

미세캡슐화를 위한 분무건조 다당류의 특성

이승철 · 임채환* · 이상천*
경남대학교 식품공학과, *화학과

Characteristics of Spray Dried Polysaccharides for Microencapsulation

Seung-Cheol Lee, Chae-Hwan Rhim* and Sang Chun Lee*

Department of Food Engineering, Kyungnam University

*Department of Chemistry, Kyungnam University

Abstract

Characteristics of viscosity and spray dried particles for several polysaccharides were studied to investigate the possibilities as wall materials for microencapsulation. Viscosities of 10% maltodextrin, 10% gum arabic, 10% dextran, 1% gum locust bean, and 1% gum karaya were 2.2 mPa.s, 9.2 mPa.s, 13.0 mPa.s, 4660.0 mPa.s, and 77.0 mPa.s, respectively. In scanning electron micrographs for spray dried polysaccharides, gum arabic had spherical shapes at 20% and 30% emulsion concentration, while trailed shapes at 40%. Maltodextrin had uniform spherical shapes at 30%, while aggregated form with various kinds of capsule sizes at 40%. Dextran had spherical shapes at 20%, while trailed fibrous shapes at over 30%. Mixed polysaccharides with gum arabic:maltodextrin (1:3, w/w) had uniform spherical shapes at 20%, 30%, and 40% with increasing diameter with increasing concentration.

Key words: microencapsulation, gum arabic, maltodextrin, micrographs, spray drying

서 론

미세캡슐화 기술은 유용성분을 인위적으로 포장하는 기술로서, 의약품, 공업재료, 기록재료, 농업재료, 향료 및 식품 분야에 응용될 수 있다⁽¹⁻³⁾. 식품 분야에서는 식품 첨가물 또는 식품 유용물질을 캡슐화함으로써 식품소재의 산화 방지 및 보존성 향상, 변화하기 쉬운 식품소재의 안정화, 불필요한 냄새의 차단, 액상식품의 고형화 가능, 식품소재의 방출 속도 조절, 제조공정의 개선 및 물성 향상 등의 장점을 가지고 있다^(4,5).

미세캡슐 제조시 유의해야 할 사항으로는 캡슐 제조방법의 선택, 내부 유용물질의 선택, 유화제의 선택, 그리고 피막물질(wall material)의 선택 등이 있다. 미세캡슐 제조방법으로는 spraying process, coating process, extrusion 등을 비롯하여 10여 가지가 보고되어 있으나^(6,9), 분무건조기를 이용한 분무건조법이 가장 일반적이며 경제적으로 산업화에 유리하다⁽⁷⁾. 한편, 식품에 이용되는 미세캡슐의 피막물질은 반드시 식용가

능하며, 용해가 뛰어나고 유화성이 높아야 하며, 또한 가격이 낮아 경제적이어야 한다⁽¹⁰⁾. 전통적으로 널리 이용된 것으로는 gum arabic을 비롯한 gum류, 변형되거나 수화된 전분류, cyclodextrin을 비롯한 신소재 polymer 등의 다당류이다⁽¹⁰⁻¹³⁾. 그러나, 이들 물질들은 미세캡슐 제조방법 및 조건에 따라 다양한 특성을 지니고 있어 피막물질로서의 검증이 필요하다.

본 연구에서는 식품에 대한 미세캡슐화의 기초 연구로서, 식품에 널리 이용되고 있는 다당류의 미세캡슐 피막물질로서의 가능성을 모색하기 위하여 가장 산업화가 용이한 분무건조법을 이용하여 다당류의 농도에 따라 미세캡슐을 제조하고 그 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 연구에서 사용된 다당류로서 gum arabic (G-9752), gum locust bean (G-0753), gum karaya (G-0503), dextran (D-7265)은 Sigma Co. (St. Louis, MO, USA)에서, maltodextrin (41,969-9)은 Aldrich Co. (Milwaukee, WI, USA)에서 구입하였으며, 그의 시약은 특급 이상을 사

Corresponding author: Seung-Cheol Lee, Department of Food Engineering, Kyungnam University, Wolyoung-Dong, Happpo-Gu, Masan 631-701, Korea

용하였다.

다당류의 분무건조

분무건조 전날 밤에 각종 다당류를 20~40%의 범위 내에 증류수에 녹여 혼탁액을 만들었다. 분무건조는 분무건조기(BUCHI Co., B-191, Swiss)를 이용하여 inlet 온도를 200°C, 펌프 속도는 4%, aspirator는 100%로 다당류 혼탁액을 분무하여 제조하였다. 회수된 건조 분말은 질소 가스로 치환한 후 4°C에서 보관하였다.

점도측정

각종 다당류에 증류수를 가하여 10% 또는 1%의 혼탁액을 제조한 후, Brookfield 점도계 LVF (Stoughton, MA, USA)를 이용하여 30 rpm에서 점도를 측정하였다.

전자 현미경 촬영

주사전자현미경(SEM)은 Topcon사(Japan)의 ABT-32 모델을 이용하였으며, gold coating의 전처리를 거친 후 300배의 배율에서 미세캡슐을 관찰하였다.

결과 및 고찰

다당류의 점도 특성

식품에 사용되는 미세캡슐의 피막물질로는 변형된 전분, maltodextrin, corn syrup solids 등의 식이성 다당류가 있으며, 그중에서도 전통적으로 가장 많이 사용된 것은 gum arabic이다. Gum arabic은 북부 중앙 아프리카의 사막 지방의 아카시아 나무로부터 생산되고, D-glucuronic acid, L-rhamnose, D-galactose, L-arabinose, 그리고 미량의 단백질로 구성되어 있으며, 용해도가 높고 유화 특성이 좋아 미세캡슐 제조에 널리 이용되어왔다^(10,12). Maltodextrin은 D-glucose로 구성되어 있으며 단맛이 없고 영양성이 있는 다당류로서^(10,11)

본 실험에 사용된 것은 dextrose equivalent (D.E.)가 16.6~19.5의 것이었다.

피막물질로 이용될 수 있는 각종 다당류의 점도를 조사한 결과, maltodextrin 용액이 가장 낮았으며, gum arabic이 첨가될수록 점도가 증가하였다(Table 1). 본 연구에 이용된 dextran은 *Leuconostoc mesenteroides*에서 생산된 평균 분자량 260,000의 것으로서, 점도가 gum arabic보다 높았다. Gum locust bean과 gum karaya는 1% 용액의 점도가 각각 4660.0 mPa.s, 77.0 mPa.s로 매우 높게 측정되었다. 분무건조법을 이용한 미세캡슐화 제조시, 피막물질은 대체로 고농도로 사용될수록 원하는 내부물질의 감싸는 능력이 높다고 보고되었다⁽⁴⁾. 분무건조를 위해서는 피막물질을 용해시키는 것이 필수적이므로 점도가 낮고 용해성이 뛰어난수록 경제적인 효율성이 뛰어나다⁽¹⁰⁾. 따라서, 상기의 조사된 다당류에서는 maltodextrin, gum arabic, dextran이 가장 타당하였다.

분무건조 미세캡슐의 특성

미세캡슐의 제조 방법에는 여러 가지가 있으나, 산업화를 위한 방법으로는 분무건조법이 가장 많이 사용된다⁽⁷⁾. 본 연구에서는 분무건조법으로 각종 다당류의 미세캡슐화를 시도하여, 전자현미경으로 입자를 관찰하였다. Fig. 1의 (A-1), (A-2), (A-3)은 gum arabic을 각각 20%, 30%, 40% 용액으로 만들어 분무건조한 결과로서, 20%와 30%의 경우에는 작은 원형의 입자가 관찰되었으며, 20%의 경우에 비하여 30%에서 입자의 크기가 더욱 크게 관찰되었으나, 40%에서는 고농도로 인하여 입자가 제대로 형성되지 않고 섬유상의 늘어진 형태가 관찰되었다. (B-1), (B-2), (B-3)은 각각 maltodextrin의 20%, 30%, 40% 용액을 분무건조한 결과로서, 20%에서는 넓은 평면의 당류 표면에 간혹 캡슐이 발견되었으나, 30%의 경우에는 비교적 고른 분

Table 1. Viscosity of several polysaccharide blends

Total solids %	Polysaccharides	Proportion (w/w)	Viscosity mPa·s (22°C)
10	Maltodextrin : Gum Arabic	1 : 0	2.2
10	"	4 : 1	2.8
10	"	3 : 1	3.4
10	"	2 : 1	4.6
10	"	1 : 2	6.4
10	"	1 : 3	6.8
10	"	1 : 4	7.4
10	"	0 : 1	9.2
10	Dextran		13.0
1	Gum locust bean		4660.0
1	Gum karaya		77.0

포의 원형 입자가 관찰되었으며, 40%의 농도에서는 다양한 크기의 입자가 뭉쳐서 관찰되었다. (C-1), (C-2), (C-3)은 dextran의 20%, 30%, 40% 용액에 대한 결과로서, 20%에서는 구형의 캡슐이 골고루 관찰되었으나, 30% 이상의 농도에서는 입자가 따로 독립되지 않고 입

자에 섬유상의 늘어진 당류가 붙어있는 것이 관찰되었다. 이는 dextran이 점도가 높아 분무건조기의 nozzle에서 분산화가 제대로 이루어지지 않았음을 의미한다.

(D-1), (D-2), (D-3)은 gum arabic : maltodextrin (1:3, w/w)을 20%, 30%, 40% 용액으로 제조하여 분무건조

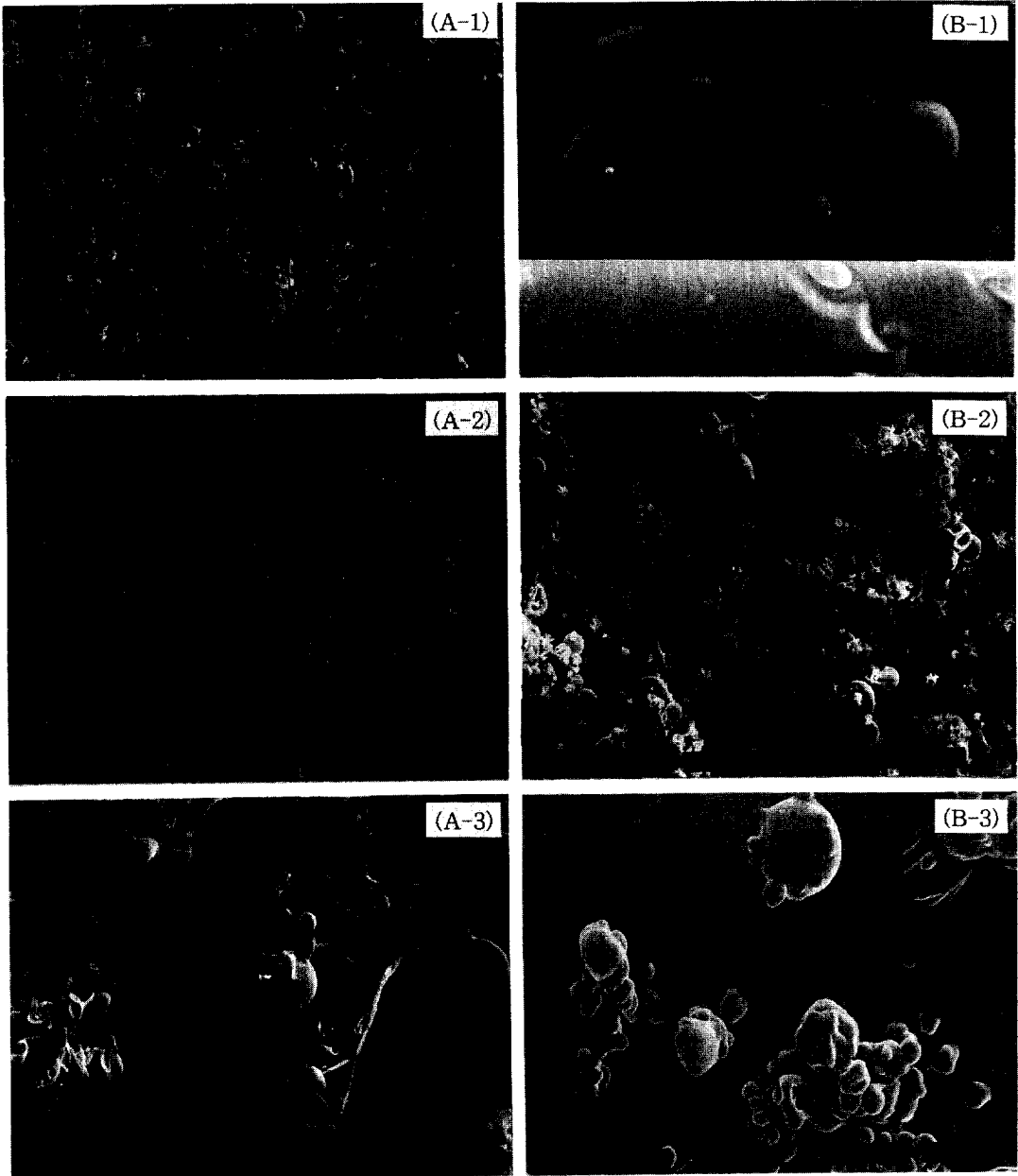


Fig. 1. Scanning electron micrographs for several kinds of microencapsulated polysaccharides. Microcapsules were prepared by spray drying method with (A-1) 20%, (A-2) 30%, (A-3) 40% gum arabic solutions, (B-1) 20%, (B-2) 30%, (B-3) 40% maltodextrin solutions, (C-1) 20%, (C-2) 30%, (C-3) 40% dextran solutions, and (D-1) 20%, (D-2) 30%, (D-3) 40% gum arabic : maltodextrin (1:3) solutions, respectively ($\times 300$).

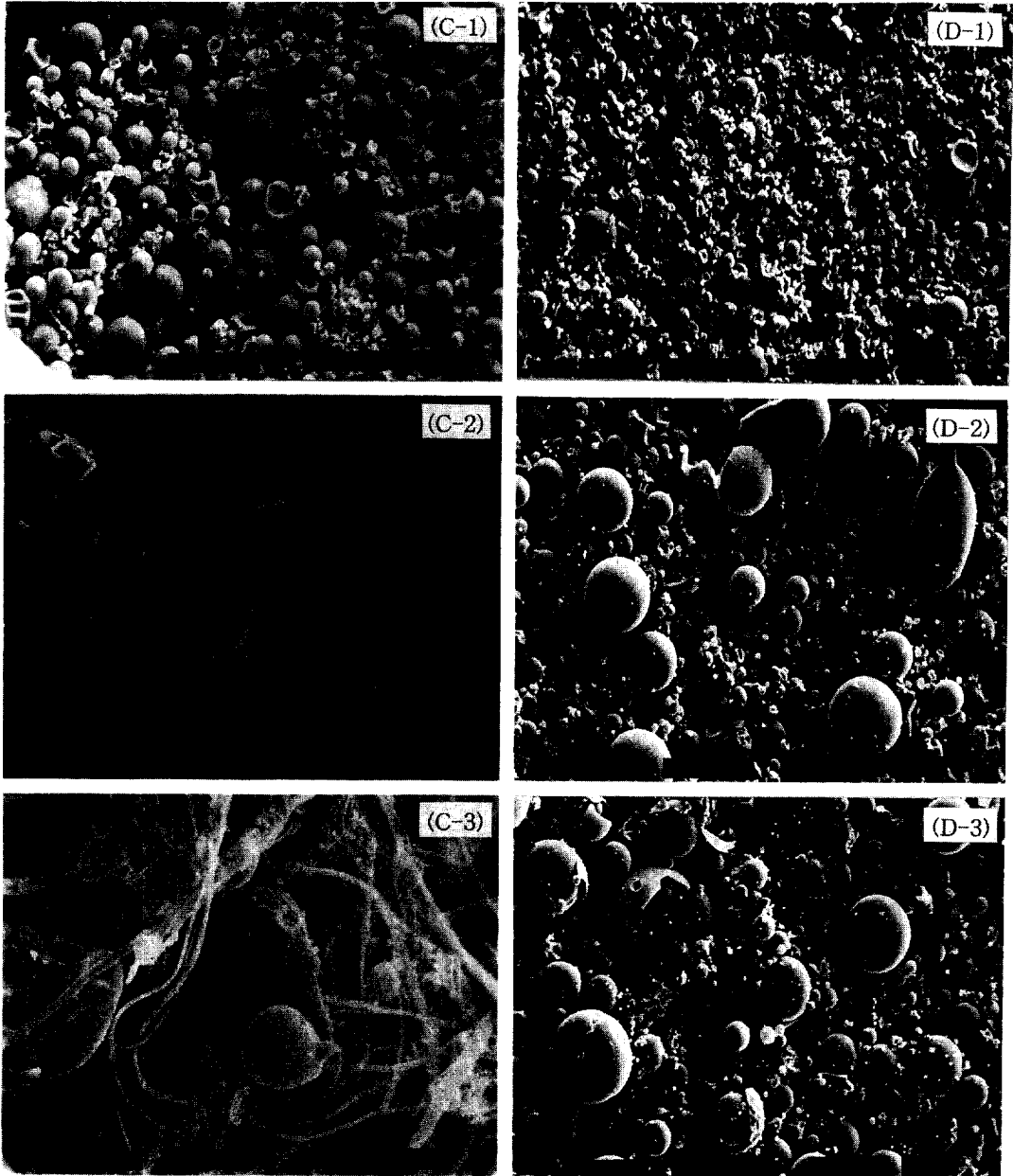


Fig. 1. Continued.

한 결과로서, 모든 농도에서 원형의 캡슐이 고르게 관찰되었고 농도가 높을수록 비교적 큰 입자가 생성되었다. 미세캡슐 입자의 크기가 작을수록 내부물질의 포집에 유리하다는 보고도 있으나, 일반적으로 크기보다는 피막물질의 종류나 분무시의 조건 등이 더 중요하고, 분무건조시의 농도가 높을수록 유리하다고 보고

되었다⁽¹⁴⁻¹⁶⁾. 따라서 향후 보다 다양한 조건에서 미세캡슐화를 시도하여 특성을 연구하는 것이 필요하다.

이상의 결과에서, 분무건조법을 이용한 다당류의 미세캡슐화에는 다당류의 점도가 캡슐 형성에 중요한 영향을 미치며, 점도가 너무 낮거나 높으면 캡슐 형성이 잘 되지 않음을 알 수 있다.

요 약

미세캡슐화를 위한 기초 연구로 다양한 다당류의 점도를 측정하고, 분무건조법을 이용하여 미세캡슐을 제조하여 특성을 비교하였다. 10% maltodextrin의 점도는 2.2 mPa.s, 10% gum arabic은 9.2 mPa.s, 10% dextran은 13.0 mPa.s, 1% gum locust bean은 4660.0 mPa.s, 1% gum karaya는 77.0 mPa.s로 측정되었다. 분무건조기를 이용하여 제조한 각종 다당류의 미세캡슐을 전자현미경으로 관찰한 결과, gum arabic은 20%의 농도에 비하여 30%에서 입자가 크게 형성되었으나 40%에서는 섬유상의 늘어진 형태가 관찰되었다. Maltodextrin은 30%에서 고른 분포의 원형 입자가 관찰되었으며, 40%의 농도에서는 다양한 크기의 입자가 뭉쳐서 관찰되었다. Dextran은 20%에서 구형의 캡슐이 골고루 관찰되었으나, 30%이상의 농도에서는 섬유상의 형태가 관찰되었다. Gum arabic : maltodextrin (1:3, w/w)의 경우에서는 20%, 30%, 40% 농도에서 구형의 캡슐이 고르게 관찰되었고 농도가 높을수록 입자의 크기가 증가하였다.

문 헌

1. 近藤保 : 마이크로캡슐. 日本規格協會, p.1-4 (1991)
2. 장관식 : 미세캡슐화와 식품산업. 식품기술, **5**(2), 67 (1992)
3. 장관식 : 미세캡슐화와 식품산업(II). 식품기술, **5**(3), 59 (1992)
4. Graves, R.E.: Uses for microencapsulation in food additives. *Cereal Sci. Today*, **17**(4), 107 (1972)
5. Reineccius, G.A.: Controlled release techniques in the food industry. In *Encapsulation and controlled release of food ingredients*, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (ED.), ACS Symposium Series 590, American Chemical Society, Washington D.C., p.8-25 (1993)

6. 近藤保 : 마이크로캡슐. 日本規格協會, p.4-31 (1991)
7. Risch, S.J.: Encapsulation: Overview of uses and techniques. In *Encapsulation and controlled release of food ingredients*, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (ED.), ACS Symposium Series 590, American Chemical Society, Washington D.C., p.2-7 (1993)
8. Arshady, R.: Microcapsules for food. *J. Microencapsulation*, **10**(4), 413 (1993)
9. Graves, B. and Weiss, H.: Encapsulation Techniques. In *Encyclopedia of food science and technology*, Hui, Y.H. (ED.), Wiley-Interscience, New York, p.697-703 (1992)
10. Reineccius, G.A.: Carbohydrates for flavor encapsulation. *Food Technol.*, **45**, 144 (1991)
11. Kenyon, M.M.: Modified starch, maltodextrin, and corn syrup solids as wall materials for food encapsulation. In *Encapsulation and controlled release of food ingredients*, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (ED.), ACS Symposium Series 590, American Chemical Society, Washington D. C., p.42-50 (1993)
12. Thevenet, F.: Acacia gums: Natural encapsulation agent for food ingredients. In *Encapsulation and controlled release of food ingredients*, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Ed.), ACS Symposium Series 590, American Chemical Society, Washington D.C., p.51-59 (1993)
13. Hedges, A.R., Shieh, W.J. and Sikorski, C.T.: Use of cyclodextrins for encapsulation in the use and treatment of food products. In *Encapsulation and controlled release of food ingredients*, Risch, S.J. and Reineccius, G.A. (Ed.), ACS Symposium Series 590, American Chemical Society, Washington D.C., p.60-71 (1993)
14. Rosenberg, M, Kopelman, I.J. and Talmon, Y.: Factors affecting retention in spray-drying microencapsulation of volatile materials. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 1288 (1990)
15. Reineccius, G.A.: Flavor encapsulation. *Food Reviews International*, **5**(2), 147 (1989)
16. Bhandari, B.R., Dumoulin, E.D., Richard, H.M.J., Noleau, I. and Lebert, A.M.: Flavor encapsulation by spray drying. *J. Food Sci.*, **57**, 217 (1992)

(1997년 8월 14일 접수)