

분무건조법을 이용한 참취 및 섬썩부쟁이 추출물의 미세캡슐화

강운창 · 최경구 · 김공환 · 김현구*

아주대학교 화학 · 생물공학부, *한국식품개발연구원

Microencapsulation of *Aster scaber* and *Aster glehni* by Spray Drying

Yoon-Chang Kang, Kyung-Ku Choi, Kong-Hwan Kim and Hyun-Ku Kim*

Division of Chemical Engineering & Biotechnology, Ajou University, Suwon 442-749, Korea

*Korea Food Research Institute, Songnam 463-746, Korea

Abstract

Spray drying was used as a means for microencapsulation of *Aster scaber* and *Aster glehni*. The optimum conditions of spray drying were found to be 210°C for the inlet temperature and 5 ml/min for the feeding rate. The color difference decreased by 12~25% for the herb extracts depending on storage temperatures. With an increase in storage temperature, color of the control changed considerably compared to microencapsulated powders. This is due to the fact that wall materials minimized effect of oxygen on the herb extracts. Microencapsulated powders in the amounts of 50 ppm and 250 ppm added to hydrogenated soybean oils led to lower acid values and conjugated diene values during 6 day storage. Compared to the control, the herb extracts displayed 16~48% increase in antioxidation effect, while the microencapsulated powders exhibited 46~88% increase. Extracts also showed lower conjugated dienoic acid contents than those of the control. Although antioxidation effect of the microencapsulated powders did not prevail on the significant level in the early stage of storage of oils tested, it became predominant after one week of storage as wall materials were gradually degraded under the high temperature thereby releasing core material from the microcapsule.

Key words : *Aster scaber*, *Aster glehni*, microencapsulation, spray drying

서 론

최근 국민 생활 수준의 향상, 세계 경제질서의 변동 및 자연 환경의 오염과 훼손 등 국내외적인 환경 변화에 대처하기 위한 새로운 자원식물의 개발에 대한 요구가 커지고 있다. 그 중에서도 식용 야생 식물은 인간의 무병장수를 위한 건강 식품의 소재로서 날로 관심이 높아지고 있으며, 산채류의 약리 작용으로 식품 이상의 기대를 갖게 되면서 건강 식품으로 인식을 새롭게 하게 되어 수요와 공급이 확대되고 있다. 산채는 온갖 효소, 비타민, 미네랄, 엽록소 등 몸에 좋은 고농도의 영양소 및 식물섬유를 가지고 있어 재배 채소보다 훨씬 영양가가 높다는 것이 과학자들에 의해 입증되어 건강을 유지해 주는 식품 즉 건강식품이라는 개념으로 바뀌어 가고 있다(1). 이런 산채류는 인체 내에서 계속적으로 분비되어 나오는 생리활성물질을 분해하고 내피세포에

염증을 일으킴으로써 동맥경화를 유발시키는 산화 LDL(oxidized low density lipoprotein)의 생성을 억제하며, 지질의 과산화 방지 기능을 가지고 있다. 지질의 과산화 방지와 LDL의 산화를 방지하는 항산화제로는 BHT와 BHA 등이 많이 사용되고 있으나 화학적 합성품으로 생체효소의 활성을 억제하고 암을 유발한다는 보고가 있으며 대부분의 항산화제는 거의 모두 인체에 독성을 나타내어 사용규제를 받고 있다(2).

산채류는 증산 호흡작용으로 인하여 수확 후 급격한 품질 변화를 가져오기 때문에 저장 기간이 매우 짧다. 일반적으로 산채류는 생채로 시장에 유통되다가 신선도가 떨어지면 건조나 blanching 후 다시 건조하여 판매되고 있는 실정이다. 이와 같은 과정을 거치면 산채의 생체 속에 함유되어 있는 많은 향기성분이나 비타민, 또는 인체에 매우 유용한 무기질 등이 파괴되어 많은 영양적 손실을 가져오게 된다(1). 미세캡슐화 기술은 어느 한 물질 또는 혼합물이 다른 물질 또는 시스템으로 포집 또는 코팅하는 공정으로 향료, 영양성분 등의 불안정한 물질을 외부환경 즉 빛, 산소, 수분으로부터 격리시키고, 독성, 냄새, 맛을 은폐시키며, 고형화시킴으로써 취급을 간편하게 하고, 내용물의 용출 속도를 조절하

Corresponding author : Kong-Hwan Kim, Division of Chemical Engineering & Biotechnology, Ajou University, San 5, Wonchun-dong, Paldal-gu, Suwon, 442-749, Republic of Korea
E-mail : konghkim@madang.ajou.ac.kr

는 목적으로 이용되고 있다(3). 또한 분무건조는 산업체에서 많이 이용하고 있는 하나의 건조 공정으로, 액체상태, 현탁액, emulsion 또는 paste의 시료를 뜨거운 매체 속으로 분무함으로써 건조된 분말의 형태로 전환하게 한다. 건조된 시료는 분말, 가루, 또는 덩어리 형태로써 시료의 물리적 및 화학적 성질에 따라 달라지고 건조기의 형태나 조작에 따라 많이 달라진다. 본 연구는 미세캡슐화를 통하여 산채류 증참취와 섬쭉부쟁이 추출액의 저장성을 향상시키고 항산화작용 및 미세캡슐화에 의한 항산화물질의 영향을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서는 경상북도 안동에서 재배된 참취와 섬쭉부쟁이를 사용하였으며, 건조된 것을 분쇄하여 -18°C 이하에서 냉동보관하며 사용하였다.

추출 및 분획

건조된 시료(참취, 섬쭉부쟁이)를 작두로 잘게 자른 다음 분쇄기를 이용하여 분쇄하고, -18°C 이하로 유지되는 냉동고(SFR-A 1800D, Samsung Co., Korea)에서 저장하였다. 분쇄된 시료 1g당 10배의 비(w/v)로 ethyl alcohol을 첨가하여 50°C 에서 3시간 동안 magnetic stirrer를 이용하여 교반하면서 3회 반복하여 추출하였다. 추출물을 cheese cloth로 1차 여과하고 Whatman paper로 2차 여과한 후 rotary vacuum evaporator(N-1000S, Eyelar Co., Japan)로 증발 농축한 것을 ethanol 추출물로 하였다.

캡슐물질의 선정

캡슐물질은 식용이 가능하며, 용해가 뛰어나고 좋은 유화능력과 필름 형성 능력, 유화 안정성, 적절한 점도 유지, 가격이 낮아 경제적이어야 한다(4). Emulsion의 겔보기 점도와 안정성, SEM을 통한 캡슐분말의 형태를 기준으로 캡슐물질을 선정하였다. Emulsion의 겔보기 점도는 Brookfield Viscometer DV-III과, No. SC4-21 spindle(100 rpm, 50°C)을 사용하여 측정하였다. Emulsion 안정성은 원심 분리한 용액의 흡광도로써 나타냈다. 분무 건조된 분말에 증류수를 가한 0.4% 용액을 만들어 500 x g에서 0, 5, 10, 15, 30, 45, 60분 동안 원심분리하고 각 시간에서의 흡광도를 Spectrophotometer (SPECTRONIC GENESYS 5, Milton Roy Co., U.S.A)로 400 nm에서 측정하였다. Blank는 0.1%의 캡슐물질 용액으로 하였으며, 이것은 캡슐물질과 추출물의 조성비(4 : 1)에 의한 것이다(5). 건조된 캡슐 분말의 형태는 주사전자현미경 즉, SEM (model

S-2400, Scanning Electron Microscope, Hitachi, Japan)을 사용하여 조사하였다.

미세캡슐화

캡슐물질은 추출물 중량의 4배로 gum arabic에 각각 덱스트린과 가용성 전분을 섞어 사용하였으며, 50°C 에서 2시간 동안 교반하여 용해시켰다. 이 용액(30% 고형분)에 유화제인 lecithin을 추출물 중량의 0.5%(w/w)를 넣은 후 균질기로 20,000 rpm에서 3분간 균질시켜 emulsion을 제조하였다. Emulsion을 분무건조기를 사용하여 건조함으로써 캡슐물질의 코팅화를 하였다. 분무 건조기(Model: SD-05, Lab Plant Ltd, England)의 공정조건의 범위는 내부 공기온도 190, 210, 230°C , 시료 공급속도 5, 10, 12.5 ml/min로 설정하였다. 건조기의 효율성을 조사하기 위해서 분무 건조기를 가동하기 전에 실내공기의 건구 온도와 습도(RH, %)를 측정하였다.

총괄 열효율성

총괄 열효율성은 액상 시료내의 수분의 증발을 위해서 사용된 공기에 가해진 전체 열량을 나타내는 것으로 다음과 같은 식으로 표시된다(6).

$$\eta_{\text{overall}} = \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_0} \right) \times 100$$

(T_1 : 투입 공기 온도, T_0 : 실내 온도, T_2 : 배출 공기 온도)

증발 열효율성

증발 열효율성은 이상적인 조건 즉 배출공기가 포화된 상태로 배출되는 경우의 증발된 수분량에 대하여 실제 증발된 수분의 양의 비로서 정의된다. 하지만 이 연구에서는 Hall과 Hedrick이 정의한 단위 시간당 증발된 수분의 질량으로, 다음과 같은 식에 의해서 구하였다(6).

$$\eta_{\text{evap}} = \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_{\text{sat}}} \right) \times 100 \quad (T_{\text{sat}} : \text{단열 포화 온도})$$

수분함량

전기 정은 건조기(Model VO- 10X)를 사용하여 105°C 에서 1시간 건조, 30분간 desiccator에서 방냉한 후에 항량에 도달할 때까지 건조하여, 다음과 같은 식에 의해 수분함량을 구하였다(7).

$$\text{수분함량}(\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100(\%)$$

(W_0 : 칭량병의 항량(g), W_1 : 칭량병에 담은 시료무게(g), W_2 : 건조 후 칭량병과 시료의 무게(g))

미세캡슐 분말의 특성

입도 측정기(Particle size analyzer, FA. Fritsch. U.S.A.)를 이용하여 측정하였다. 안식각은 지름 10 cm의 원판 위에 일정량의 분말을 15 cm의 높이에서 자유 낙하시키면서 쌓인 봉우리의 각을 측정하였다. 100 cc의 부피를 갖고 있는 원통형의 용기에 10 cm 높이에서 진동이 없이 낙하시킨 원료가 원통형 용기에 완전히 채워졌을 때의 무게의 비를 겉보기 밀도로 나타냈다. Tapping 밀도는 겉보기 밀도를 측정한 원통형 용기에 시료를 일정한 높이로 더 퇴적시킨 후, 2 cm의 높이로 300회 상하 왕복운동을 시켜서 다져진 무게의 비로 나타내었다(8).

미세캡슐 분말의 열 안정성

미세캡슐 분말의 열에 대한 안정성을 알아보기 위하여 저장하면서 추출물에 대한 색과 pH의 변화를 측정하였다. 색도는 색차계(Minolta CT-310, Japan)를 이용하여 각 시료의 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)로 측정하였다. 색도차(color difference, ΔE)는 다음과 같이 구하였다(9).

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2}$$

pH는 저장된 미세 캡슐 분말을 증류수에 녹인 후 pH meter(TOLEDO 340, METTLER)를 사용하여 측정하였다.

저장 중 유지의 산화에 미치는 미세캡슐 분말의 영향

미세캡슐 분말이 유지에 미치는 영향을 조사하고자 경화 대두유, 대두유, 팜유를 기질로 사용하였다. 기질에 참취 및 섬쭉부쟁이의 추출물, 각각의 미세캡슐 분말을 각각 50, 250 ppm을 첨가하여 오븐(60°C)에서 6주간 저장하였다. 유지의 산화 정도를 나타내는 산값, 과산화물값은 A.O.C.S. 측정법으로 구하였으며, conjugated dienoic acid value는 유지 0.03 g을 trimethylpentane 25 mL에 용해하고 UV spectrophotometer (SPECTRONIC GENESYS 5, Milton Roy Co.)를 이용하여 233 nm에서 흡광도로 측정하였다. Conjugated diene value는 conjugated dienoic acid의 함량으로서 다음 식에 의하여 구하였다(10).

$$\text{Conjugated dienoic acid, \%} = 0.84 (A_s / bc - K_0)$$

여기서, K_0 = acid 또는 ester groups의 흡광률 = 0.07 (esters), 0.03 (acids)

A_s = 233 nm에서 측정된 흡광도, b = cell의 길이 (cm), c = 흡광도 측정에 사용된 시료의 희석농도

결과 및 고찰

Emulsion의 점도와 안정성

캡슐 물질을 각각 다른 비율로 혼합하여 만든 emulsion의 점도는 Table 1, 2와 같다. 단일물질로는 gum arabic이 63.9 mPa·s로 점도가 가장 낮았으며, dextrin이 88.2 mPa·s로 가장 높았다. Gum arabic에 soluble starch를 섞어서 emulsion을 제조하였을 경우, 2 : 1의 비율에서 점도가 45.3 mPa·s로 가장 낮았다. Soluble starch 대신에 dextrin을 사용한 경우에는 3 : 1의 비율에서 36.2 mPa·s로 가장 낮은 값을 보였다. 분무 건조법을 이용한 미세캡슐 제조 시, 캡슐 물질은 대체로 고농도로 사용될수록 원하는 내부 물질을 감싸는 능력이 높다고 보고되었다(11). 그러나 분무 건조를 위해서는 캡슐 물질을 용해시키는 것이 필수적이므로 점도가 낮으며 용해성이 뛰어나도록 경제적이다(3). 점도가 낮다고 하더라도 유효 안정성이 나쁘거나 가격이 비싸면 캡슐 물질로서 사용할 수 없기 때문에 유효 안정성도 중요한 요인이 된다. Optical density(O.D.)의 감소가 적을수록 유효 안정성이 좋으며(12), 각 emulsion의 O.D. 값의 변화는 Fig. 1과 같다. 단일물질만을 사용할 경우, 좋은 유효 안정성이 나타났지만 다른 물질을 섞었을 경우보다 겉보기 점도가 높아 캡슐물질로 적절하지 않았다. Gum arabic에 dextrin과 soluble starch를 각각 3 : 1의 비율로 섞은 경우가 점도, 유효안정성 및 가격면에서 다른 비율로 섞은 경우보다 적합하였다.

Table 1. Apparent viscosity of some emulsions blended with gum arabic and soluble starch

gum arabic : soluble starch (30% solid)	apparent viscosity (mPa·s)	shear stress (N/m ²)	shear rate (1/s)
1 : 0	63.9	6.0	93.0
2 : 1	45.3	4.2	93.0
3 : 1	57.1	5.3	93.0
1 : 1	60.3	5.6	93.0
1 : 2	92.3	8.6	93.0
1 : 3	95.6	8.9	93.0
0 : 1	70.5	6.6	93.0

Table 2. Apparent viscosity of some emulsions blended with gum arabic and dextrin

gum arabic : dextrin (30% solid)	apparent viscosity (mPa·s)	shear stress (N/m ²)	shear rate (1/s)
1 : 0	63.9	6.0	93.0
1 : 1	44.3	4.1	93.0
2 : 1	39.0	3.6	93.0
3 : 1	36.2	3.4	93.0
5 : 1	45.3	4.2	93.0
0 : 1	88.2	8.2	93.0

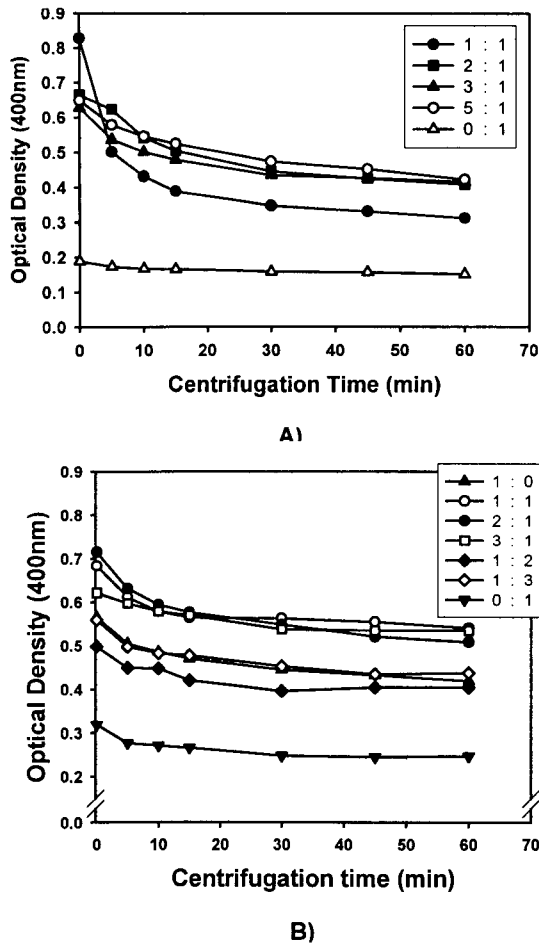


Fig. 1. Emulsion stability of microencapsulated powder by spray drying with 30% wall material solution (A: gum arabic + dextrin solution, B : gum arabic + soluble starch solution).

분무건조기의 공정 조건 확립

분무 건조에서 고려하여야 할 공정 요인은 가열 공기 온도, 분무 속도, 시료 공급속도이다. 건조공정에서 가열 공기 온도가 높아지면 열전달 효율성이 증가하여 예상했던 바와 같이 온도 증가에 따라 건조된 분말의 수분함량의 감소를 보였다. 그러나 분무 건조에서 수분함량에 대한 운전 변수들의 영향을 고려할 경우 어느 하나의 운전 변수만을 가지고 논의할 수 없기 때문에 내부 공기 온도와 시료 공급속도에 따른 분무건조기의 효율성을 측정하였다. 분무건조기의 효율성을 나타내는 것으로서 총괄열효율성, 증발효율성, 건조된 분말의 수분함량을 측정하였다. 총괄열효율성과 증발효율성은 비슷한 경향을 보였으며, 증발효율성이 총괄열효율성보다 약 10% 높게 나타났다 (Table 3, 4). 내부 공기 온도의 경우 210℃, 시료의 공급속도는 10ml/min일 때 가장 높은 효율을 보였다. 반면, 수분함량은 내부 공기 온도가 증가할수록 감소하였고 시료의 공급속도가 증가할수록 증가하였다 (Table 5).

Table 3. Overall thermal efficiencies at various inlet air temperatures and feed rates

(Unit: %)

Temp.	Gum Arabic + Dextrin			Gum Arabic + Soluble Starch		
	Feed Rate 5 (ml/min)	10 (ml/min)	12.5 (ml/min)	5 (ml/min)	10 (ml/min)	12.5 (ml/min)
190℃	44.6	49.7	54.4	46.6	53.8	57.9
210℃	48.8	54.7	55.2	49.3	54.4	58.7
230℃	47.8	54.0	54.5	47.8	50.0	54.0

Table 4. Evaporative efficiencies at various inlet air temperatures and feed rates

(Unit: %)

Temp.	Gum Arabic + Dextrin			Gum Arabic + Soluble Starch		
	Feed Rate 5 (ml/min)	10 (ml/min)	12.5 (ml/min)	5 (ml/min)	10 (ml/min)	12.5 (ml/min)
190℃	52.7	64.1	64.4	55.6	58.2	68.9
210℃	58.6	65.2	68.3	58.7	65.4	69.8
230℃	57.8	60.3	66.3	57.4	65.0	65.0

Table 5. Moisture contents at various inlet air temperatures and feed rates

(Unit: %)

Temp.	Gum Arabic + Dextrin			Gum Arabic + Soluble Starch		
	Feed Rate 5 (ml/min)	10 (ml/min)	12.5 (ml/min)	5 (ml/min)	10 (ml/min)	12.5 (ml/min)
190℃	3.71	5.54	7.04	4.32	4.67	8.59
210℃	3.76	4.69	7.08	3.56	3.90	6.84
230℃	3.75	4.13	6.38	3.45	3.82	6.14

각 내부 공기 온도와 시료 공급속도에 따른 수분함량은 Table 6과 같다. Gum arabic에 dextrin을 혼합하여 건조한 캡슐 분말은 내부 공기 온도가 230℃이었을 때, 각 시료 공급속도에서 가장 낮은 값을 보였다. 특히, 시료 공급속도가 5 ml/min의 조건에서 3.75%를 보였다. Gum arabic에 soluble starch를 혼합하여 건조한 경우도 230℃에서 수분함량이 가장 낮았으며, 시료 공급속도가 5 ml/min에서 12.5 ml/min으로 증가할수록 수분함량도 증가하였는데, 이것은 시료 공급속도가 증가할수록 단위시간당 공급되는 수분의 양이 많아 지므로 건조 효율이 감소하게 된 것이다.

미세 캡슐분말의 물리적 특성

미세캡슐 분말의 입자가 12~14 μm 정도로 작아 안식각이 54.4° ~ 58.9° 로 크며, 응집성 및 부착력 등이 강하였다. 두 가지 캡슐 물질간의 유동성 및 분류성 정도는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 대체적으로 gum arabic을 soluble starch와 혼합한 것보다 dextrin과 혼합하여 캡슐물질로 사용하여 미세캡슐 분말을 만들었을 때 입자 크기가 5, 15% 크

며, 2.6, 0.5% 낮은 압축도를 나타내는 등 상대적으로 향상된 분말 특성과 3% 이상 향상된 건조 효율을 보였다(Table 6).

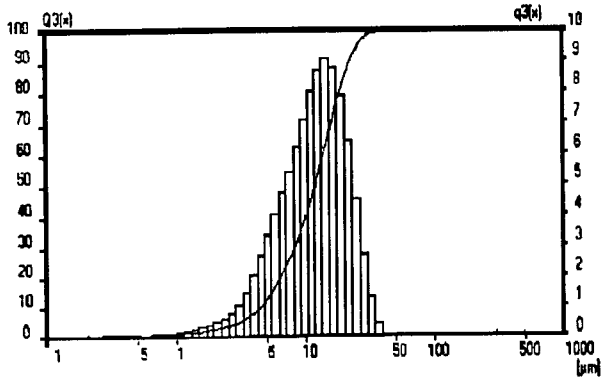
Table 6. Flow properties of microencapsulated powder of *Aster scaber* and *Aster glehni* extracts with different wall materials

	<i>Aster scaber</i>		<i>Aster glehni</i>	
	gum arabic + dextrin	gum arabic + soluble starch	gum arabic + dextrin	gum arabic + soluble starch
Avg. particle diameter	13.074 μm	12.421 μm	14.340 μm	12.393 μm
Uniformity(R60/R10)	3.09	2.67	4.86	4.44
Angle of repose(A)	56.8°	58.7°	58.9°	54.4°
Angle of decay(B)	43.7°	46.1°	49.4°	46.7°
Angle of difference(A-B)	13.1°	12.6°	9.5°	7.7°
Apparent density	0.186 g/cc	0.163 g/cc	0.182 g/cc	0.164 g/cc
Tapping density	0.492 g/cc	0.463 g/cc	0.497 g/cc	0.454 g/cc
Compressiveness	62.2%	64.8%	63.4%	63.9%
Cohesiveness	96.0%	96.0%	92.5%	94.5%

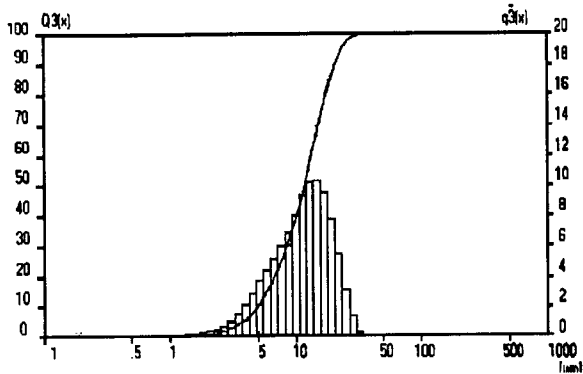
입자는 1~40 μm 의 범위에 분포하였다(Fig. 2). 참취 추출물에 gum arabic과 dextrin을 혼합하여 미세캡슐화한 분말의 평균 입자직경은 13.074 μm 이었고, gum arabic에 soluble starch를 혼합하여 얻은 캡슐 분말의 평균 입자직경은 12.421 μm 로 비슷한 입자의 크기를 보였다. 섬쭉부쟁이 추출물에 gum arabic과 dextrin을 혼합하여 미세캡슐화한 분말의 평균 입자직경은 14.340 μm 이었고, gum arabic과 soluble starch를 혼합하여 건조한 캡슐 분말의 평균 입자직경은 12.393 μm 로 나타났다. Gum arabic과 soluble starch를 혼합한 캡슐 물질보다 dextrin을 혼합한 캡슐 물질이 큰 입자 직경을 보였다.

미세캡슐 분말의 일반적 특성

분말 입체를 수송, 저장, 공급할 때 입자가 서로 엉켜 붙는 소위 집단 현상이 일어나는데, 이것은 분말 입체의 물성과 역학적 성질과 관계는 현상이다. 미세캡슐 분말의 안식각은 각각 56.8° (gum arabic + dextrin), 58.7° (gum arabic + soluble starch)로 나타났다. 이 각은 밀가루의 안식각 (55°) 과 비슷한 값으로 분체의 유동성(flowability)의 측면에서는 좋은 값은 아니었다. 캡슐 분말의 유동 특성은 Table 6과 7에 요약되어 있다.



A) Blended with gum arabic and dextrin



B) Blended with gum arabic and soluble starch

Fig. 2. Particle size distribution for microencapsulated powder of *Aster scaber* extracts with different wall materials.

입도 분포

일반적으로 미세캡슐 분말의 입자 크기는 1~200 μm 의 범위에 분포한다. 그러나, 본 연구에서 얻은 미세캡슐 분말의

Table 7. The ΔE values for *Aster scaber* extracts and microencapsulated powder of *Aster scaber* extracts with different wall materials during 6 week storage

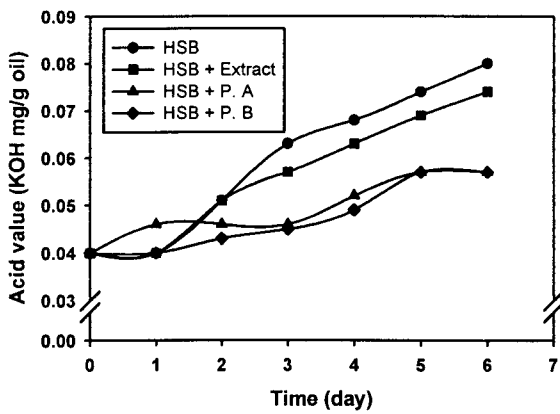
Time (week)	control			gum arabic + dextrin			gum arabic + soluble starch		
	4°C	25°C	50°C	4°C	25°C	50°C	4°C	25°C	50°C
1	4.55	7.26	22.51	1.28	0.34	23.32	0.84	2.75	2.99
2	13.50	11.56	31.26	1.75	1.48	25.46	0.97	4.85	6.90
3	14.36	14.96	35.50	2.06	2.52	31.25	0.02	5.27	10.16
4	16.10	18.20	46.90	3.47	5.61	31.42	1.60	11.80	11.45
5	21.66	32.55	54.36	7.51	9.66	35.75	0.83	12.88	15.31
6	27.87	32.22	58.43	10.64	13.76	39.15	3.29	13.23	20.29

미세캡슐 분말의 저장 효과

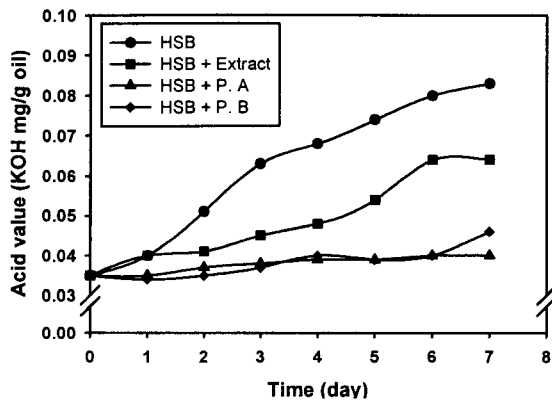
산채류의 변색방지 효과 참취, 섬쭉부쟁이 추출물과 미세캡슐 분말은 시간과 온도가 증가함에 따라서 색도가 진하게 변하였다(Table 8~9). 미세캡슐 분말은 산채류 추출물에 비해서 2~6배의 변색 방지 효과를 나타냈다. 캡슐 물질이 산채류의 추출물에 대한 온도의 영향을 감소시키기 때문에 온도가 증가함에 따라서 대조구의 색도 변화가 미세캡슐 분말에 비해 크게 일어났다. 추출물의 E value가 4°C와 25°C에서 25이상의 증가를 보인 반면, 미세캡슐 분말의 E value는 6주 동안 10이상 증가하지 않았다. 특히 50°C로 저장한 경우, 섬쭉부쟁이의 추출물은 6주 후 111.96의 E value 변화를 보였다.

Table 8. The ΔE values for *Aster glehni* extracts and microencapsulated powder of *Aster glehni* extracts with different wall materials during 6 week storage

Time (week)	control			gum arabic + dextrin			gum arabic + soluble starch		
	4°C	25°C	50°C	4°C	25°C	50°C	4°C	25°C	50°C
1	2.22	10.60	17.77	5.54	5.09	10.63	0.13	0.52	3.43
2	3.13	12.90	30.91	6.64	9.68	14.99	0.29	8.40	7.65
3	6.53	18.85	60.97	7.52	15.87	30.39	2.13	12.23	9.28
4	16.39	50.20	69.78	7.20	17.48	36.17	4.76	14.39	15.82
5	20.13	67.62	89.85	8.42	19.02	55.04	6.11	15.77	22.46
6	26.54	72.52	111.96	9.33	26.52	58.00	6.62	21.91	29.07



A) *Aster scaber*

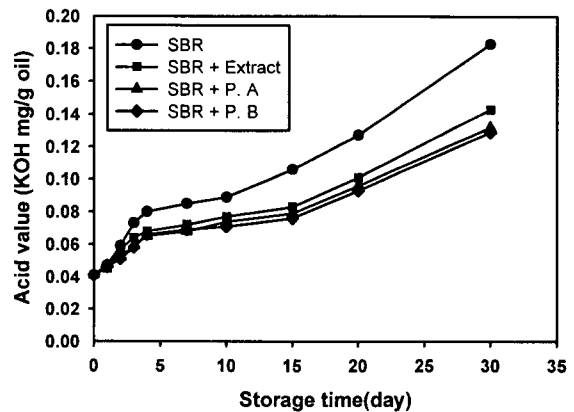


B) *Aster glehni*

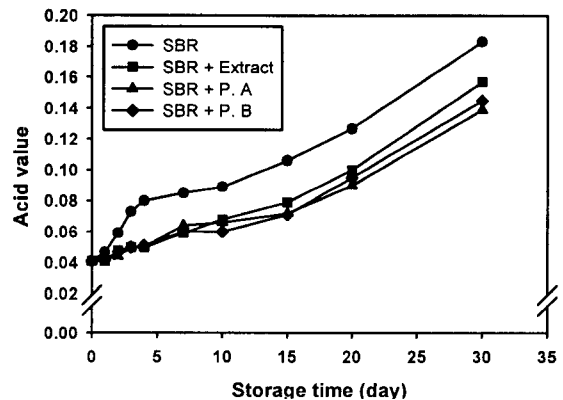
Fig. 3. Changes in acid value for hydrogenated soybean oil(HSB) added to extract and microencapsulated powder at 60°C for 6 days (powder A : gum arabic + dextrin, powder B : gum arabic + soluble starch).

산가의 변화 대두 경화유(산가 0.04 KOH mg/g oil)에 첨가한 참취와 섬쭉부쟁이 추출물은 각각 16, 48%의 산화 억제율을 나타냈고, 캡슐분말은 각각 46~58, 72~88%의 산화 억제율을 나타냈다. 산가가 증가하였다는 것은 유리 지방산

의 함량이 증가하였다는 것을 의미하는 것으로 유지의 유리 지방산 함량이 증가할 수록 유지의 산화가 많이 진행되었다는 것을 알 수 있다. Fig. 3에서 저장 6일 후, 참취와 섬쭉부쟁이의 추출물은 각각 0.074, 0.064로 증가하였으나 경화 대두유의 산가 증가량보다 0.006, 0.012 낮아 항산화 효과가 있음을 알 수 있었다. 미세캡슐 분말을 첨가한 처리구는 추출물의 산가보다도 더 낮았으며 이것은 미세캡슐이 내부 물질인 추출물에 대한 온도의 영향을 감소시켜 추출물의 항산화 물질이 활성을 잃지 않고 저장 중에 경화 대두유의 산화를 방지하였다. 경화 대두유는 액체유인 대두유를 촉매를 사용하여 수소를 첨가한 유지로 탄소의 단일 결합을 이중결합으로 바꾸어 안정화가 이루어진다. Fig. 3 (A)와 Fig. 4 (A)를 비교하여 보면, 경화 대두유가 저장 6일 후에 0.08의 산가를 보인 반면, 경화하지 않은 대두유는 저장 4일만에 0.08에 이르렀다. 그러나 미세캡슐 분말을 첨가한 대두유는 저장 15일만에 산가가 0.08에 이르렀고, 유지가 산화되는 시간이 대조구 보다 4배 더 연장되었으며, 추출물을 첨가한 첨가군 보다는 1.5배 더 연장되었다.

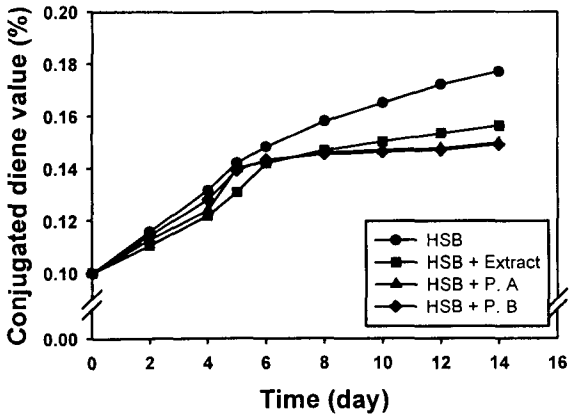


A) *Aster scaber*

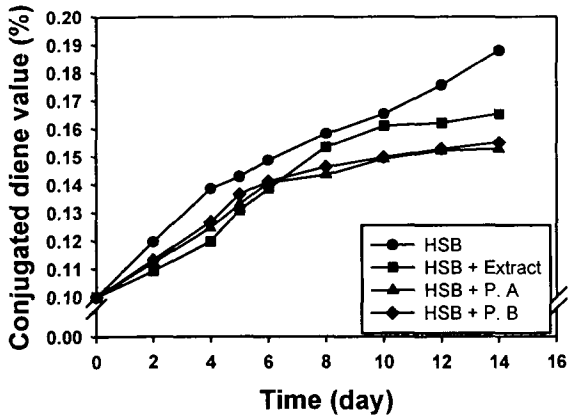


B) *Aster glehni*

Fig. 4. Changes in acid value for soybean oil(SBR) added to extract and microencapsulated powder of *Aster scaber* at 60°C for 30 days (powder A : gum arabic + dextrin, powder B : gum arabic + soluble starch).



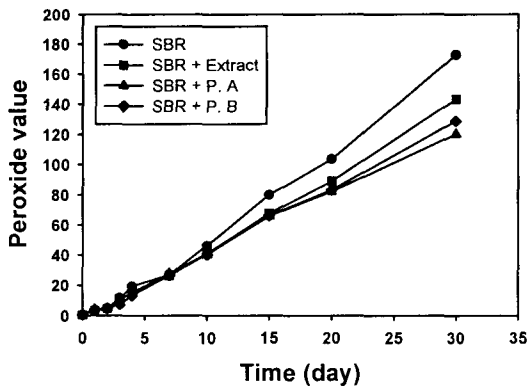
A) *Aster scaber*



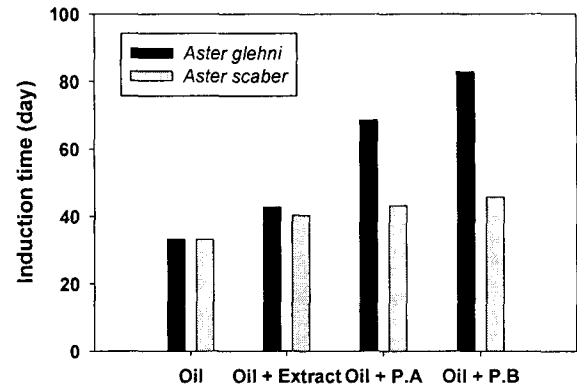
B) *Aster glehni*

Fig. 5. Changes in conjugated diene value for hydrogenated soybean oil added to herb extracts and microencapsulated powder of herbs at 98°C for 14 days (powder A : gum arabic + dextrin, powder B : gum arabic + soluble starch).

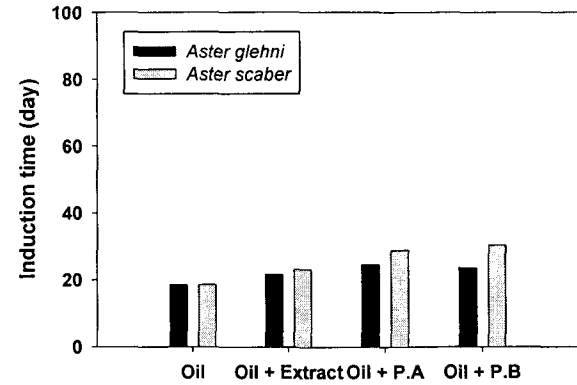
Conjugated diene value의 변화 미세캡슐 분말의 Conjugated dienoic acid의 함량은 6일부터 대조구(추출물)에 비해 적게



A) *Aster scaber*



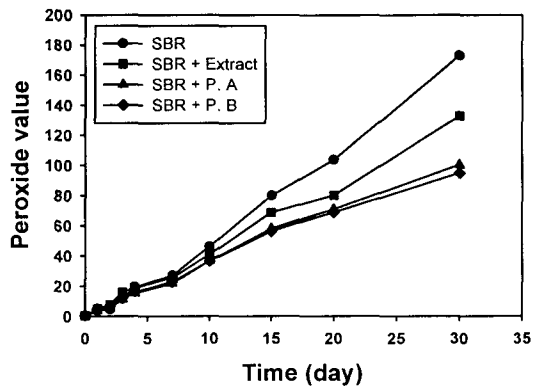
A) Palm oil



B) Soybean oil

Fig. 6. Induction time for palm oil and soybean oil added to extracts and microencapsulated powder at 60°C for 30 days (powder A : gum arabic+dextrin, powder B : gum arabic+soluble starch).

나타나기 시작하였고, 크게 증가하지 않았다(Fig. 5). 이것을 통해서 미세캡슐이 온도의 영향으로 조금씩 파괴되면서 내부물질이 유출되는 것을 알 수 있었다.



B) *Aster glehni*

Fig. 7. Changes in peroxide value for soybean oil(SBR) added to extracts and microencapsulated powder at 60°C for 30 days (powder A : gum arabic+dextrin, powder B : gum arabic+soluble starch).

Peroxide value의 변화 산채류 추출물과 미세캡슐 분말은 대두유와 팜유에서 항산화 효과를 나타냈다. 특히, 섬쭉부쟁이가 참취 추출물보다 항산화 효과가 크게 나타났으며, 대두유보다는 팜유에 더 효과적이었다. 대두유는 대두유 자체 내에 항산화제로 알려진 토코페롤이 함유되어 있어 다른 유지보다 산화에 안정하다. 대두유에서 참취 미세캡슐 분말 첨가군은 대조구에 비해서 1.5배 향상된 유도기간을 나타냈으며, gum arabic에 dextrin을 사용한 미세캡슐이 더 효과적으로 산화를 방지하였다(Fig. 6). 섬쭉부쟁이 미세캡슐 분말 첨가군은 저장 30일 후에도 과산화물가가 100을 넘지 않았으며, 참취 미세캡슐 분말 첨가군보다 유도기간이 더 증가하였다(Fig. 6). 참취와 섬쭉부쟁이 미세캡슐 분말은 대두유에서 보다 팜유에서 더 산화를 억제하였다(Fig. 7, 8). 즉 저장 30일 후에도 미세캡슐 분말 첨가군은 과산화물가가 60을 넘지 않았고, 추출물보다도 낮은 값을 보여 미세캡슐이 온도의 영향을 최소화하면서 추출물의 항산화 활성을 더 오래 지속하게 하였다.

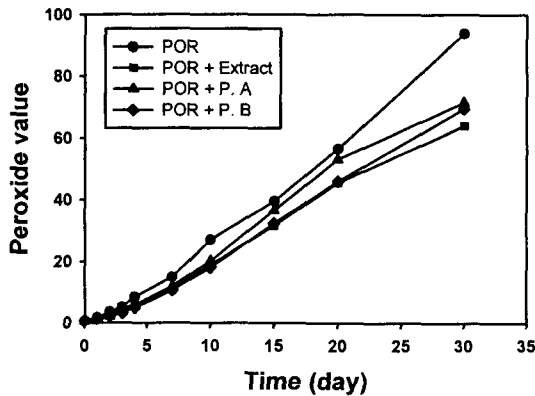
요약

미세캡슐화 기술을 이용하여 산채류 추출물의 저장성의 향상과 식품에 적용가능성을 확인하려는 목적으로 연구하였다. 산채류에 적절한 캡슐물질은 gum arabic에 dextrin과 soluble starch를 각각 3 : 1 비율의 혼합물로 나타냈으며, 분무건조기의 최적 공정조건은 투입 공기온도가 210℃, 시료 공급속도 10 ml/min이었을 때 가장 높은 건조 효율성을 보였다. 미세캡슐화는 추출물의 색도 변화를 2~6배 감소시켰다. 대조구(대두 경화유)에 첨가한 참취와 미역취 추출물은 각각 16, 48%의 산화 억제율을 나타냈고, 캡슐 분말은 각각 46~58%, 72~88%의 산화 억제율을 나타냈다. 이것은 산채류 추출물이 유지의 유리 지방산 분해를 억제함으로써 유지의 자동산화를 방지한다고 할 수 있다. 즉, 산채류 추출물을 미세캡슐화하면, 산소 및 온도 등 환경적인 요인에 의한 영향을 적게 받아 저장성이 향상된다.

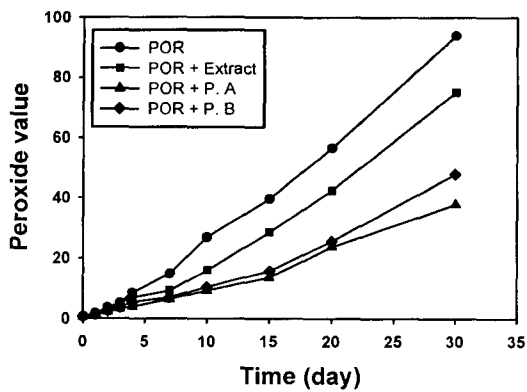
또한 gum과 같은 점질물을 많이 함유하여 점도가 높아 식품에 적용하기 힘든 단점을 분무 건조하여 분말화 함으로써 산채류를 이용한 음료 및 식용유지산업에서의 천연 항산화제 등 여러 가지 식품분야에 효과적인 응용이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 오덕환, 함승시, 이상영, 김상현, 홍정기 (1996) 천연 유기산처리 및 포장방법에 의한 참취의 저장효과. 한국식품과학회지, 29, 57-64
2. 정성원, 김은정, 황보현주, 함승시 (1998) 저밀도 지방단백질의 산화에 대한 곰취 추출물의 항산화 효과. 한국식품과학회지, 30, 1214-1221
3. Reineccius, G.A. (1991) Carbohydrates for flavor encapsulation. Food Technol., 45, 144
4. 이승철, 임채환, 이상천 (1997) 미세캡슐화를 위한 분무 건조 다당류의 특성. 한국식품과학회지 29, 1322-1326
5. Sara J. Risch, Reineccius, G.A. (1987) Spray-Dried Orange Oil., In 'Flavor Encapsulation' ACS Symposium Series 370, 67-77
6. K. Master (1991) Spray Drying Handbook, Longman Scientific & Technical, 112-113
7. 강국희, 노봉수, 서정희, 허우덕 (1998) 식품분석학, 성균관대학교 출판부, 58-62
8. 이영수, 강희호, 장규섭, 장영일 (1998) 흐름성 개선제가 건조 마늘 분말의 유통성에 미치는 효과, Korean J. Food Sci. Technol., 30, 1357-1361
9. 송재철, 박현정 (1995) 식품물성학, 울산대학교 출판부,



A) *Aster scaber*



B) *Aster glehni*

Fig. 8. Changes in peroxide value for palm oil(POR) added to extracts and microencapsulated powder at 60℃ for 30 days (powder A : gum arabic+dextrin, powder B : gum arabic+soluble starch).

- 80-84
10. White, P.J. (1994) "Analyses for Conjugated Diene, Anisidine, and Carbonyl values", In *Methods to Assess Quality and Stability of Oils and Fat-Containing Foods*, (K. Warner and N. A. M. Eskin, eds.) AOCS press, U.S.A., 159-167
11. Rosenberg, M, Kopelman, I.J. and Talmon. Y. (1990) Factors affecting retention in spray-drying microencapsulation of volatile materials. *J. Agric. Food Chem.*, 38, 1288
12. Sara J. Risch and Gary A. Reineccius (1993) Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients, *ACS Symposium Series 590*: 56-57

(접수 2002년 3월 13일)