

산·학·연 논문

## 감자전분을 이용한 1-Octen-3-ol의 미세캡슐화

유병진

강릉대학교 식품과학과

### Microencapsulation of 1-Octen-3-ol with Potato Starch

Byeong-Jin You

Department of Food Science, Kangnung National University, Kangnung 210-702, Korea

#### 서론

Microencapsulation은 공기와 접촉하여 산화되기 쉬운 물질이나 휘발하기 쉬운 방향성물질, 필요한 때 그 기능이 나타날 수 있도록 하기 위한 물질 등을 내부물질을 보호하기 위하여 필름을 형성하는 물질을 벽막물질로 사용하여 캡슐화하는 기술을 말한다.

현재 식품에 사용되고 있는 캡슐화 기술은 크게 6개 정도로 구분하고 있으나(1) spray drying은 가장 흔히 사용되는 방법으로 경제적이며 향료산업에 이용되고 있으며 (2) 벽막물질이 수용성으로 spray drying을 통하여 건조시키므로 캡슐을 완성한다. 향기성분의 보존과 shelf-life를 연장하기 위한 방법으로 여러 종류의 matrix를 이용한 미세 캡슐화 기술이 이용되고 있는데 미세 캡슐화에 사용되는 matrix의 성질과 캡슐제조 조건이 향기성분의 보존에 결정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(3-6).

이미 보고된 바 있는 탄수화물을 벽막물질로 이용하기 위한 연구에서는 주로 분자량이 작은 lactose(7,8)이나 maltodextrin(9)을 사용하거나 겔화 성질이 있거나 점성이 높은 carrageenan(10), acasia gum(9), gum arabic(11-13) 등을 주로 많이 사용해 왔다. 특히 다당류인 carrageenan, acasia gum 및 gum arabic은 상온에서 쉽게 수화되며 필름 형성능과 점성이 있으므로 캡슐의 matrix로서의 우수한 성질을 지니고 있다. 그러나 이들 다당류는 경제적이지 못하기 때문에 캡슐의 matrix로 이용하는데는 제한을 받는다. 그러므로 값싸면서 식품에 다양하게 사용하고 있는 전분을 캡슐의 matrix로 사용하려는 시도는 의미가 있을 것으로 생각된다.

송이는 분류학적으로 *Tricholomatacea*과에 속하며, *Pinus*, *Tsuga*, *Picea* 그리고 *Abies*속의 침엽수에 공생하는 외생균근성이다(14-19). 송이의 독특한 향취물질과 맛

의 성분은 1-octen-3-ol, 2-octanol, 1-octene 및 4-methyl cinnamic acid와 같은 향기성분으로(20) 그 중 1-octen-3-ol이 송이향의 주성분으로 알려져 있다(21). 그러나 송이는 동결저장 중에도 3개월 이상 경과하면 송이의 독특한 향이 없어지기 때문에 송이의 향을 그대로 유지시켜 식품으로 이용하는데 많은 제약이 있으므로 이에 대한 연구가 절실한 실정이다.

그러므로 본 연구는 송이 향을 오랫동안 유지하기 위한 기초자료를 얻을 목적으로 일반적으로 많이 이용되는 전분을 matrix로 사용하여 송이 향의 주성분인 1-octen-3-ol을 미세캡슐화하는 조건을 검토하였으므로 보고하는 바이다.

#### 재료 및 방법

##### 감자전분의 호화 및 캡슐화

송이 스프에 사용되는 감자전분을 encapsulation의 matrix로 사용 가능성을 조사하기 위하여 Fig. 1에 표시한 방법으로 먼저 전분을 호화시켰다. 즉, 1, 3 및 5% 전분용액 300 mL를 95°C에서 15분간 가열하고 난 후 70°C에서 1-octen-3-ol(Sigma Co.) 0.12 g, 대두유(해표 식용유) 1 g과 에멀전화제인 span 80(Sigma Co.) 1 g을 각각 첨가하고 homogenizer(S25N-25F, IKA Co.)로써 24,000 rpm에서 3분간 균질화하고 30초 방치하였다. 이와 같은 균질화 조작을 3회 반복하여 전분용액과 1-octen-3-ol을 에멀전시켰다. 에멀전화된 용액은 spray dryer(Eyler Co.)로써 건조하여 캡슐화를 완성하였다. 이 때 사용한 spray dryer의 조건은 Table 1에 나타내었다.

##### 1-octen-3-ol의 측정

전분으로 제조된 캡슐 분말에 잔존하는 1-octen-3-ol

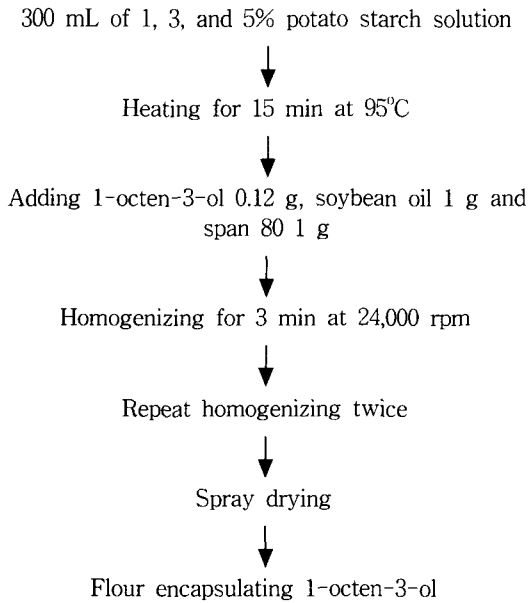


Fig. 1. Diagram of encapsulating process by using potato starch as matrix.

Table 1. Operating conditions of spray dryer

Items	Conditions
Speed	1.5~2.5 mL/min
Inlet temperature	180~190°C
Outlet temperature	90~100°C
Blower rate	0.50~0.55 m <sup>3</sup> /min
Atomizing pressure	12~13×10 kPa

의 양을 측정하기 위하여 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 캡슐 분말 1 g을 증류수 25 mL에 현탁시키고 차가운 pentane 25 mL를 가하여 분액여두에서 잘 섞어 1-octen-3-ol을 pentane층으로 이동시키고 pentane층만 분리하여 회전식 진공증발기에서 농축하여 gas chromatograph로써 분석하였다. 이때 gas chromatograph의 조건은 Table 2과 같으며 내부 표준물질로는 *n*-nonanol을 사용하였다.

#### 전분의 점도측정

전분의 점도는 온도가 일정하게 유지되도록 순환수조와 연결된 유리이중용기에 호화된 전분용액을 넣고 90°C에서부터 일정한 폭으로 온도를 내리면서 점도계(model RV, Brookfield Co.)로써 측정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 전분의 농도와 점도의 변화

캡슐화 공정 중 분무건조 과정이 필수적인데 이 과정에서는 피건조체인 용액의 분무건조의 적합 여부를 결정하게 된다. 그러므로 송이 스프에 사용되는 감자 전분을

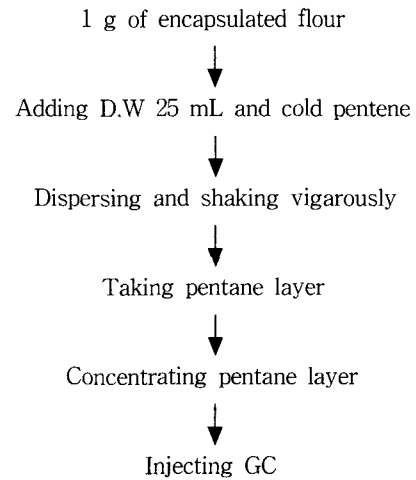


Fig. 2. Procedure of determining 1-octen-3-ol in encapsulated flour.

Table 2. Conditions of gas chromatography for determining 1-octen-3-ol

Items	Conditions
Detector	FID
Column	Stabil wax (Restek Co., 30 m×0.52 mm)
Carrier gas	Helium
Flow rate	7 mL/min
Injection temperature	230°C
Detector temperature	250°C
Program of temperature	100~210°C (rising rate 3°C/min)
Injection volume	1 µL

송이 향 주성분인 1-octen-3-ol을 캡슐화하는 matrix로 사용하기 위한 적합 여부를 알아보기 위하여 전분의 농도를 각각 1, 3 및 5%로 조절하여 95°C에서 15분간 호화시킨 후 90°C에서부터 점도를 각각 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 전분용액이 나타내는 점도는 전분의 농도가 6.5, 6.0, 5.5 및 5.0%일 때 90°C에서 각각 320, 248, 188 및 118 cP로서 용액의 농도가 증가함에 따라 증가하였고 온도가 낮아짐에 따라 점도의 차이는 더 크게 나타나 25°C일 때는 각각 1700, 1496, 890 및 648 cP를 나타내었다. 또한 온도가 낮을수록 전분농도 5.5% 이하의 점도와 6.0% 이상의 점도차이가 많이 나타났다.

#### 에멀전 용액의 점도에 미치는 균질화 공정의 영향

향기성분을 캡슐화하기 위하여는 matrix와 향기성분에 에멀전 상태로 만들어야 하는데 이를 위하여 균질화 공정이 필수적이다. 균질화하여 에멀전 상태로 된 용액을 분무건조하여 캡슐을 완성하게 되는데 균질화 후의 에멀전 용액의 점도가 분무건조에 큰 영향을 미치므로 균질화 공정이 에멀전 용액의 점도에 미치는 영향을 측정하기 위하여

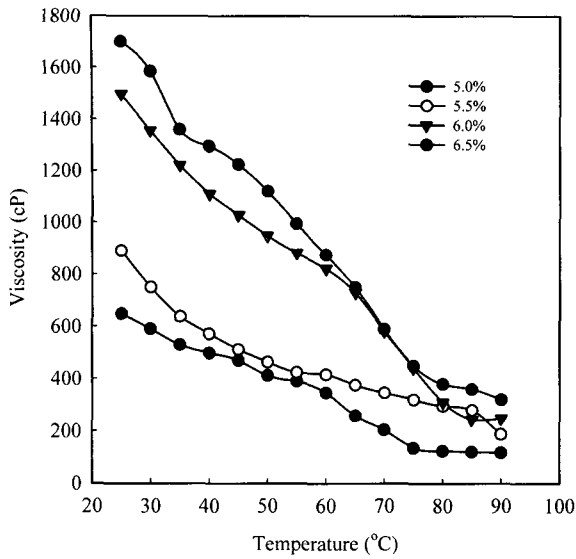


Fig. 3. Changes of viscosity of starch solution prepared to various concentrations.

균질화 전후의 용액의 점도를 측정 비교하였다. 이를 위하여 먼저 전분용액에 식용유, emulsifier 및 1-octen-3-ol을 첨가하고 homogenizer로 균질화한 후에 60°C에서 점도를 측정하였고 균질화하기 전 전분용액의 점도를 같은 온도에서 측정하고 그 결과를 Fig. 4에 표시하였다.

이 그림에서 알 수 있듯이 감자전분 1, 3 및 5% 용액에서 균질화 전의 점도는 각각 10.0, 143.0 및 432.5 cP이었던 것이 균질화 후에 각각 6.5, 54.0 및 200.0 cp를 나타내어 50%이하로 점도가 낮아진다는 것을 알 수 있었다. 이것은 지용성 향기성분인 1-octen-3-ol과 emulsifier로 첨가한 span 80이 감자전분 분자사이에 위치하여 쇼오트닝 효과를 나타내기 때문에 점도가 낮아진 것으로 생각된다. 이와

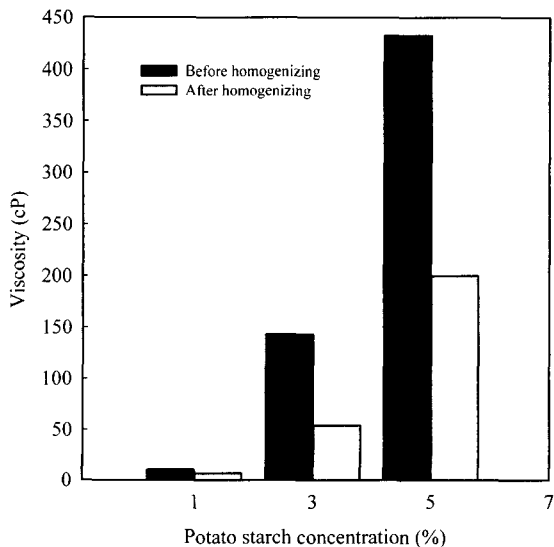


Fig. 4. Changes of viscosity in potato starch solution prepared before and after homogenizing.

같은 결과로 미루어 볼 때 균질화 공정을 거치면 에멀전 용액의 점도가 감소하기 때문에 분무건조시 용액의 점도로 인하여 분무건조의 어려움은 크게 문제되지 않을 것으로 생각되었다.

캡슐화된 1-octen-3-ol의 잔존량에 영향을 미치는 감자전분의 농도

향기성분인 1-octen-3-ol과 matrix인 감자전분과의 혼합비율이 향기성분의 잔존량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 1, 3 및 5%의 감자전분용액에 각각 동량의 식용유, emulsifier 및 1-octen-3-ol을 첨가하고 homogenizer로 균질화한 후 분무건조하여 캡슐화하였다. 건조된 캡슐분말은 5°C에서 3일간 저장한 뒤 캡슐화 시료에 존재하는 1-octen-3-ol의 잔존량을 측정하여 Fig. 5에 나타내었다. 이 그림에서 나타내었듯이 감자전분의 농도가 1, 3 및 5% 일 경우 1-octen-3-ol의 잔존량이 각각 0.012, 0.080 및 0.100 g/g을 나타내었고 캡슐화하기 전 1-octen-3-ol의 첨가량과 잔존량의 비는 각각 10.00, 66.67 및 83.33%를 보여 감자전분과 1-octen-3-ol의 비율이 클수록 잔존량이 증가하였다. 이러한 결과를 미루어 볼 때 캡슐화를 위하여 사용되는 matrix량과 캡슐화하고자 하는 물질인 내부 물질의 비가 클수록 내부 물질의 잔존량이 많아진다는 것을 알 수 있었다.

진공동결 건조가 송이의 1-octen-3-ol의 잔존량에 미치는 영향

송이의 향을 최대한 원래 상태로 유지하기 위하여 생송이를 2~5 mm 두께로 절단하고 -65°C에서 24시간 동결한 뒤 48시간 진공동결 건조하였다. 이렇게 건조한 송이의 수분함량과 송이 향의 주성분인 1-octen-3-ol 함량을

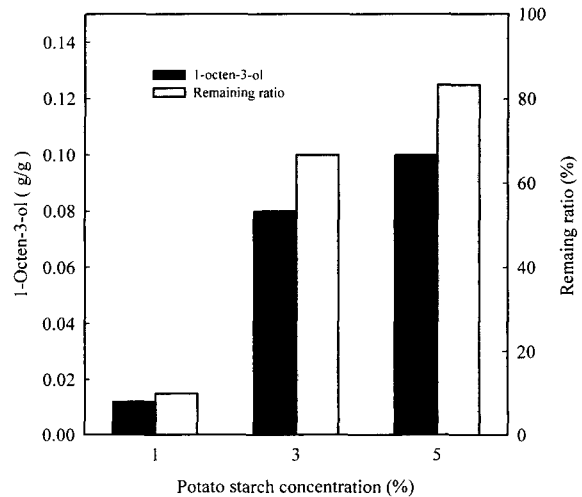


Fig. 5. Effect of potato starch concentration on remaining amount of 1-octen-3-ol after encapsulation.

Table 3. Approximate composition of pine agaric

	Raw pine agaric	Lyophilized pine agaric
Moisture (%)	90.50	3.28
1-Octen-3-ol ( $\mu\text{g/g}$ )	12.8	7.9

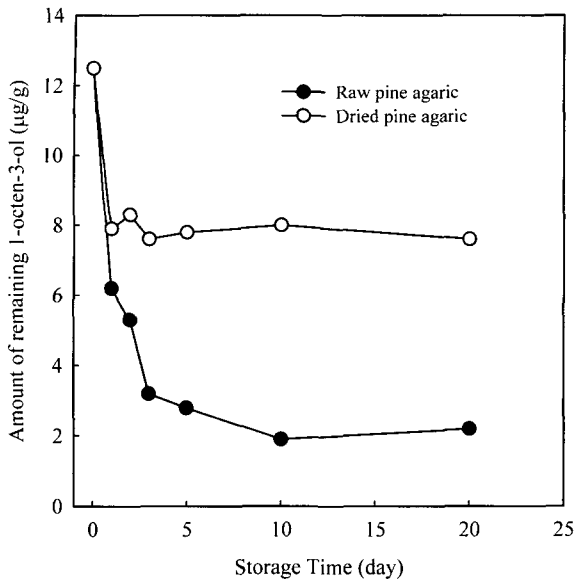


Fig. 6. Effect of freeze drying on amount of remaining 1-octen-3-ol in pine agaric during storage at 5°C.

Table 3에 나타내었다. 이 표에서 알 수 있듯이 생송이와 동결건조한 시료에서 수분함량은 각각 90.50과 3.28%를 나타내었으며 1-octen-3-ol의 함량은 각각 12.8 및 7.9  $\mu\text{g/g}$ 으로 동결건조과정 중에 약 40% 정도가 소실되어지는 것으로 나타났다. 또한 Fig. 6에서는 진공동결건조한 송이와 생송이를 5°C에 저장했을 때 1-octen-3-ol의 함량변화를 나타낸 그림으로서 생송이의 경우 최초 12.5  $\mu\text{g/g}$ 이었던 것이 저장 5일만에 2.8  $\mu\text{g/g}$ 을 나타내어 송이 고유의 향이 거의 소실되었지만 진공동결 건조한 송이는 동결건조 직후 7.9  $\mu\text{g/g}$ 이었던 것이 저장 20일 후에도 7.6  $\mu\text{g/g}$ 으로 향기 성분의 소실이 거의 나타나지 않았다.

## 요 약

송이 향을 오랫동안 유지하기 위한 기초자료를 얻을 목적으로 일반적으로 많이 이용되는 감자전분을 matrix로 사용하여 송이 향의 주성분인 1-octen-3-ol을 미세캡슐화하는 조건을 조사한 결과는 다음과 같다. 전분농도 5.5% 이하 용액의 점도는 60°C에서 420 cP이하를 나타내었고 6.0% 이상의 용액은 820 cP 이상을 나타내어 이 농도를 경계하여 점도의 변화가 뚜렷하게 구별되었다. 균질화하기 전과 후의 감자전분용액의 점도변화에서는 감자전분에 emulsifier와 1-octen-3-ol을 첨가하여 균질화한 예멸

전 용액의 점도가 균질화하기 전 용액의 점도보다 1/2 이하 값을 나타내어 균질화 공정이 용액의 점도를 낮추었다. 감자전분용액의 농도가 높을수록 1-octen-3-ol의 잔존량이 많았다.

## 참 고 문 헌

- Risch SJ. 1995. Encapsulation: Overview of uses and techniques. In *Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients*. ACS Sym. ser. 590. Am Chem Soc, Washing DC. p 1-7.
- Anker MH, Reineccius GA. 1988. Encapsulated orange oil: Influence of spray-dryer air temperatures on retention and shelf-life. In *Flavor Encapsulation*. ACS sym. Ser. 370. p 78-86.
- Reineccius GA. 1995. Controlled release techniques in the food industry. In *Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients*. ACS Sym. ser. 590. Am Chem Soc, Washing DC. p 8-25.
- Skopec RA, Collee PE, Shallenberger LK. 1995. High-viscosity gel encapsulation for core preservation and improved reservoir evaluation. *J Pet Tech* 5: 399.
- Muka JR, Nelson DB. 1988. Preparation of encapsulated flavors with high flavor level. Modified procedures now allow preparation of encapsulated flavors with flavor levels over twice that of prior commercial products. *Food Technol* 42: 154-157.
- Anandaraman S, Reineccius GA. 1986. Stability of encapsulated orange peel oil. *Food Technol* 40: 88-93.
- Shimada Y, Roos Y, Karel M. 1991. Oxidation of methyl linoleate encapsulated in amorphous lactose-based food model. *J Agric Food Chem* 39: 637-641.
- Fäldt P, Bergenstahl B. 1995. Fat encapsulation in spray-dried food powder. *JOCS* 72: 171-176.
- Reineccius GA. 1991. Carbohydrates for flavor encapsulation; Maltodextrins, corn syrup solids, modified starch, and gum acasia each have strengths and weaknesses in flavor encapsulation. *Food Tech* 45: 144-149.
- Lacroix C, Paquin C, Arnaud JP. 1990. Batch fermentation with entrapped growing cells of *Lactobacillus casei*. *Appl Microbiol Biotechnol* 32: 403-408.
- Kim YD, Morr CV. 1996. Micoencapsulation properties of gum arabic and several food proteins: Spray-dried orange oil emulsion particles. *J Agric Food Chem* 44: 1314-1320.
- Kim YD, Morr CV, Schenz TW. 1996. Micoencapsulation properties of gum arabic and several food proteins: Liquid orange oil emulsion particles. *J Agric Food Chem* 44: 1308-1313.
- Ziberboim R, Kopelman IJ, Talmon Y. 1986. Micoencapsulation by a dehydrating liquid: Retention of paprika oleresin and aromatic esters. *J Food Sci* 51: 1301-1306.
- Ogawa M. 1976. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tri-*

- Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. II. *Tricholoma matsutake* in *Pinus pumila* var. *yezoalpina* forest. *Trans Mycol Soc Japan* 17: 176-187.
15. Ogawa M. 1976b. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. III. *Tricholoma matsutake* in *Picea glehnii*-*Abies sachalinensis* forest. *Trans Mycol Soc Japan* 17: 188-198.
16. Ogawa M. 1977. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. IV. *Tricholoma matsutake* in *Tsuga diversifolia* forests. *Trans Mycol Soc Japan* 18: 20-33.
17. Ogawa M. 1981. Micorrhiza in the pine forest the ecological study of matsutake as a microorganism. *Kor J Mycol* 9: 225-227.
18. Ogawa M, Ohara H. 1978. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. VIII. *Tricholoma bakamatsutake* Hongo in *Quercus mongolica* var. *grosserrata* forest and *Q. serata* forests. *Trans Mycol Soc Japan* 19: 391-405.
19. Ogawa M, Hashimoto S, Matsumoto M. 1989. Preservation of *Tricholoma matsutake* by using preservative. *Korean patent* 3411.
20. Kim D, Baek H, Yoon H, Kim K. 1989. Effect of CO<sub>2</sub> concentration in CA conditions on the quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during storage. *Korean J Food Sci Technol* 21: 461.
21. Kim B, Nahmgung B, Kim O, Kim D. 1995. Freshness keeping of shiitake mushroom by vacuum cooling. *Korean J Food Sci Technol* 27: 852-859.