

분말양파의 갈변 및 케이킹 억제기술연구

김희선, 한명륜¹, 장문정², 김명환*

단국대학교 식품공학과, ¹혜전대학 식품영양과, ²국민대학교 식품영양학과

Study of Browning and Caking Reduction Techniques in Onion Powder

Hee-Sun Kim, Myung-Ryun Han¹, Moon-Jeong Chang², Myung-Hwan Kim*

Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

¹Department of Food and Nutrition, Hye Jeon College, Hongsung 350-702, Korea

²Department of Food & Nutrition, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

Abstract

The effects of immersion treatments prior to onion dehydration on browning reduction during dehydration and water absorption, and caking reductions of onion powder during storage were analyzed. Browning degree(O.D.) after far infrared dehydration of onion was 0.65, while relative browning degrees of 5% β -cyclodextrin(CD), 1% soluble starch(SS), 1% calcium chloride(CC), 5% β -cyclodextrin+1% calcium chloride+1% soluble starch mixture(MIX) solutions treatments using 30 min of immersion time were 72.3, 66.1, 66.1, 46.1% compared to that of control, respectively. L(Lightness) values of control, CD, SS, CC and MIX in onion powder were 72.40, 72.96, 76.94, 79.00 and 87.82, respectively. Low caking degree was observed for SS treated onion powder throughout the storage period as compared to control. After 180 min of ambient storage(25°C, 70%RH), the caking degrees of control and 3% SS treated onion powders were 28% and 5%, respectively. Volume swellings of onion powder were observed with increasing of storage time.

Key words: onion, browning, caking, powder, storage

서론

양파(*Allium cepa* L.)는 비늘줄기가 발달되어있는 백합과에 속하는 다년생식물로 우리식생활에서 마늘, 고추 등과 더불어 식품의 조리 및 가공에 중요한 향신료로 널리 활용되어왔다. 우리나라의 양파 주요생산지는 무안, 창녕, 신안, 해남, 함평 등이고 2005년 기준으로 생산량은 10.2억 kg이며 국민 1인당 소비량은 약 22.2 kg이다. 외국에서는 양파의 소비가 마늘보다 많으며 전 세계적으로 170여 개국에서 재배되며 연간 476억 kg이 생산되고 있다.

양파의 식품으로서 기능적 특성에 대한 연구를 종합적으로 나타내면 향 특성(flavoring property), 항산화특성(antioxygenic property), 보존성작용(preservative action), 항 미생물작용(antimicrobial activity), 생리적 및 의학적인 효과(physiological and medical effects)로 나타낼 수 있다(Marta et al., 2007).

양파에는 quercetin 관련물질과 유기 황 화합물 등이 함유되어 있어 항산화작용(Hertog et al., 1993; Roldan et al.,

2008), 알러지반응억제(Middleton et al., 1981), 콜레스테롤 저하(Jain et al., 1973), 혈액순환증가(Haldeman et al., 1987), 중금속제거 효과(Sheo et al., 1993) 등 중요한 생리활성을 가지는 것으로 알려져 왔다. 양파는 민간요법에서 스테미너식품으로 정력을 좋게 하고 신진대사를 높여주며 각종 균을 죽일 수 있으며 장에서 소화효소의 작용을 높여 주고 모세혈관을 보호하여 피의 흐름을 좋게 할뿐만 아니라 혈압과 동맥경화증의 예방에 좋다고 하였으며 이노제, 거담제등으로서 애용되어왔다(Block, 1986). 또한, 양파의 특수한 냄새는 방부효과를 가지며 육류의 좋지 못한 냄새나 맛을 제거하는데도 효과적이다.

양파는 수확 후 대부분 생체로 소비자에게 공급되고 있으나 생체양파는 수분이 많이 함유한 식품으로서 그 저장성이 매우 약하여 저장기간 중 발아발근 등으로 인하여 품질저하가 심하다. 특히 적절하지 못한 저장조건에서는 맛과 향기의 손실이 심하고 *Botrytis*, *Fusarium*, *Erwinia*, *Bacillus* 및 *Pseudomonas* 등의 부패균에 의하여 부패가 된다(Suh, 2002). 양파의 가공이나 장기저장 및 유통 중 발생하는 문제점을 개선하기 위하여 건조양파분말 또는 양파농축액의 제조가 이루어지고 있다.

양파농축액의 경우는 양파를 생체 또는 가열연화한 후

Corresponding author: Myung-Hwan Kim, Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea
Tel: +82-41-550-3563; Fax: +82-41-550-3566
E-mail: kmh1@dankook.ac.kr

압착하여 농축하는 가공법으로서 상온유통이 가능하도록 최종농도를 60~80%로 제조하거나 냉동 또는 냉장유통의 경우 6~25%로 제조하는데 이러한 제품들은 장기유통 시 갈변현상이 문제점으로 대두되고 있다. 대부분의 과채류에서 일어나는 갈변현상은 함유되어있는 phenol화합물에 의하여 나타나는 것으로 알려져 있는데 이들 phenol화합물들은 가공이나 저장 중 polyphenol oxidase에 의한 효소적 갈변현상 또는 비효소적 갈변현상으로서 나타나는 현상이다(Cobas et al., 2005).

건조양파의 경우에는 일반적으로 열풍건조 또는 동결건조를 이용하여 건조시킨 후 분쇄하여 분말형태를 많이 이용하는데 저장 유통 중에 분말입자의 크기, 저장온도, 상대습도 등에 따라서 갈변현상과 케이킹(caking)현상이 나타나는데 이 또한 저장수명(shelf-life)을 단축시키는 원인이 되고 있다(Ertekin & Gedik, 2005). 그 원인이 되는 것은 효소적 갈변현상 또는 비효소적 갈변현상으로서 나타나는 갈변현상과 양파에 많이 함유된 흡습성이 강한 당류들이 대기 중의 수분을 흡습하여 수용성성분을 용해하면서 입자간의 부착현상에 의하여 덩어리를 형성하게 되며 이러한 현상이 분말제품의 유통성을 크게 저하시키게 된다(Kim & Kim, 1996). 양파가공 및 저장 과정에서 이러한 문제점들을 해결하는 기술이 우선적으로 선행연구 되어야 새로운 가공식품개발이 활성화될 것이다. 따라서 본 연구에서는 건조 전처리로서 β -cyclodextrin용액, soluble starch용액, calcium chloride용액, β -cyclodextrin+calcium chloride+soluble starch 혼합용액에 침지 시 단일용액과 혼합용액이 분말양파 제조과정 중에 갈변억제와 soluble starch 용액 건조 전처리가 분말양파의 저장과정에서 수분흡수 및 케이킹(caking) 억제정도를 비교분석하는데 있다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용한 양파(*Allium cepa* L.)는 2007년도 수확한 국내산(전라남도 무안군) 양파이었다. 양파의 수분함량은 92.03%(wet basis)이었으며 본 연구에 사용된 모든 표준시약은 Sigma chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품이었다.

양파의 전처리 및 건조

박피한 양파는 slicer(KM230.250, Kenwood, Havant, UK)를 이용하여 3 mm의 두께로 slice한 양파 1.5 kg을 양파중량의 4배에 해당하는 6 L의 4가지 다른 침지용액(5% β -cyclodextrin, 1% soluble starch, 1% calcium chloride, mixture of 5% β -cyclodextrin+1% calcium chloride+1% soluble starch solution)에 각각 넣고 25°C의 shaking incubator에서 150 rpm의 속도로 30 분간 교반하면서 침지

효율을 높였다. 침지 후 체를 이용하여 1 분간 표면수분을 제거한 다음 70°C의 원적외선 건조기에서 4%(dry basis)까지 수분을 건조하였다. 양파 건조물을 초미세분쇄기로(Masterizer 2000G, Malvern Instruments Inc., Worcester, UK) 분쇄 한 다음 40 mesh 체를 통과한 분말을 분석시료로 사용하였다. 등온흡습곡선분석 과 색상분석을 위하여 건조온도는 50, 70 및 90°C를 이용하였다. 이때 등온흡습 데이터를 얻기 위하여 105°C에서 4 시간 추가적인 건조과정을 시행하였다.

등온흡습곡선

시료의 각기 다른 수분함량에 대하여 hygrometer(HT-200, Novasina LTD., Zurich, Switzerland)를 사용하여 10°C에서 측정하였다(Min et al., 1998).

저장

건조온도와 상대습도에 따른 분말시료의 갈변정도와 케이킹정도를 10°C에서 2 일간저장한 후에 외관변화를 관찰하였다.

색도

색도 측정은 Hunter color meter(CR-200, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 분말시료의 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 측정하였으며 표준판의 L, a 및 b 값은 각각 98.46, -0.07, 0.28이었다.

갈변도

분말양파에 대한 갈변도는 시료 2 g을 100 mL의 플라스크에 넣고 40 mL의 증류수와 10%의 TCA(trichloroacetic acid) 10 mL를 넣은 다음 암실에서 2 시간 방치한 후 filter paper(Watman No. 2)로 여과한 용액을 420 nm의 파장에서 흡광도(absorbance)를 측정하였다.

수분흡수

일정저장시간이 지난다음 분말양파의 수분흡수정도는 저장 중 무게증가를 재어서 wet basis로 계산하여 나타내었다.

케이킹

분말양파의 케이킹 분석은 4 cm의 직경의 원통용기에 분말양파 3 g을 넣은 다음 25°C, 75%의 상대습도로 조절된 데시케이터에 일정시간 동안 시료를 방치한 후 40 mesh의 Tyler체에 분말양파를 1 분 동안 진동시켜 체에 남는 분말양파의 무게로부터 케이킹정도를 분석하였다.

미세구조

분말양파를 SEM ion sputter coater를 이용하여 gold-palladium층으로 진공상태에서 60 초간 코팅시킨 후 20

kV에서 주사현미경(SEM, S-4300, Hitachi Co., Tokyo, Japan)으로 미세구조를 관찰하였다.

결과 및 고찰

분말양파의 등온흡습곡선

각기 다른 건조온도에서 분말양파의 등온흡습곡선을 비교한 결과 Fig. 1과 같다. 10°C의 측정온도에서 분말양파의 등온흡습곡선은 전형적인 sigmoid곡선을 나타내었으며 건조온도가 높아짐에 따라서 같은 수분활성도에서 낮은 평형수분함량을 보였고 그 차이는 건조온도가 70°C와 90°C에서는 크게 나타나지 않았지만 70°C와 50°C는 차이가 매우 컸다.

수분함유량이 15~35% 수준일 때 수분활성도가 0.6~0.8 사이에 들어감으로써 이러한 수분함량의 분말양파는 비효소적 갈변현상의 속도증가를 초래함으로써 품질저하가 심각하게 올 수 있는 수분함량조건이라 할 수 있다.

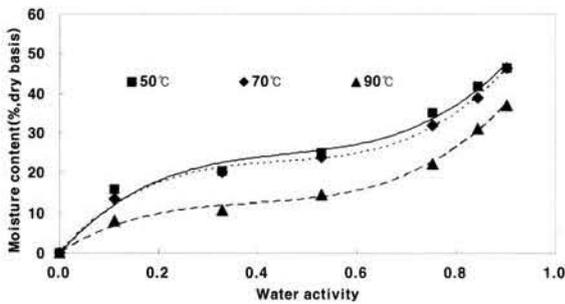


Fig. 1. Effect of isotherm absorption patterns for onion powders on various dehydration temperatures at 10°C.

장 중 일반 분말양파의 외관변화

각기 다른 건조온도(50°C, 70°C 및 90°C)와 상대습도(14.00%~90.26%)조건에서 10°C의 저장온도로 2 일이 지난 후 분말양파의 외관을 비교한 결과는 Fig. 2와 같다. 건조온도와 저장상대습도가 높아짐에 따라서 분말양파의 갈색화 정도가 심하였다. 이러한 현상은 건조과정에서 건조온도가 높아짐에 따라서 비효소적갈변현상이 많이 나타났으며 저장습도가 높아짐에 따라서 효소적 또는 비효소적 갈변현상의 촉진에 의하여 나타나는 현상이라 하겠다. 상대습도가 33% 이상에서 케이킹현상이 나타났으며 76% 이상에서는 용기에 분말양파가 부착되는 현상이 나타났다. 따라서 가능한 낮은 상대습도에서 분말양파를 저장하는 것이 품질변화를 줄일 수 있는 방법이라 할 수 있다. 분말양파를 포장 시에도 수분투과성이 없는 포장재질을 이용하여야 할 것이며 대용량의 포장보다는 일회용포장이 분말양파의 품질변화를 억제시킬 수 있는 방법이라 할 수 있다.

β-cyclodextrin, soluble starch, calcium chloride 및 혼합용액 전처리가 양파건조 중 갈변억제효과

원적외선 건조기를 이용하여 70°C에서 건조시킨 후 분말화한 다음 분말양파의 갈변정도를 측정된 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 대조구의 O.D. 값은 0.65로서 가장 큰 값이었다. 반면에 5% β-cyclodextrin, 1% soluble starch, 1% calcium chloride, 5% β-cyclodextrin+1% calcium chloride+1% soluble starch 혼합용액을 이용하여 건조 전처리로서 25°C의 온도에서 30분간 침지시킨 경우에는 각각 0.47, 0.43, 0.43 및 0.30을 나타내었다. 대조구에 비하여 72.3, 66.1, 66.1 및 46.1% 수준으로 혼합용액의 경우가 가장 효과적이었다. 지금까지 분말양파 갈변도 억제연구에서의 4% 옥수수전분용액을 이용하였을 때 억제정도는 32% 수준이었으나(Kee et

RH	90.26%	87.00%	76.00%	59.00%	33.00%	14.00%
Dehydration at 90°C						
RH	90.26%	87.00%	76.00%	59.00%	33.00%	14.00%
Dehydration at 70°C						
RH	90.26%	87.00%	76.00%	59.00%	33.00%	14.00%
Dehydration at 50°C						

Fig. 2. Appearances of onion powders after 2 days storage at 10°C.

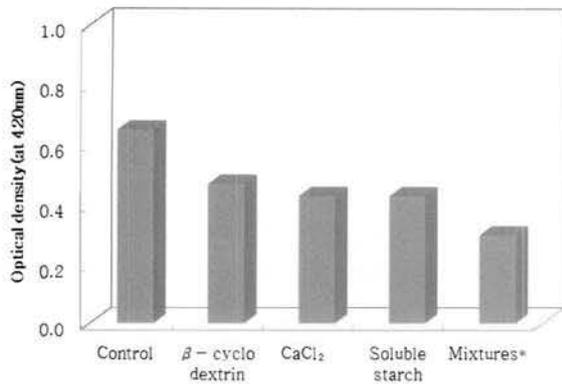


Fig. 3. Effect of 5% β -cyclodextrin, 1% soluble starch, 1% calcium chloride and mixtures on browning degrees of onion powders at 70°C dehydration temperature.

*Mixtures of 5% β -cyclodextrin, 1% soluble starch and 1% calcium chloride

al., 2000) 본 연구에서는 상대적으로 53.9% 수준의 높은 억제효과를 보였다.

β -cyclodextrin, soluble starch, calcium chloride 및 혼합용액 전처리가 분말양파의 색도 및 외관에 미치는 영향
 β -cyclodextrin, soluble starch, calcium chloride 및 혼합

Table 1. Effect of 5% β -cyclodextrin, 1% soluble starch, 1% calcium chloride and mixtures on color values of onion powders at 70°C dehydration temperature

	L ¹⁾	a ²⁾	b ³⁾
Control	72.40	5.48	29.00
β -cyclodextrin	72.96	5.04	29.52
Calcium chloride	76.94	3.98	28.08
Soluble starch	79.00	3.00	25.88
Mixtures ⁴⁾	87.82	-0.18	19.80

¹⁾ Lightness

²⁾ Redness

³⁾ Yellowness

⁴⁾ Mixtures of 5% β -cyclodextrin, 1% soluble starch and 1% calcium chloride

용액 전처리가 분말양파의 색도에 미치는 영향을 색차계로 분석한 결과 Table 1과 같다. 명도(L)는 대조구, 5% β -cyclodextrin, 1% soluble starch, 1% calcium chloride, 혼합용액의 경우에 각각 72.40, 72.96, 76.94, 79.00 및 87.82를 나타내었다. 대조구와 5% β -cyclodextrin과는 거의 차이를 나타내지 않았지만 그 이외의 처리에서는 분말양파가 흰색계통으로 이동되는 것을 알 수 있었으며 혼합용액의 경우가 가장 높은 값을 나타내었다. 적색도(a)와 황색도(b)에서도 대조구가 가장 높은 값을 나타내었고 처리구간 중에서 혼합용액이 가장 작은 값을 보였다. 대조구와 β -cyclodextrin, soluble starch, calcium chloride 및 혼합용액 처리의 분말양파의 외관사진은 Fig. 4와 같다. 대조구와 처리구간에 색상에서 차이가 있음을 알 수 있었으며 특히 혼합물의 경우에는 대조구에 비하여 갈변현상이 현저히 억제되었다는 것을 알 수 있었다.

분말양파의 수분흡습 및 케이킹억제

25°C의 70% RH 저장과정에서 분말양파의 수분흡습정도에 관한 결과를 예비실험을 한 결과 5% β -cyclodextrin, 1% calcium chloride, 혼합용액에서는 효과를 얻을 수가 없었으며 1% soluble starch에서 효과를 얻었다. Soluble starch의 농도에 따른 수분흡습정도는 Fig. 5와 같다. 180분간의 저장기간 동안에 대조구는 11.0%(wet basis)의 수분흡습이 이루어졌으나 soluble starch로 전 처리한 분말양파의 경우에는 soluble starch의 농도가 증가함에 따라서 수분흡습정도는 줄어들었다. 1%의 soluble starch로 전처리한 경우에는 수분흡습이 8.1% 수준이었으며 3%의 soluble starch를 이용한 경우에는 4.5% 수준에 머물렀다. 분말양파의 경우에는 저장 유통 중에 분말입자의 크기, 저장온도, 상대습도 등에 따라서 수분흡습과 케이킹현상이 나타나는 데 저장수명(shelf-life)을 단축시키는 원인이 되고 있다. 그 원인이 되는 것은 양파에 많이 함유된 흡습성이 강한 당류들이 대기 중의 수분을 흡습하여 수용성성분을 용해하면서 입자간의 부착현상에 의하여 덩어리를 형성하게 되며 이러한 현상이 분말양파제품의 유동성을 크게 저하시키게 된다.

25°C의 70% RH 저장과정에서 분말양파의 케이킹정도에

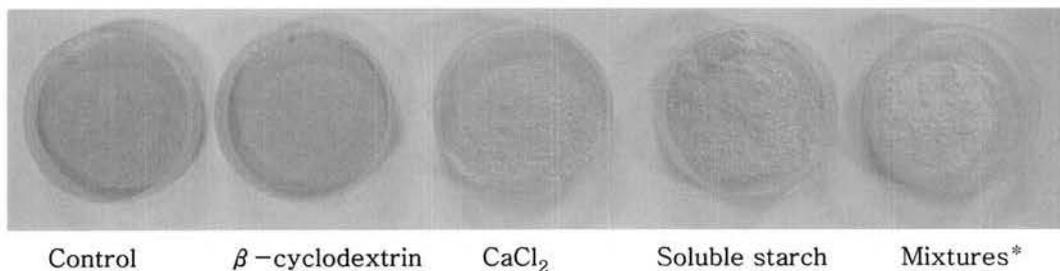


Fig. 4. Effect of 5% β -cyclodextrin, 1% soluble starch, 1% calcium chloride and mixtures on appearances of onion powders at 70°C dehydration temperature.

* Mixtures of 5% β -cyclodextrin, 1% soluble starch and 1% calcium chloride

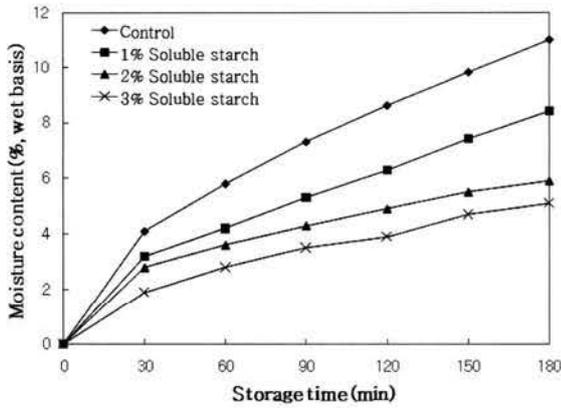


Fig. 5. Effect of soluble starch pre-treatment on water absorptions of onion powders at ambient storage(25°C, 70% RH).

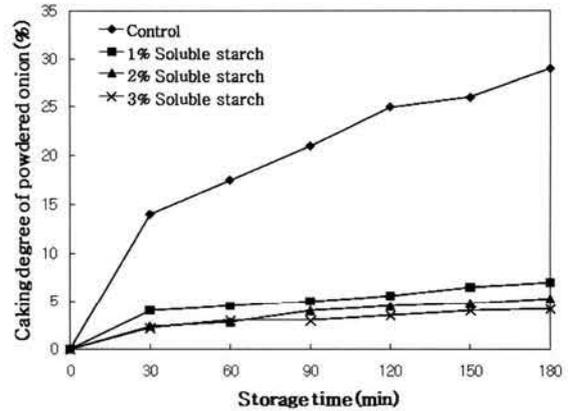


Fig. 6. Effect of soluble starch pre-treatment on caking degrees of onion powders at ambient storage(25°C, 70% RH).

관한 결과는 Fig. 6과 같다. 180 분간의 저장기간 동안에 대조구는 28%의 케이킹이 이루어졌으나 soluble starch로 전 처리한 분말양파의 경우에는 soluble starch의 농도가

증가함에 따라서 케이킹정도는 줄어들었다. 1%의 soluble starch로 전처리한 경우에는 분말양파의 케이킹이 7% 수준이었으며 3%의 soluble starch를 이용한 경우에는 5% 수

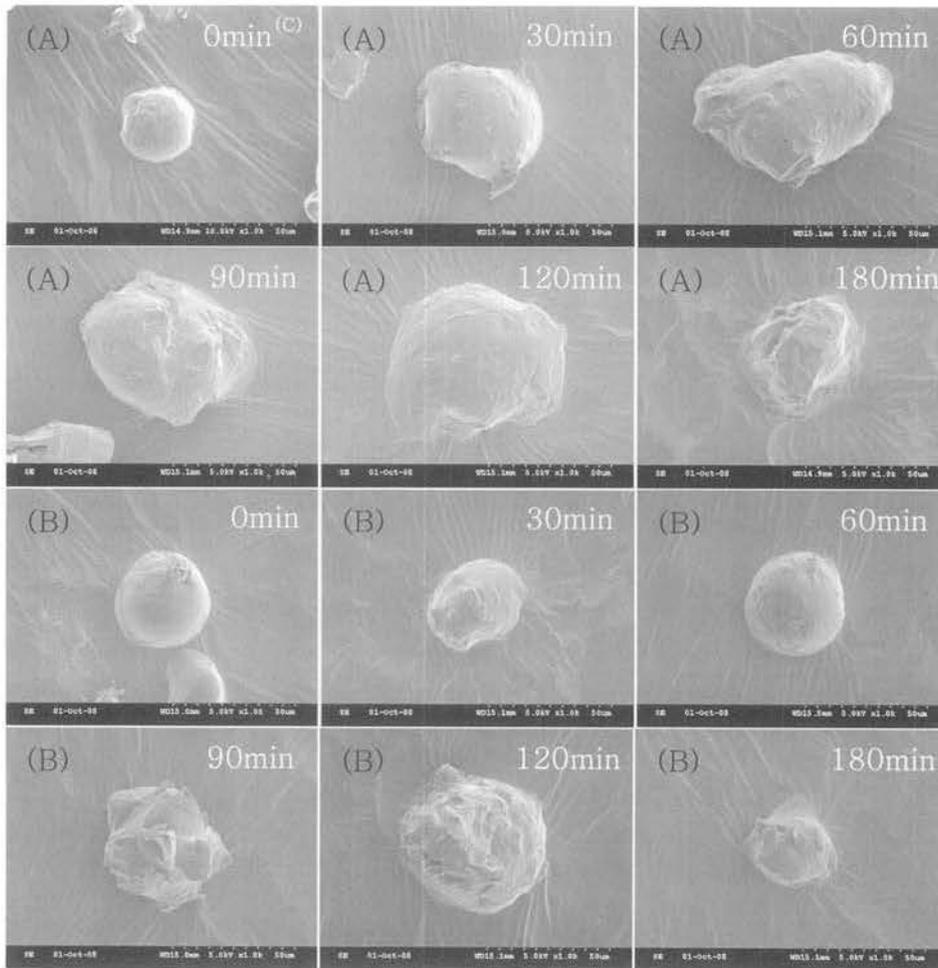


Fig. 7. Scanning electron microscope($\times 1,000$) of onion powders at ambient storage(25°C, 70% RH). A: control, B: 3% starch solution, C: immersion time.

준에 머물러 대조구에 비하여 83%이상의 억제효과가 있었다. 이는 soluble starch를 이용한 경우 분말양파의 coating 효과에 의하여 저장 중 수분흡수를 억제하는 것이 주요인이라 사료된다.

미세구조관찰

저장시간에 따른 분말양파의 미세구조를 관찰한 결과 (Fig. 7) 대조구(A)와 3%의 soluble starch처리(B) 분말양파 모두 저장시간이 길어짐에 따라서 수분흡수에 의한 분말양파의 체적팽창을 확인할 수 있었다. 대조구는 soluble starch처리 분말양파에 비하여 체적팽창속도가 컸으며 이러한 결과는 분말양파의 수분흡수속도의 차이에서 (Fig. 5) 기인되었다 사료된다. 대조구와 soluble starch처리 분말양파 모두 저장시간이 180 분인 경우에는 오히려 체적이 감소하는 현상을 보였는데 이것은 조해현상에 의한 것이라 생각되어지며 끈끈한 액상상태로의 변화가 케이킹현상을 가속화시키는 원인이 된다고 사료된다(Peleg, 1985).

결 론

본 연구는 양파건조전 침지공정을 이용하여 양파 건조과정 중에 갈변억제 및 분말양파의 저장과정에서 수분흡수와 케이킹 억제효과를 비교분석하는데 있다. 원적외선 건조기를 이용하여 70°C에서 건조시킨 후 분말 화 한 다음 분말양파의 갈변정도를 측정 한 결과 대조구의 O.D. 값은 0.65로서 가장 높은 값을 나타내었다. 반면에 5% β -cyclodextrin(CD), 1% soluble starch(SS), 1% calcium chloride(CC), 5% β -cyclodextrin+1% calcium chloride+1% soluble starch 혼합용액(MIX)을 건조 전처리로서 25°C에서 30분간 침지시킨 경우에는 대조구 O.D. 값에 비하여 각각 72.3, 66.1, 66.1 및 46.1% 수준으로 MIX의 경우가 가장 효과적이었다.

분말양파의 명도(L)는 대조구, CD, SS, CC 및 MIX의 경우에 각각 72.40, 72.96, 76.94, 79.00 및 87.82를 나타내었다. 40 mesh크기 분말양파를 25°C의 70% RH 저장과정에서의 케이킹정도를 측정 한 결과 180분간의 저장시간 동안에 대조구는 28%의 케이킹이 이루어졌으나 SS로 전 처리한 분말양파는 SS의 농도가 증가함에 따라서 케이킹정도는 줄어들었다. 3%의 SS를 이용한 경우에는 5%수준에 머물러 대조구에 비하여 83%이상의 억제효과가 나타났다. 저장시간에 따른 분말양파의 미세구조를 관찰한 결과 저장시간이 길어짐에 따라서 수분흡수에 의한 분말양파의 체적팽창을 확인할 수 있었으며 3%의 SS처리는 대조구에 비하여 체적팽창이 작게 나타났다.

감사의 글

본 논문은 2007년도 농촌진흥청 현장협력기술과제사업지원(과제번호 20070401080030)에 의하여 수행된 연구로 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

- Block E. 1986. Antithrombotic organosulfur compounds from garlic. *J. Am. Chem. Soc.* 108(22): 7045-7055
- Cobas AC, Moreno J, Corzo N, Olano A, Villamiel A. 2005. Assessment of initial stages of Maillard reaction in dehydrated onion and garlic samples, *J. Agric. Food Chem.* 53(23): 9078-9082
- Ertekin FK, Gadik A. 2005. Kinetic modelling of quality deterioration in onions during drying and storage. *J. Food Eng.* 68(4): 443-453
- Haldeman JD, MacNeil JH, Yared DM. 1987. Antioxidant activity of onion and garlic juice in stored cooked ground lamb. *J. Food Prot.* 50: 411-413
- Hertog MSL, Feskens EJM, Hollman PCH, Kromhout D. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease. The Zutphen elderly. *Lancet*, 342(8878): 1007-1011
- Jain RC, Vyas CR, Mahatma OP. 1973. Hypoglycemic action of onion and garlic. *Lancet* 302(7844): 1491-1495
- Kee HJ, Park YK. 2000. Effects of antibrowning agents on the quality and browning of dried onions. *J. Korean Food Sci. Technol.* 32(5): 979-984
- Kim MH, Kim BY. 1996. Influence of soluble starch pretreatment and particle size on physical properties of powdered onion during storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25(2): 267-273
- Marta CM, Nieves C, Mar V. 2007. Biological properties of onions and garlic. *Trends in Food Science & Technology* 18(12): 609-625
- Middleton EJ, Drzeqiecki G, Krishnarao D. 1981. Quercetin and inhibitor of antigen-induced human basophil histamine release. *J. Immunol.* 127(2): 546-550
- Min SG, Choi MJ, Lee S. 1998. Adsorptions isotherm of water vapor for infant formula milk powders and calculation of isosteric heat. *J. Korean Sci. Ani. Pesour.* 18(4): 285-291
- Peleg M. The role of water in rheology of hygroscopic food powders. In: *Properties of water in foods*. Simatos D, Multon JL(eds.), Martinus Nijhoff Pub., Boston, USA, pp. 393-428
- Roldan E, Moreno CS, Ancos B, Cano P. 2008. Characterization of onion (*Allium cepa* L.) By-products as food ingredients with antioxidant and antibrowning properties. *Food Chemistry* 108(3): 907-916
- Sheo HJ, Lim HJ. 1993. Effects of onion juice on toxicity of lead in rat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 22(1): 138-143
- Suh JK. 2002. Effects of pre-drying methods on onion bulb rot during storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 9(3): 277-281

(접수 2008년 9월 16일, 수정 2008년 10월 30일, 채택 2008년 11월 5일)