies with free and immobilised cells for probiotic bifidobacteria production and protection. *International Dairy Journal*, 15 (10), 973–988.
- Gardiner, G., Stanton, C., Lynch, P.B., Collins, J.K., Fitzgerald, G., Ross, R.P., 1999. Evaluation of Cheddar cheese as a food carrier for delivery of a probiotic strains to the gastrointestinal tract. *Journal of Dairy Science*, 82 (7), 1379–1387.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., Saurel, R., 2007. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: an overview. *Food Research International* 40 (9), 1107–1121.
- Gouin, S., 2004. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. *Trends in Food Science and Technology* 15 (7–8), 330–347.
- Heidebach, T., Först P., Kulozik, U., 2009. Microencapsulation of probiotic cells by means of rennet-gelation of milk proteins. *Food Hydrocolloids*, 23 (7), 1670–1677.
- Heinzelmann, K., Franke, K., Jensen, B., Haahr, A., 2000. Protection of fish oil from oxidation by microencapsulation using freeze-drying techniques. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102 (2), 114–121.
- Iyer, C., Kailasapathy, K., 2005. Effect of co-encapsulation of probiotics with prebiotics on increasing the viability of encapsulated bacteria under in vitro acidic and bile salt conditions and in yogurt. *Journal of Food Science* 70 (1), 18–23.
- Jankowski, T., Zielinska, M., Wysakowska, A., 1997. Encapsulation of lactic acid bacteria with alginate/starch capsules. *Biotechnology Techniques*, 11 (1), 31–34.
- Jafari, S.M., Assadpoor, E., He, Y., Bhandari, B., 2008. Encapsulation efficiency of food flavours and oils during drying. *Drying Technology* 26 (7), 816–835.
- Kailasapathy, K., 2002. Microencapsulation of probiotic bacteria: technology and potential applications. *Current Issues in Intest Microbiology* 3 (2), 39–48.

- Kailasapathy, K., 2009. Encapsulation technologies for functional foods and nutraceutical product development. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 4 (33).
- Kebary, K.M.K., Hussein, S.A., Badawi, R.M., 1998. Improving viability of *Bifidobacteria* and their effect on frozen ice milk. Egyptian Journal of Dairy Science, 26 (2), 319–337.
- Kim S., Cho S.Y., Kim S.H., Song O., Shin S., Cha D.S., Park H.J., 2008. Effect of microencapsulation on viability and other characteristics in *Lactobacillus acidophilus* ATCC-43121. LWT-Food Science Technology, 41 (3), 493–500.
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B., Deeth, H., 2003. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. International Dairy Journal, 13(81), 3–13.
- Lian W.C., Hsiao H.C., Chou C.C., 2002. Survival of bifidobacteria after spray-drying. International Journal Food Microbiology, 74 (1), 79–86.
- Madene, A., Jacquot, M., Scher, J., Desobry, S., 2006. Flavour encapsulation and controlled release-A review. International Journal of Science and Technology, 41(1), 1–21.
- Özcan, T., 2012. Fonksiyonel süt ürünleri ve sağlıklı yaşam. Tarım Türk Dergisi, 38 (7), 156-160.
- Özcan-Yılsay, T., Kurdal, E., 2000. Probiyotik süt ürünlerinin beslenme ve sağlık üzerine etkisi, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu “Süt ve Ürünleri Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri”, 22–23 Mayıs, Tekirdağ, 279–287.
- Ouweland A.C., Salminen S., Isolauri E., 2002. Probiotics: An overview of beneficial effects. Antonie van Leeuwenhoek, 82 (1-4), 279–289.
- Papagianni M., Anastasiadou S., 2009. Encapsulation of *Pediococcus acidilactici* cells in corn and olive oil microcapsules emulsified by peptides and stabilized with xanthan in oil-in-water emulsions: studies on cell viability under gastro-intestinal simulating conditions. Enzyme Microbiology Technology, 45 (6-7), 514–522.
- Park J.K., Chang H.N., 2000. Microencapsulation of microbial cells. Biotechnology Advances, 18 (4), 303–319.
- Picot, A., Lacroix, C., 2004. Encapsulation of *Bifidobacteria* in whey protein-based microcapsules and survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. International Dairy Journal, 14 (6), 505–515.
- Ross, R. P., Desmond, C., O’Callaghan, E., Fitzgerald, G., Stanton, C., 2002. Improved survival of *Lactobacillus paracasei* NFBC 338 in spray-dried powders containing gum acacia. Journal of Applied Microbiology, 93(6), 1003–1011.
- Saarela, M., Mogensen, G., Fonden, R., Matto, J., Mattila-Sand-Holm, T., 2000. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. Journal of Biotechnology, 84 (3), 197–215.
- Schrezenmeier, J., De Vrese, M., 2001. Probiotics, prebiotics and synbiotics approaching a definition. American Journal of Clinical Nutrition, 73 (2), 361-364.
- Semyonov, D., Ramon, O., Kaplun, Z., Levin-Brener, L., Gurevich, N., Shimoni, E., 2010. Microencapsulation of *Lactobacillus paracasei* by spray freeze drying. Food Research International, 43 (1), 193-202.
- Sip, A., Grajek, W., 2010. Probiotics and Prebiotics. In Functional Food Product Development, pp 146–177. Smith J., Charter E, Wiley I, eds. UK: Wiley-Blackwell, Ltd., Publication.
- Snah N.P., Ravula R.R., 2000. Microencapsulation of probiotic bacteria and their survival in frozen fermented dairy desserts. Australian Journal of Dairy Technology, 55 (3), 139–44.
- Telefoncu, A., 1997. Enzimoloji. Yüksek Lisans Yazokulu. 21-27 Eylül 1997. Kuşadası, Aydın, Türkiye. 446 s.

- Teschke, O., Souza, F., 2002. Liposome Structure by AFM : Verification of Improved Liposome Stability During adsorption of Multiple Aggregated Vesicles. *Langmuir*, 18 (17), 6513–6520.
- Vinderola, C. G., Prosello, W., Ghiberto, D., Reinheimer, J. A., 2000. Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and nonprobiotic microflora in Argentinian Fresco cheese. *Journal of Dairy Science*, 83 (89), 1905–1911.
- Wang, S., Zhang, M., Tang, J., Mujumdar, A.S., 2006. Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 17 (10), 524–534.
- Zuidam, N. J. ve Shimoni, E., 2009. Overview of Microencapsulates for Use in Food Products or Processes and Methods to Make Them. <http://www.springer.com/978-1-4419-1007-3>.