KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 41, No. 1, pp. 27~31 (2009)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

Fluidized bed granulation을 이용한 참기름의 저온 미세캡슐화

정찬민 · 이민경[1] · 이현아[1] · 박지용[1,*]
오뚜기 중앙연구소, [1]연세대학교 생명공학과

Low-Temperature Microencapsulation of Sesame Oil Using Fluidized Bed Granulation

Chan-Min Jeong, Min-Kyung Lee[1], Hyun-Ah Lee[1], and Jiyong Park[1,*]
Ottogi Research Center, [1]Department of Biotechnology, Yonsei University

Abstract Top spray-drying method is frequently utilized for flavor encapsulation, but the top spray-dried products frequently suffer from high losses of volatile flavor as the result of a high processing temperature (150-300°C). In an effort to solve these problems, a low-temperature fluidized-bed granulating method was utilized to encapsulate the flavor. For the encapsulation of sesame oil, oil-in-water emulsions of sesame oil and a mixture of maltodextrin, modified starch, gum arabic, and gellan gum were bottom-sprayed at milder temperatures (70-100°C) using a fluidized-bed granulator. Sesame oil extracts from microcapsules were obtained via a simultaneous distillation/extraction technique, and the retention of volatile flavor compounds was analyzed via a gas chromatography-mass spectrometry. The retention of volatile flavors of sesame oil *per se*, spray-dried and fluidized-bed granulated microcapsules after 3-day-storage at 37°C were 0.8%, 37.2%, and 42.0%, respectively. In addition, the low-temperature fluidized-bed granulation showed higher encapsulation yield and sensory preferences for the application of commercial products (beef rice porridge), as compared to spray drying.

Key words: sesame oil, encapsulation, spray drying method, fluidized-bed granulating method

서 론

미세캡슐화 기술은 고체, 액체, 또는 기체상의 물질을 특정 조건하에서 조절된 속도로 내용물을 방출할 수 있도록 다른 물질이나, 조직 내부에 포장하는 기술로서 내부에 존재하면서 코팅되는 핵물질(core material)과 외부에서 핵 물질을 감싸는 피복물질(wall material)로 구성된다(1). 식품산업에서 미세캡슐화 기술은 향료, 영양성분 등의 불안정한 물질을 빛, 산소, 수분 등 외부 환경으로부터 보호하고 취급 및 섭취를 용이하게 하며, 용출 속도를 조절하는 등의 목적으로 사용된다(2-3).

참기름은 참깨과(*Pedaliaceae*) 참깨속(*sesamum*)에 속하는 열대 또는 아열대에서 자라는 식물의 종자를 그대로 또는 볶아서 압착 추출한 식용유지로 독특한 풍미를 가져 우리나라, 인도, 일본 등의 아시아에서 오래 전부터 조미 및 향신료로 사용되어 왔다(4). 이러한 참기름에는 세사민(sesamin), 세사몰린(sesamolin), 세사미놀(sesaminol)과 같은 항산화 물질이 함유되어 있는데 이들은 간 해독 작용, 생체 내의 과산화지질 생성 억제, 장내 콜레스테롤 흡수 억제 작용 등 체내 생리활성 조절 작용을 하는 것으로 최근 보고되고 있다(5,6). 참기름은 우리나라의 전통적인 식용유지이나 식품에 원료로 사용할 경우 제조 공정 과정에서 상기와 같은 기능을 갖는 천연 항산화 물질들이 제거되거나 산패되어 활성을 잃어버릴 수 있으며 참기름이 갖는 독특한 향이 휘발될 수 있다. 또한 참기름은 액상 형태이므로 식품에의 적용에 한계를 갖는다. 따라서 식품 가공 공정에서 참기름의 산패와 고소한 향이 휘발되는 것을 방지하고 다양한 분말 형태의 가공 식품에 적용하기 위해서는 참기름의 미세캡슐화가 필요하다(7). 비타민, 향료 및 각종 미량원소들에 대한 캡슐화 연구는 많이 수행되었으나 참기름과 같은 천연 조미 소재의 캡슐화에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

액상 제품을 캡슐화하는 방법으로 분무건조법과 동결건조법이 주로 이용되고 있다. 원료가 지니고 있는 향미를 잘 보존할 수 있는 건조 방법으로 동결건조법이 이용되나 생산성이 낮고 생산비용이 높기 때문에 고부가가치 제품에의 이용 외에는 경제성이 낮은 실정이다. 분무건조법은 향기를 갖는 시료를 분말화 하는 상업화 방법 중 가장 오래된 것이며, 단시간에 대량생산이 가능한 경제성이 높은 공정으로 인식되고 있다. 하지만 150-300°C에 달하는 고온의 열풍을 이용하는 분무건조기를 사용할 경우 열에 의해 캡슐 외부의 피복 물질 뿐 아니라 내부의 핵 물질이 쉽게 산패되거나, 활성이 소실되는 등의 단점이 지적되어 왔다(8-10).

본 연구에서는 fluidized bed granulator를 이용하여 기존의 분무건조기에 의한 분말화가 갖는 단점을 보완하고자 하였다. Fluidized bed granulator에 의한 건조법은 분무 건조법와 마찬가지로 열풍에 의해 시료가 건조되는 원리이지만 spray dryer가 위쪽에서 강한 열풍을 불어줌으로써 순간적으로 수분을 증발시켜 분말을 만드는 공정인데 반해 fluidized bed granulator는 건조실의 아래쪽에서 가압된 열풍을 불어주어 시료를 유동화시켜 열풍과의 접촉을 크게 증가시킨 건조기이다(11). 캡슐화 된 물질은 건

*Corresponding author: Jiyong Park, Department of Biotechnology, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea
Tel: 82-2-2123-2888
Fax: 82-2-362-7265
E-mail: foodpro@yonsei.ac.kr
Received July 7, 2008; revised September 23, 2008; accepted October 31, 2008

조기 측면으로 하강하면서 건조되므로 시료의 건조 속도가 빠르고 균일한 제품을 얻을 수 있으며 건조 시간이나 분무 조건에 따라 입자의 크기 조절이 가능하며 2개의 분사 노즐을 이용하여 다른 피복물질과의 2차 coating도 가능하다. 또한 70-100°C의 낮은 온도에서 분말화가 진행되므로 원료 고유의 향과 성분 변화가 적고 안정성이 유지된다는 큰 장점을 갖는다(10).

따라서 본 연구에서는 전보(11)에서 최적화한 wall model system을 기초로 하여 70°C 이하의 저온에서 fluidized bed granulator를 이용하여 참기름을 캡슐화하여 참기름이 갖는 고유한 향미의 손실을 최소화하고 식품 가공 공정에서 열 및 공기 접촉에 의한 산화로 인해 저장성이 떨어지는 단점을 해결하고자 하였다. 이때 분무건조기를 이용한 캡슐과 캡슐화 수율, 저장중의 향기성분 포집성, 제품에 응용한 경우의 관능적 기호도를 비교하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 참기름은 ㈜오뚜기(Seoul, Korea)의 시판 제품을 사용하였으며 기존 향기 성분의 미세캡슐화를 위한 피복 물질에 대한 연구에서 개발한 wall model system(11) 에 상기 오일을 적용하고 최적화하여 피복물질로 사용하였다. 피복물질은 maltodextrin(DE = 15, Sewon Co., Seoul, Korea), modified starch (N-Lok, National Starch and Chemical Co., Bridgewater, NJ, USA), gum arabic(TIC Gums, Belcamp, MD, USA)을 주 피복물질로 하였으며, 그 비율은 maltodextrin : gum arabic : modified starch = 30 : 28 : 42(gum arabic : modified starch = 4 : 6)이며, 유화안정성을 증가시키기 위한 첨가제로 gellan gum(CP Kelco, San Diego, CA, USA)을 1, 2, 3, 4%로 달리 첨가하여 실험하였다.

유화액의 제조

증류수에 수화시킨 wall system에 핵물질인 참기름을 천천히 가하면서 homomixer(Ultra-Turrax T25, Janke and Kunkel Co., Staufen, Germany)로 5000 rpm의 속도에서 10분간 혼합하였다. 혼합액을 microfluidizer(M-110Y, Microfluidics Corp., Newton, MA, USA)를 이용하여 균질화하였고 이 때 압력은 13.8, 20.7, 27.6, 34.5 MPa로 달리하여 유화액을 제조하였다.

유화안정성

유화액을 10 mL 메스실린더에 담고 마개를 막은 후 60°C oven에서 12시간 경과 후 유화액으로부터 분리 되는 수용액 층의 부피를 측정하였으며, 그 측정값은 아래 식에 대입하여 유화안정지수(emulsion stability index, ESI)로 나타내었다. 실험은 5회 반복 측정하여 그 평균값과 표준편차를 구하였다.

$$ESI = \{1-(\text{분리된 수분층의 부피}/\text{유화액내 수분의 총부피})\} \times 100$$

미세캡슐 제조

위와 같이 제조된 유화액을 가지고 전통적인 방식인 top spray dryer(GB22, Yamato Co., Tokyo, Japan)와 fluidized bed granulator(GRE-1, GR Engineering Co., Seoul, Korea)의 bottom spray drying 기능을 이용하여 캡슐을 제조하였고, 제조된 캡슐의 surface oil을 비롯한 여러 물리적 특성을 실험하였다. Top spray dryer의 경우 inlet 과 outlet의 온도는 각각 180°C와 105°C이고 feeding rate는 30 mL/min이었다. Fluidized bed granulator를 이용할 때에는 캡슐화를 용이하게 하기 위하여 pre-seed로서 옥수수전분 또는 변성전분을 일정 비율로 첨가하여 fluidized bed granulator의 vessel 바닥 면에 담고 아래 쪽으로부터 공기를 불어 넣어 분말을 공중으로 부상시켰다. 이때 유화액을 spray nozzle을 통해 분사시키면 공중에 부상된 pre-seed와 분산 유화액이 결합되면서 건조되어 캡슐이 생성되었다. Inlet과 outlet의 온도는 각각 70°C와 55°C로 top spray dryer에 비하여 매우 낮았으며 feeding rate는 15 mL/min이었다. Top spray dryer와 fluidized bed granulator를 사용하여 제조된 각각의 캡슐을 원료로 하여 식품을 제조하고 각각의 제품을 관능검사를 통하여 평가하였다.

미세캡슐화 수율 측정

미세캡슐화 수율 측정은 미세캡슐화 제품에서 캡슐화되지 않은 surface oil 함량을 정량 하는 간접분석방법을 사용하였다. 본 연구에서는 soxhlet extraction법을 변형하여 분석하였다(12). 10 g의 미세캡슐 분말을 extraction thimble에 담아 glass wool을 덮고, 시료가 담긴 extraction thimble을 soxhlet extractor에 넣었다. 용매인 pentane 150 mL를 Soxhlet 추출 flask에 넣고 Soxhlet extractor에 flask와 water cooled condenser를 장치하여, steam bath (60°C)에서 2시간 동안 추출한 후, 추출된 oil량을 미세캡슐화 분말의 surface oil 함량으로 정의하였고 실험은 5회 반복 측정하여 그 평균값과 표준편차를 구하였다.

$$\text{미세캡슐화 수율}(\%) = \frac{(\text{분말제품의 총 oil함량} - \text{분말제품의 surface oil 함량})}{\text{분말제품의 총 oil함량}} \times 100$$

저장 기간 중의 flavor release 측정

각각의 분무건조방식에 의해 제조된 캡슐과 참기름의 저장 기간중의 향기성분이 release되고 남은 잔존량은 simultaneous distillation-extraction(SDE) 방법(13,14) 에 의해 분석하였다. 각 시료를 37°C에서 72시간 동안 oven 에 넣고 보관 후 SDE 방법에 의하여 추출된 향기 성분을 GC-MS로 정량 분석 하였으며 각 실험은 5회 반복 측정하여 그 평균값과 표준편차를 구하였다.

분말의 형태 분석

각각의 캡슐을 에탄올에 전개하여 particle size analyzer (HELOS/BF, Sympatec GmbH, Clausthal-Zellerfeld, Germany)를 이용하여 입자의 크기를 측정하였고 캡슐의 형태를 관찰하기 위해서 주사전자 현미경(SEM; S-2700, Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하였다. Specimen stub에 양면 테이프를 붙이고, 그 위에 준비된 캡슐 시료를 고정한 후 ion sputter(ε-1030, Hitachi, Tokyo, Japan)에서 금으로 코팅하여 주사전자 현미경으로 캡슐의 형태를 관찰하였다.

관능검사

관능검사에는 ㈜오뚜기의 "쇠고기죽" 제품을 사용하였고 top spray dryer와 fluidized bed granulator에 의해 제조된 각각의 캡슐과 참기름 원액을 사용하여 제조한 "쇠고기죽" 제품들을 37°C에서 8일 보관한 후 관능검사를 실시하였다. 제조된 시료의 관능검사는 ㈜오뚜기 중앙연구소에 근무하는 연구원 40명을 대상으로 하였으며 9점 채점법을 사용하여 향의 강도(strength of savory aroma), 향의 기호도(acceptability of savory aroma), 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대하여 최저 1점에서 최고 9점까지 특성이 강할수록 높은 점수를 주었다.

통계처리

본 실험의 결과는 Statistical Analysis System(SAS) package를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, $p < 0.05$ 수준에서 각 시료간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

Wall material 특성 분석 및 최적 배합 비율 선정

기존 향기 성분의 미세캡슐화를 위한 피복 물질에 대한 연구에서 개발한 model system(11)을 기초로 피복물질을 maltodextrin : gum arabic : modified starch = 30 : 28 : 42로 설정하였다. 유화액의 점도를 증가시켜 유화 안정성을 높이기 위해 첨가된 gellan gum의 각 함량 별 유화안정지수를 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. Gellan gum의 함량이 3% 이상 첨가부터 유화안정지수(ESI)가 0.65 이상이었으나 1%와 2% 첨가한 경우에는 각각 0.37, 0.41로 낮게 나타났다. 4% 첨가 시에도 0.67로 3% 첨가 시와 큰 차이를 보이지 않아 원료의 단가를 고려하여 최종 첨가량은 3%로 설정하였다.

유화압력 조건 설정

유화공정조건과 관련되는 물리적 요소 중 유화압력은 대표적인 요소로서 surface film 형성에 큰 영향을 미친다. 유화압력은 유화물의 크기와 피복의 두께 등의 물리적 상태를 결정하여 건조 후 제품의 상태와 저장 중 안정성을 좌우한다. 상기에서 결정된 wall materials의 배합비율을 가지고 microfluidizer의 유화압력을 13.8, 20.7, 27.6, 34.5 MPa로 각각 제조한 유화액의 ESI와 점도를 측정한 결과를 Table 1에 나타내었다. 유화압력이 27.6 MPa과 34.5 MPa일 때 ESI가 모두 1.0이었으며, 유화압력이 13.8 MPa인 경우에도 0.91로 매우 높게 나타났다. 유화압력이 증가할수록 점도는 유의차 있게 증가함을 알 수 있었으나 34.5 MPa 이상의 압력에서는 유화액의 분무건조가 매우 어려운 상태로 되었으므로 점도 120.0 cp, ESI 0.94를 나타낸 20.7 MPa을 최종 유화압력 조건으로 설정하였다.

각 건조 방식에 의해 제조된 참기름 캡슐의 입자 크기

일반적으로 top spray dryer로 제조된 캡슐의 크기는 1-100 mm

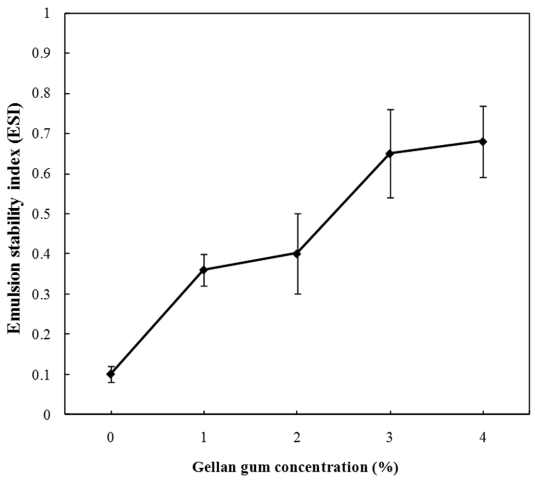


Fig. 1. Effects of gellan gum concentration on the emulsion stability. Values are mean ± SD (n = 5).

Table 1. Effects of emulsion pressure on the emulsion stability index and viscosity

Pressure (MPa)	Emulsion stability index (ESI)	Viscosity (cp)
13.8	0.91±0.05[b]	54.1±4.0[d]
20.7	0.93±0.03[b]	103.9±14.2[c]
27.6	1.00[a]	133.0±10.7[b]
34.5	1.00[a]	210.2±13.2[a]

[a-d]Values with different superscript letter within the same column are significantly different at $p < 0.05$. Values are mean ± SD (n = 5).

이며, 이와 같이 미세한 크기 때문에 가공 후 취급의 어려움을 가지고 있고 캡슐이 쉽게 깨지거나 형태가 변할 수 있는 단점이 지적되어왔다(10). 이번 실험에서 top spray dryer로 제조된 캡슐의 평균 입자 크기는 86.4 mm(range: 25-165 mm)이었으며, fluidized bed granulator로 제조된 캡슐의 평균 입자크기는 429.7 mm (range: 89-510 mm)로 fluidized bed granulator에 의한 캡슐의 평균 입자크기가 top spray dryer에 의한 것보다 컸다. Fluidized bed granulator에 의한 캡슐의 입자 크기가 top spray dryer에 의한 캡슐보다 큰 것은 Fuchs 등(10)의 결과에서 보고된 바와 같이 캡슐이 제조되는 과정에서 유화액이 여러 겹으로 응집되면서 피복물질을 형성하여 입자화 되기 때문으로 유추할 수 있다. 미세 캡슐 입자의 크기가 작을수록 내부 물질의 포집에 유리하다고 알려져 있으나, 일반적으로 캡슐 크기 보다는 피막물질의 종류나 제조 조건 등이 더 중요하다고 보고되고 있다(15).

제조된 캡슐의 캡슐화 수율

미세캡슐화 수율 측정은 미세캡슐화 제품에서 캡슐화되지 않은 surface oil 함량을 정량하는 간접 분석방법을 사용하였다. Top spray dryer를 이용한 경우 surface oil 함량은 3.1 mg%, 캡슐화 수율은 65.3%인데 반하여 fluidized bed granulator를 사용한 경우 surface oil 함량은 2.4 mg%, 캡슐화 수율은 85.6%로 측정 되었다 (Table 2). 이를 통해 fluidized bed dryer에 의한 캡슐이 top spray dyer를 이용한 경우보다 상대적으로 높은 함량의 oil을 캡슐 내부에 함유하고 있음을 알 수 있다.

제조방법에 따른 참기름 캡슐의 특성

여러 가지 실험을 통해 비교한 top spray dryer로 제조된 캡슐과 fluidized bed granulator에 의한 캡슐의 특성을 요약하면 Table 2와 같다. Top spray dryer에 의한 캡슐보다 fluidized bed granulator에 의한 캡슐은 유의차 있게 surface oil의 함량이 낮고 수율이 높아 적은 양의 피복 물질로 많은 양의 참기름을 캡슐화 할 수 있다는 장점을 보였다. SEM을 이용하여 각각의 분무건조방식에 의해 제조된 캡슐을 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. Top spray dryer로 제조한 캡슐에 비해 fluidized bed granulator에 의한 캡슐이 상대적으로 컸는데, 이는 캡슐 제조 공정의 차이에서 기인한 것으로 보인다. 캡슐화 과정에서 열 안정성이 떨어지고 향기 소실이나 산패가 쉬운 핵 물질의 경우, 유화액이 여러 겹으로 응집되면서 피복물질이 형성되는 fluidized bed granulator에 의한 캡슐이 top spray dryer 에 의한 캡슐보다 향기의 포집과 저장성이 우수하다는 보고가 있다(16). 또한 fluidized bed granulator로 제조한 캡슐이 top spray dryer로 제조한 캡슐에 비해 높은 용해성을 가진다고 한다(10).

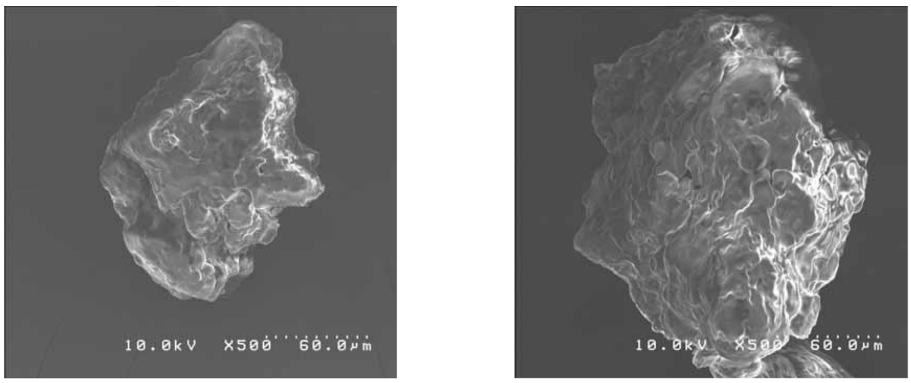
저장 안정성 평가를 위한 저장 기간 중의 flavor release 변화

저장 중 참기름의 향기성분의 안정성 평가를 위하여 top spray

Table 2. Compositions and properties of microcapsules produced by top spray dryer and fluidized bed granulator

	Spray dried microcapsules	Fluidized bed granulated microcapsules
Yield (%)	65.3±5.7[b]	85.6±6.8[a]
Surface oil content (mg%)	3.1±0.4[a]	2.4±0.3[b]
Moisture content (%)	1.10±0.14[b]	1.32±0.11[a]
Mean particle size (μm)	86.4	429.7
Range (μm)	25-165	89-510

[a-b]Values with different superscript letter within the same row are significantly different at $p < 0.05$. Values are mean ± S.D. (n = 5).



A B

Fig. 2. Scanning electron microscopic photogram of sesameoil microcapsules produced by top spray dryer and fluidized bed granulator. A: spray dried microcapsule (×500), B: fluidized bed granulated microcapsule (×500).

dryer와 fluidized bed granulator에 의해 제조된 참기름 캡슐과 참기름 원액을 37°C에서 개봉한 상태로 72시간 보관 후 향기 성분을 SDE방법에 의해 추출하여 GC-MS로 정량 분석하였으며, 참기름 초기 향기 성분 양 대비 %로 표시하여 Table 3에 나타내었다. 초기 참기름의 향기성분을 100으로 할 경우 캡슐은 각각 85.6%, 84.5%의 향기를 포집하였으나, 37°C에서 72시간 보관 후 잔존 향기 성분을 비교한 결과 참기름은 1% 이하의 잔존 함량을 나타내어 대부분의 향기 성분이 소실되었으나, top spray dryer에 의한 캡슐은 37.2%, fluidized bed granulator에 의한 캡슐은 43.0%의 향기성분을 함유하고 있으므로 fluidized bed granulator를 이용한 캡슐의 향기 성분 포집 및 보존성이 가장 우수함을 알 수 있다. 이는 Lin 등(17)에 의한 마늘과 생강의 향미 성분에 대한 실험에서의 결과와 유사하였으므로 본 연구에 사용된 캡슐화 기술은 보존성이 요구되는 식품 제조 시 매우 유용하게 사용될 수 있는 가능성을 확인하였다. 향후 다양한 캡슐화 조건에서의 캡슐화를 시도하여 참기름과 같은 원료의 향기 성분 변화뿐만 아니라 산화 안정성, 기능성 물질의 보존성 등 보다 광범위한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

참기름 캡슐 응용제품 관능 평가

상기의 결과를 볼 때 참기름을 캡슐화할 경우 제조 공정 중 열에 의해 향기 성분이 소실되거나 공기 접촉에 의해 산패되는 것을 최소화하고 저장성을 높일 수 있는 연구결과를 확인하였다. 따라서 본 연구에서는 ㈜오뚜기의 쇠고기 죽 제품을 제조하는 공정에 참기름을 직접 첨가한 것과 참기름을 top spray dryer와 fluidized bed granulator로 각각 제조한 미세 캡슐로 대체하여 첨가한 제품을 비교하였다. 제조된 제품들은 일정 기간 보관 후 (37°C, 8일) 패널 40명을 대상으로 관능검사를 실시하여 결과를 Table 4에 나타내었다. 미세 캡슐을 사용한 제품은 모두 참기름 원료를 직접 첨가한 제품보다 풍미의 강도와 기호도가 높았으며, 특히 fluidized bed granulator로 제조한 캡슐을 사용한 제품의 풍미의 강도와 전반적인 기호도는 각각 6.8, 7.0으로 가장 높은 점수를 보이며 다른 제품과 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). Fluidized bed dryer에 의한 캡슐을 사용할 경우 향기 성분 포집성이 크게 증가하여 제조 공정 중에 향기 성분의 소실이 최소화되었기 때문에 높은 풍미 강도와 기호도를 보인 것으로 생각된다. 이러한 결과를 바탕으로 참기름과 같이 제조 공정 중이나 유통, 보관 시 쉽게 산화되거나 중요한 향기성분이 소실되기 쉬운 원료를 fluidized bed dryer를 이용하여 저온에서 캡슐화하여 식품 제조에 사용할 경우 풍미의 안정성이나 발현의 증대에 효과가 있을 것으로 판단된다.

Table 3. Volatile flavor retention of microcapsules after 3-day-storage at 37°C

	Flavor retention (%)	
	Storage time (0 day)	Storage time (3 day)
Sesame oil *per se*	100.0[a]	< 1.0[c]
Spray-dried microcapsules	85.6±8.7[b]	37.2±5.5[b]
Fluidized bed granulated microcapsules	84.5±8.7[b]	43.0±6.2[a]

[a-c]Values with different superscript letter within the same column are significantly different at $p < 0.05$. Values are mean ± S.D. (n = 5).

Table 4. Sensory acceptability[1)] of beef rice porridge formulated with sesame oil and microcapsules

	Strength of savory aroma	acceptability of savory aroma	Overall acceptability
Sesame oil *per se*	6.11[c]	6.24[b]	6.63[b]
Spray-dried microcapsules	6.44[b]	6.85[ab]	6.62[b]
Fluidized-bed granulated microcapsules	6.83[a]	7.13[a]	7.00[a]

[1)]9-point scale rating: 9 = extremely strong, 1 = extremely weak; 9 = like extremely, 1 = dislike extremely.
[a-c]Values with different superscript letter within the same column are significantly different at $p < 0.05$.

요 약

식품의 원료인 참기름을 캡슐화하기 위해 전보(11)에서 최적화한 model system을 기초로 피복물질을 선정하고 이에 3%의 gellan gum을 첨가한 후 유화압력을 20.7 MPa로 하여 유화액을 제조하였다. 이를 top spray dryer와 fluidized bed granulator에 의한 공정으로 캡슐을 제조하여 캡슐화 수율, surface oil, 수분함량, 입자크기, 캡슐의 저장 안정성 및 제품 응용성을 비교하였다. Fluidized bed granulator에 의한 캡슐은 top spray dryer에 의한 캡슐보다 상대적으로 surface oil 함량이 낮고 수율이 높으며 입자 크기가 컸다. 제조한 캡슐을 37°C에서 저장하면서 flavor retention을 측정한 결과 참기름 원료 자체를 저장한 경우 향기 성분은 1% 이하의 잔존 함량을 나타내어 대부분의 향기 성분이 소실되었다고 보았으나, top spray dryer와 fluidized bed granulator에 의한 캡슐은 각각 37%, 42%의 향기성분을 보유하여 향기 성분 포집성 및 보존성이 우수하였다. 또한 쇠고기 죽 제품에 응용한 후 관능검사 결과에서도 참기름 캡슐을 사용한 제품들이 모두 참기름 원료 자체를 사용한 제품보다 풍미의 강도 및 기호도면에서 모두 높았고 특히 fluidized bed granulator를 이용하여 제조한 캡슐을 사용한 제품이 가장 우수하게 평가되었다. 따라서 참기름 원료와 같이 향기 성분이 소실 되기 쉬운 소재를 fluidized bed granulator를 이용하여 저온 미세 캡슐화하면 풍미의 안정성 증대에 효과가 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2006년 ㈜오뚜기 산학공동연구 프로그램의 연구지원비에 의하여 수행하였으며 연구지원에 감사 드립니다.

문 헌

1. Cho YH, Shin DS, Park J. A study on wall materials for flavor encapsulation. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1563-1569 (1999)
2. Shahi FS, Han X. Encapsulation of food ingredients. CRC Cri. Rev. in Food Sci. Nutr. 33: 501-547 (1993)
3. Lee SC, Im CH, Lee SC. Characteristics of spray dried polysaccharides for microencapsulation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 1322-1326 (1997)
4. Shin JA, Lee KT. Discrimination of sesame oils from imported seeds and their blended ones using electronic-nose system. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 856-860 (2005)
5. Kang MH, Ryu SN, Bang JK, Min KS, Lee BH. Physiological functions of sesamin and sesamolin in sesame. Korean J. Int. Agric. 11: 126-137 (1999)
6. Namiki M. The chemistry and physiological functions of sesame. Food Rev. Int. 11: 281-329 (1995)
7. Schieberle P. Studies on the flavor of roasted white sesame. Lebensm. -Wiss. Technol. 34: 343-348 (1992)
8. Re MI. Microencapsulation by spray drying. Dry Technol. 16: 1195-1236 (1998)
9. Kwan IB. Microencapsulated flavors: Its preparation and application. Food Sci. Ind. 30: 26-35 (1997)
10. Fuchs M, Turchiuli C, Bohin M, Cuvelier ME, Ordonnaud C, Peyrat-Maillard MN, Dumoulin E. Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidized bed agglomeration. J. Food. Eng. 75: 27-35 (2006)
11. Cho YH, Shin DS, Park J. Optimization of emulsification and spray drying process for the microencapsulation of flavor compounds. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 132-139 (2000)
12. Risch SJ, Reineccius GA. Spray dried orange oil effect of emulsion size on flavor retention and shelf stability. pp. 67-77. In: Flavor Encapsulation. Risch SJ, Reineccius GA (eds). ACS Symposium Series No 370, American Chemical Society, Washington, DC, USA (1988)
13. Nakamura S. Identification of volatile flavor components of the oil from roasted sesame seeds. Agr. Biol. Chem. 53: 1891-1899 (1989)
14. Frutos M, Sanz J, Martinez-Castro I. Simulated distillation-extraction (SDE) method in the qualitative and quantitative GC analysis of cheese volatile components. Chromatographia 25: 861-864 (1988)
15. Bhandari BR, Dumoulin ED, Richard HMJ, Noleau I, lebert AM. Flavor encapsulation by spray drying. J. Food Sci. 57: 217-221 (1992)
16. Ramalakshmi K, PrabhakaraRao PG, Raghavan B. Effect of storage on the quality of stabilized garlic powder. Indian Spices 34: 5-7 (1997)
17. Lin SY, Sheen LY, Tsai SJ. Changes in microencapsulated garlic and ginger essential oils after storage. J. Chinese Agr. Chem. Soc. 30: 54-57 (1992)