

## 하이드록시 프로필화 고구마 전분 필름의 특성

이정주 · 임종환  
목포대학교 식품공학과

### Characteristics of Hydroxypropylated Sweet Potato Starch Films

Jung Ju Lee and Jong Whan Rhim

Department of Food Engineering, Mokpo National University

#### Abstract

Starch films were prepared with the hydroxypropylated starches separated from two cultivars of the dry type sweet potatoes, Yulmi and Gunmi, a cultivar of the moist type sweet potato, Jinmi, and a cultivar of purple-fleshed sweet potato, Jami, and some selected properties of the films such as color, water vapor permeability (WVP), water solubility (WS), tensile strength (TS), and elongation at break (E) were determined. Gelatinization temperatures and the enthalpy of gelatinization ( $\Delta H$ ) decreased by hydroxypropylation. The hydroxypropylated sweet potato starch films were more transparent with lower Hunter b-values. Generally, WVP of sweet potato starch films decreased by hydroxypropylation, while WS increased about two fold by hydroxypropylation. TS of Yulmi and Jami starch films were not affected by hydroxypropylation, but that of Gunmi and Jinmi increased by 1.4 and 4.7 times, while E of all the sweet potato starch films was not affected by hydroxypropylation.

Key words: biodegradable films, sweet potato starches, hydroxypropylation

## 서 론

고구마(*Ipomoea batatas* L.)는 감자, 카사바 등과 함께 중요한 탄수화물 및 열량원으로서 단위면적당 수확량이 많고 열악한 환경조건하에서도 잘 자라는 경제성이 높은 작물이다. 고구마는 그 특성에 따라 직접 식용으로 이용되거나 전분을 분리하여 당면이나 물엿 또는 주정의 제조를 위한 식품가공용 소재로 이용될 뿐만 아니라 의약품이나 제지산업 및 섬유산업 분야에서도 널리 사용되고 있다(박지연 등, 1999). 고구마의 용도는 고구마의 주요 성분인 전분의 특성에 따라 결정되는데, 고구마 전분의 특성은 주로 고구마의 품종과 재배지의 토양, 기후, 시비 및 수확시기와 같은 재배조건 및 수확후의 저장방법에 따라서도 많은 차이를 나타낸다(Collins와 Walter, 1986). 고구마는 가열후의 조직 특성에 따라 분질고구마와 점질고구마로 구

분되는데, 이는 전분의 특성에 기인하며 이에 따라 가공적성이 달라지게 된다.

전분의 특성에 관한 연구는 전분용액의 호화특성에 대한 유변학적인 연구(Lii *et al.*, 1995; Svegmak와 Hermansson, 1991; Eliasson 1986)와 전분 페이스트나 전분 겔의 점탄성을 측정(Reddy *et al.*, 1994; Evans와 Lips, 1992; Biliaderis와 Zawistowski, 1990)하거나 전분의 이화학적 특성(최차관 등, 2000; 박지연 등 1999; 백만희와 신말식, 1995; 백만희와 신말식, 1993; 신말식과 안승요, 1988; 이경애 등, 1985; 신말식과 안승요, 1983; Walter *et al.*, 1975)을 조사하는 방법이 주로 이용되고 있다. 특히 고구마 전분의 품종에 따른 특성연구는 주로 전분의 이화학적 성질을 비교하는 연구가 주로 이루어졌다(임종환 등, 2000; 박지연 등, 1999; 김정수, 1995; 백만희와 신말식, 1995; 백만희와 신말식, 1993; 신말식과 안승요, 1988; 이경애 등, 1985; 신말식과 안승요, 1983; 김성근 등, 1978; Walter *et al.*, 1975). 최근에 난분해성의 합성플라스틱 필름을 대체할 수 있는 생고분자 필름의 개발에 관

Corresponding author: Jong Whan Rhim, Department of Food Engineering, Mokpo National University, Chungkye, Muan, Chonnam 534-729, Korea (phone: 061-450-2423)

한 연구가 활발하게 이루어지면서 전분의 우수한 필름 형성능을 이용하여 고구마전분을 이용한 필름을 제조하여 고구마의 품종별 특성(이정주와 임종환, 2000)을 조사한 바 있다. 사용된 고구마 전분 모두가 필름 형성이 잘 되었으며 고구마 필름의 물성은 고구마의 품종별로 뚜렷한 차이를 나타냈으나 대부분의 생고분자로 제조된 필름과 마찬가지로 고구마전분 필름도 전분의 구조상 친수성의 hydroxyl기가 많으며 glycerol의 첨가량이 많아 수분용해도가 높고, 인장강도와 연신율이 낮으며, 수증기투과도가 높은 편이어서 고구마 필름의 이용성을 증진시키기 위해서는 물성을 개선할 필요가 있음이 밝혀졌다.

전분의 구조를 변경시킴으로서 필름의 물성을 개선할 수 있는데, 그 한 방법으로 전분을 변성시키면 전분이 새로운 성질을 갖게 될 뿐만 아니라 전분이 원래 갖고 있는 불리한 성질을 개선할 수 있다(이선자와 김미라, 1999; 최유진 등, 1997; 육철 등, 1991; Donovan *et al.*, 1983; 김성곤 등, 1978). 예를 들면 분해 전분을 만들어 전분의 농도가 높은 호화액을 만들 수 있고 분자 사슬을 결합시킨 가교전분은 전분 입자내의 견고한 고분자 network가 형성되어 내열성과 내산성이 증가하고 전단응력에 대한 저항성이 증가하는 것으로 알려져 있다. 그리고 전분사슬에 인산기, 초산기, hydroxyalkyl기 등을 결합시킨 starch ester나 ether 등은 전분의 hydroxyl 수를 감소시켜 분자들의 재결합을 억제하여 노화를 억제하고 호화온도를 낮추는 특징을 갖고 있다(최유진 등, 1997). 특히 hydroxypropylation시킨 전분은 acetyl 전분이나 hydroxyethyl 전분보다 호화온도를 낮추어주고 호화액의 안정화시키는 효과가 크며, 호화액의 투명도가 증가하여 film 형성능이 좋아진다고 보고된 바 있다(육철 등, 1991).

본 연구에서는 고구마 전분필름의 물성을 개선하기 위하여 분질고구마인 울미와 건미, 점질고구마인 진미 및 자색고구마인 자미의 전분을 hydroxypropylation시킨 후 필름을 제조하여 그 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

시료로 사용한 고구마는 분질고구마인 울미와 건미, 점질고구마인 진미 및 자색고구마인 자미의 4품종으로 전남 무안 지역에서 1998년 가을에 생산된 것을 사용하였다.

### 전분의 제조

고구마전분의 분리는 전 보(이정주와 임종환, 2000)에서와 같이 알칼리침지법(김성곤 등, 1978)을 사용하였다. 각 품종의 고구마로부터 분리한 전분의 수율은 울미, 건미, 진미, 자미가 각각 20.3, 19.6, 15.2, 12.9%이었으며, 이들의 성분은 전보(이정주와 임종환, 2000)에 보고한 바와 같다. 분리한 전분을 실온에서 건조한 후 100 mesh 크기로 분쇄하여 유리병에 담아 밀봉하여 냉장고에 보관하면서 시료로 사용하였다.

### Hydroxypropylation시킨 고구마 전분의 제조

고구마 전분의 Hydroxypropylation은 최유진 등(1997)의 방법에 따랐다. 고구마 전분 50 g을 70%에탄올 150 mL에 균일하게 분산시킨 후 6% NaOH 용액 20 mL와 propylene oxide 10 mL를 순서대로 서서히 첨가한 다음 60°C의 항온기에서 교반시키면서 24시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 혼합액의 pH를 1 N HCl을 사용하여 5~6정도가 되게 조절한 다음 1800×g로 10분간 원심분리를 하여 상등액을 제거하고 침전물을 70% 에탄올로 2회 세척한 후 40°C 항온기에서 24시간 정도 건조시키고 분쇄하여 100 mesh 체를 통과시켜 시료로 사용하였다. Hydroxypropylation시킨 고구마 전분의 치환도는 Johnson의 방법(1969)에 따랐다.

### 호화온도 측정

전분의 호화특성을 시차주사열량계(differential scanning calorimeter, TA 2000, USA)를 사용하여 조사하였다(Donovan *et al.*, 1983). 미리 수분함량을 일정하게 조절한 전분시료 2 mg과 전분의 3배 정도의 증류수를 시차주사열량계용 aluminum pan에 넣고 밀봉하여 24시간 동안 실온에서 방치한 후 사용하였다. 가열속도를 10°C/min으로 하여 측정온도를 30°C부터 120°C 까지 증가시키면서 흡열곡선을 얻고 이로부터 전분의 호화온도를 측정하였다.

### 전분필름 제조

고구마 전분의 필름은 전 보(이정주와 임종환, 2000)에 따라 제조하였다. Hydroxypropylation시킨 고구마 전분 5 g을 150 mL의 증류수와 1.2 g의 glycerol을 첨가하여 hot plate상에서 80°C정도를 유지하면서 용해시키고, 이 용액을 homogenizer(T25B, IKA Labortechnik, Germany)로 9500 RPM으로 2분간 교반한 다음 85°C의 수욕조 중에서 20분간 가열하여 전분을 호화시킨 후 8겹의 cheese cloth(garde 40, Fisher Scientific, USA)를 사용하여 거품을 제거하여 필름용

액을 준비하였다. 이 용액 120 mL를 수평이 조절된 teflon을 코팅한 유리판(21×35 cm)에 부어 두께가 균일하게 갈아준 후 상온에서 약 24시간 건조하였다. 건조가 끝난 후에는 전분 필름을 유리판으로부터 떼어 내어 투습도 및 표면색 측정용은 7×7 cm, 인장강도와 연신을 측정용은 2.54×10 cm, 수분용해도 측정용은 2×2 cm의 절단하여 필름의 특성 측정용 시료로 사용하였다.

시료의 두께 측정 및 전처리

각 필름의 두께는 0.01 mm의 정밀도를 갖는 마이크로미터(Mitutoyo Co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 투습도 측정용 시료는 중심부와 주변 4부위의 두께를 측정하고 그 평균값을 사용하여 투습계수의 계산에 사용하였으며, 인장강도 측정용 시료 역시 길이 방향으로 5부위의 두께를 측정하여 그 평균값을 사용하여 필름의 인장강도 계산에 사용하였다.

모든 필름시료는 필름의 특성 측정에 사용하기 전에 25°C, 50% RH로 조절된 항온항습기(model FX 1077, (주)제이오티크, Korea)내에서 적어도 2일간 수분 함량을 조절하였다.

필름의 특성 측정

Hydroxypropylation시킨 고구마전분필름의 특성을 조사하기 위하여 필름의 투습도, 수분용해도, 인장강도 및 연신을 등을 측정하였으며, 이들의 측정방법은 전보(이정주와 임종환, 2000)의 방법을 따랐다.

통계처리

각 필름의 색도, 인장강도 및 연신율, 투습도, 수분용해도는 각각 따로 제조한 필름을 실험단위로 하여 3회 반복 측정하였다. 각 필름의 특성치의 평균값과 표준편차를 SPSS 통계 패키지(SPSS 7.5)를 사용하여 계산하였으며, 각 평균값의 유의적인 차이 검정은 Duncan's multiple range test를 사용하여 조사하였다.

결과 및 고찰

Hydroxypropylation시킨 전분의 호화특성

Hydroxypropylation시킨 품종별 고구마 전분의 Hydroxypropylation 정도는 울미, 건미, 진미, 자미가 각각 48.2, 46.2, 56.6, 45.8%이었으며, 이로부터 계산한 치환도는 각각 2.59, 2.40, 3.64, 2.36이었다. 최유진 등 (1997)은 동일한 방법을 사용한 옥수수 전분의 hydroxypropylation 정도가 50~60%라 하였으나 고구

Table 1. Gelatinization temperatures<sup>1)</sup> and enthalpy ( $\Delta H$ ) of hydroxypropylated sweet potato starches determined by DSC<sup>2)</sup>

Sweet potato cultivars	T <sub>o</sub> (°C)	T <sub>p</sub> (°C)	T <sub>c</sub> (°C)	$\Delta H$ (J/g)
Yulmi	67.68 <sup>b</sup>	73.99 <sup>c</sup>	84.87 <sup>b</sup>	8.40 <sup>b</sup>
Gunmi	67.50 <sup>b</sup>	72.69 <sup>bc</sup>	80.18 <sup>ab</sup>	5.54 <sup>a</sup>
Jinmi	50.68 <sup>a</sup>	64.92 <sup>ab</sup>	85.41 <sup>b</sup>	3.90 <sup>a</sup>
Jami	50.75 <sup>a</sup>	63.67 <sup>a</sup>	75.32 <sup>a</sup>	4.56 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>To, Tp, and Tc represent onset, peak, and completion temperatures for gelatinization, respectively.

<sup>2)</sup>Each value is the mean of three replicates. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly (P>0.05) different by Duncan's multiple range test.

마 전분의 경우는 옥수수 전분에 비해 hydroxypropylation 정도가 다소 낮았다. 시차주사열량계를 사용하여 측정된 hydroxypropylation시킨 고구마 전분의 호화특성은 Table 1에 나타난 바와 같다. Hydroxypropylation 고구마전분의 호화개시온도는 분질고구마인 울미와 건미가 각각 67.68, 67.50°C이고, 점질고구마인 진미는 50.68°C, 유색고구마인 자미는 50.75°C로서 점질고구마인 진미의 호화온도가 분질고구마의 호화온도에 비해 낮은 온도에서 호화가 시작되고 유색고구마인 자미는 점질고구마에 가까운 특성을 나타냈다. 최대호화온도는 울미, 건미는 73.99, 72.69°C를 나타냈으며, 진미와 자미는 64.92 및 63.67°C를 나타냈다. 최종호화온도는 울미, 건미가 84.87, 80.18°C이고, 자미가 75.32°C으로 낮은 온도를 나타냈고, 진미는 85.41°C를 나타냈다. 이러한 경향은 hydroxypropylation을 시키지 않은 고구마 전분과 유사한 경향을 나타냈다(이정주와 임종환, 2000). Hydroxypropylation를 시키지 않은 고구마 전분에 대한 결과와 비교해 보면, 울미와 건미 전분의 호화온도는 hydroxypropylation에 의해 거의 변화가 없었으나 진미와 자미 전분의 경우 뚜렷한 감소를 보였다. 이는 고구마의 품종에 따라 전분의 성분이 다르고(신말식과 안승요, 1988) 그에 따라 hydroxypropylation 정도가 달라지기(최유진 등, 1997) 때문인 것으로 생각된다. 일반적으로 전분을 hydroxypropylation 시키면 전분분자 내의 hydroxyl기의 수를 감소시켜 분자간의 수소결합이 저해되어 호화온도가 낮아지는 것으로 알려져 있다(육철 등, 1991; Tuschhoff, 1987). Hydroxypropylation시킨 고구마 전분의 호화엔탈피( $\Delta H$ )는 울미가 가장 높았으며, 다음으로 건미, 자미, 진미순으로 나타났다. 호화엔탈피값 역시 울미와 건미의 전분은 hydroxypropylation 처리에 의해 큰 변화가 없

었으나 진미는 hydroxypropylation 처리에 의해 3.8배, 자미는 2.2배 정도 감소하였다 (이정주와 임종환, 2000). 이는 Wootton과 Manatsathit(1984)가 옥수수 전분을 hydroxypropylation 시켰을 때 치환도가 증가함에 따라 호화온도와 호화엔탈피가 감소하였다는 결과와 일치한다. 이러한 전분의 호화특성의 변화는 전분의 hydroxypropylation에 의해 전분의 물성이 변화되며, 그 정도는 전분의 종류에 따라 달라짐을 알 수 있다.

### Hydroxypropylation시킨 고구마전분 필름 제조

Hydroxypropylation시킨 고구마전분필름의 제조시 각 성분의 첨가량을 결정하기 위하여 우선 증류수 150 mL에 전분의 양을 4 g, 5 g, 6 g씩 넣고 필름을 제조한 결과 전분을 4 g 첨가한 필름은 두께가 너무 얇았으며, 5 g을 첨가한 필름은 필름 형성이 잘 되었으며, 6 g을 첨가한 것은 필름 형성이 잘 안 되었다. 따라서 hydroxypropylation시킨 고구마 전분 필름의 제조를 위한 전분의 첨가량을 5 g으로 결정하였다. 최적의 가소제량을 결정하기 위해서 5 g의 hydroxypropylation시킨 전분에 glycerol 1.0 g, 1.2 g, 1.5 g를 첨가하여 필름을 제조한 결과 glycerol 1.2 g을 첨가했을 때 가장 우수한 필름이 형성되었다. 따라서 최종 전분필름의 조성은 증류수 150 mL에 hydroxypropylation시킨 전분 5 g과 가소제 1.2 g을 첨가하여 필름을 제조하였다. 무처리한 고구마 전분의 경우 전분 첨가량을 5 g으로 하면 용해되지 않아 필름의 제조가 어려워 4 g의 전분을 사용하였는데(이정주와 임종환, 2000), hydroxypropylation시킨 고구마 전분은 무처리 전분에 비해 용해가 더 잘 되기 때문에 전분의 농도가 증가된 필름의 제조가 가능했다. 또한 hydroxypropylation시킨 고구마 전분은 무처리 전분에 비해 호화온도가 낮고, 필름형성능이 우수하였다.

### 필름의 색도

고구마의 품종별 hydroxypropylation 전분필름의 색도는 Table 2에 나타난 바와 같다. 총색차는 분질고구

마인 울미, 건미로 제조한 전분필름은 0.66, 0.69이고, 점질고구마인 진미는 0.82이고, 유색고구마인 자미는 0.94로 높게 나타났다. 필름의 총색차는 hydroxypropylation시킨 전분필름이 무처리한 전분필름(이정주와 임종환, 2000)에 비해서 분질고구마는 2배정도 더 높은 값을 보였으며, 점질고구마나 유색고구마는 거의 비슷한 값을 나타냈다. 이러한 hydroxypropylation시킨 전분필름의 색도의 차이는 Hunter b-value의 차이에 기인하는데, 네 품종의 고구마 전분 모두 hydroxypropylation 처리에 의해 전분 필름의 Hunter b-value가 감소하였다. 전반적으로 hydroxypropylation 처리한 고구마전분 필름은 무처리한 전분 필름에 비해 투명하였다.

### 투습도와 용해도

Hydroxypropylation시킨 고구마 전분필름의 투습도는 Table 3에 나타난 바와 같다. 진미 전분필름의 투습도는  $0.99 \times 10^{-9} \text{ g} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ 로 가장 높고, 다음은 자미와 건미로서 각각  $0.93 \times 10^{-9}$ ,  $0.89 \times 10^{-9} \text{ g} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ 였으며, 울미는  $0.74 \times 10^{-9} \text{ g} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ 으로 투습도가 가장 낮았다. 건미와 자미 필름의 경우 hydroxypropylation에 의해 투습도의 변화는 거의 없었으나, 울미와 진미의 필름은 hydroxypropylation에 의해 투습도가 각각 40%와 20% 정도 감소하여 일반적으로 전분의 hydroxypropylation에 의해서 전분 필름의 투습도가 감소함을 알 수 있었다.

고구마 품종별 hydroxypropylation시킨 전분필름의 수분용해도는 Table 3에 나타난 바와 같이 울미, 건미, 진미 및 자미 필름이 각각 34.2, 33.7, 27.4 및 38.9%로서 품종간에 유의적인 차이( $P > 0.05$ )를 나타내지 않았다. 무처리한 고구마 전분필름(이정주와 임종환, 2000)의 수분용해도도 품종간에는 유의적인 차이( $P > 0.05$ )가 없었으나 수분용해도 값은 각각 14.8, 15.5, 14.7 및 15.6%로서 전분을 hydroxypropylation시켰을 때 전분 필름의 수분용해도가 2배정도 증가하였다. 전분의 hydroxypropylation에 의하여 전분의 용해도가 증가하

Table 2. Color values of hydroxypropylated sweet potato starch films<sup>1)</sup>

Sweet potato cultivars	L	a	b	ΔE
Yulmi	96.33 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.23 ± 0.02 <sup>bc</sup>	1.68 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.66 ± 0.06 <sup>a</sup>
Gunmi	96.21 ± 0.02 <sup>ab</sup>	0.21 ± 0.00 <sup>ab</sup>	1.89 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.69 ± 0.02 <sup>a</sup>
Jinmi	96.15 ± 0.23 <sup>ab</sup>	0.25 ± 0.01 <sup>c</sup>	1.71 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.82 ± 0.18 <sup>ab</sup>
Jami	95.96 ± 0.12 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.11 ± 0.05 <sup>c</sup>	0.94 ± 0.12 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Each value is the mean of three replicates with the standard deviation. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly ( $P > 0.05$ ) different by Duncan's multiple range test.

**Table 3. Water vapor permeability (WVP) and water solubility (WS) of hydroxypropylated sweet potato starch films<sup>1)</sup>**

Sweet potato cultivars	Thickness (μm)	WVP (×10 <sup>9</sup> g · m/m <sup>2</sup> · s · Pa)	WS (%)
Yulmi	49.3 ± 5.9 <sup>a</sup>	0.74 ± 0.11 <sup>a</sup>	34.2 ± 7.5 <sup>a</sup>
Gunmi	56.8 ± 3.0 <sup>abc</sup>	0.89 ± 0.10 <sup>b</sup>	33.7 ± 7.5 <sup>a</sup>
Jinmi	64.3 ± 3.7 <sup>c</sup>	0.99 ± 0.08 <sup>b</sup>	27.4 ± 9.1 <sup>a</sup>
Jami	58.5 ± 3.8 <sup>bc</sup>	0.93 ± 0.05 <sup>b</sup>	38.9 ± 7.6 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Each value is the mean of three replicates with the standard deviation. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly (P>0.05) different by Duncan's multiple range test.

**Table 4. Tensile strength (TS) and elongation at break (E) of hydroxypropylated sweet potato starch films<sup>1)</sup>**

Sweet potato cultivars	Thickness (μm)	TS (MPa)	E (%)
Yulmi	51.7 ± 0.6 <sup>b</sup>	18.5 ± 4.0 <sup>a</sup>	5.7 ± 0.9 <sup>a</sup>
Gunmi	53.5 ± 1.8 <sup>b</sup>	19.5 ± 1.4 <sup>a</sup>	5.6 ± 0.7 <sup>a</sup>
Jinmi	48.0 ± 7.1 <sup>ab</sup>	22.1 ± 5.6 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.3 <sup>a</sup>
Jami	50.0 ± 2.9 <sup>b</sup>	18.3 ± 2.7 <sup>a</sup>	4.9 ± 0.6 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Each value is the mean of three replicates with the standard deviation. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly (P>0.05) different by Duncan's multiple range test.

는 현상은 옥수수전분(육철 등, 1991; Wootton과 Manatsathit, 1983)이나 감자 전분(육철 등, 1991)에 대해서도 밝혀진 바 있다. 육철 등(1991)은 hydroxypropylation에 의하여 전분의 용해도가 증가하는 이유는 전분의 hydroxypropyl기에 의해 수소결합이 저해되어 분자내 결합이 약해질 뿐만 아니라 hydroxypropyl기가 친수성을 갖기 때문이라고 하였다.

**인장강도와 연신율**

Hydroxypropylation시킨 고구마전분으로 제조한 필름의 인장강도(TS)와 연신율(E)은 Table 4에 나타난 바와 같다. Hydroxypropylation시킨 전분필름두께는 48.0 ~ 53.5 μm으로 무처리 전분필름에 비해 다소 두꺼웠는데(이정주와 임종환, 2000), 이는 사용한 전분의 농도가 25% 증가하였기 때문이다. 인장강도(TS)는 건미, 울미, 자미가 19.5, 18.5, 18.3 MPa이며, 점질고구마인 진미는 22.1 MPa로 가장 높았다. 울미와 자미 전분의 경우 인장강도에 대한 hydroxypropylation처리를 한 효과가 거의 없었으나, 건미와 진미는 hydroxypro-

pylation처리에 의해 인장강도가 각각 1.4 및 4.7배 증가하였다. 필름의 연신율(E)은 hydroxypropylation시킨 울미, 건미, 진미, 자미의 전분필름이 5.7, 5.6, 5.3, 4.9%로 품종간의 유의적인 차이가 없었으며(P<0.05), 이들 필름의 연신율은 무처리한 전분필름(이정주와 임종환, 2000)의 연신율과 유사한 값으로 hydroxypropylation처리에 의해 전분필름의 연신율은 변화를 없음을 알 수 있다. 송태희와 김철재(1999)는 hydroxypropyl cellulose필름의 인장강도가 15~29 MPa, 연신율은 32.76~64.36%으로 보고하였는데, 고구마전분 필름은 cellulose 필름과 비교하여 같은 정도의 강도를 갖으나 유연성이 약한 것을 알 수 있다.

**요 약**

품종에 따른 고구마전분 필름의 물성을 개선하기 위하여 2종의 분질고구마(울미, 건미)와 1종의 점질고구마(진미) 및 1종의 유색고구마(자미)로부터 전분을 분리하여 hydroxypropylation시킨 후 필름을 제조하여 필름의 색도, 투습도, 수분용해도, 인장강도 및 연신율 등을 측정하였다. 일반적으로 hydroxypropylation시킨 고구마전분의 호화온도와 호화엔탈피(ΔH)는 Hydroxypropylation처리에 의해 낮아졌다. Hydroxypropylation에 의해 고구마 전분필름의 황색도가 낮아지고 더욱 투명한 필름이 만들어졌다. 필름의 투습도는 울미가 0.74 × 10<sup>-9</sup> g · m/m<sup>2</sup> · s · Pa로 가장 낮게 나타났으며, 건미, 진미, 자미는 각 0.89 × 10<sup>-9</sup>, 0.99 × 10<sup>-9</sup>, 0.93 × 10<sup>-9</sup> g · m/m<sup>2</sup> · s · Pa이었으며, 일반적으로 고구마전분의 hydroxypropylation에 의해 필름의 투습도가 감소하였다. Hydroxypropylation시킨 고구마전분필름의 수분용해도는 울미, 건미, 진미, 자미가 34.2, 33.7, 27.4, 38.9%으로 무처리한 고구마 전분필름에 비해 2배정도 증가하였다. 필름의 인장강도는 울미, 건미, 자미는 18.5, 19.5, 18.3 MPa이었으며, 진미는 22.1 MPa로 나타나서 무처리한 전분필름에 비해 울미와 자미는 비슷한 값을 나타냈으나 건미와 진미는 각각 1.4, 4.7배 정도 증가하였으나 연신율은 hydroxypropylation에 의해 뚜렷한 차이가 없었다.

**감사의 글**

본 연구는 한국과학재단 지정 목포대학교 식품산업 기술연구센터(RRC-FRC)의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- 김성근, 한태룡, 이양희, 비엘, 다포로니아. 1978. 통일 및 팔 달 쌀 전분의 이화학적 성질에 관한 연구. *한국식품과학회지* **10**: 157-162
- 김정수. 1995. 고구마 음료의 제조와 그 품질 특성. *한국식품영양과학회지* **4**: 943-947
- 박지연, 안영섭, 신동훈, 임승택. 1999. 한국산 고구마 전분의 품종별 이화학적 성질. *한국 식품영양과학회지* **28**: 1-8
- 백만희, 신말식. 1995. 저장 중 수분활성이 고구마 전분의 이화학적 특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지* **27**: 532-536
- 백만희, 신말식. 1993. 수침에 의한 변형 고구마 전분이 이화학적 특성. *한국식품과학회지* **25**: 736-741
- 송태희, 김철재. 1999. 칼슘을 첨가한 셀룰로오스 식용필름의 이화학적 특성. *한국식품과학회지* **31**: 99-105
- 신말식, 안승요. 1988. 분질 및 점질 고구마 전분의 특성. *한국식품과학회지* **20**: 412-418
- 신말식, 안승요. 1983. 한국산 고구마 전분의 이화학적 특성에 관한 연구. *한국농화학회지* **26**: 137-142
- 육철, 백운화, 박관화. 1991. 하이드록시프로필화 옥수수 전분의 이화학적 특성. *한국식품과학회지* **23**: 175-182
- 이경애, 신말식, 안승요. 1985. 가열에 의한 고구마 펙틴질의 변화. *한국식품과학회지* **17**: 421-425
- 이선자, 김미라. 1999. 하이드록시프로필화 감자 전분을 함유한 Polyethylene 필름의 기계적 특성. *한국식품영양과학회지* **28**(10): 423-428
- 이정주, 임종환. 2000. 고구마 전분을 이용한 가식성 필름의 제조와 특성. *한국식품과학회지* **32**(4): 834-842
- 최차란, 임종환, 박양균. 2000. 자색고구마 전분의 이화학적 특성. *한국식품영양과학회지* **29**: 1-5
- Biliaderis, C.G. and J. Zawistowski. 1990. Viscoelastic behavior of aging starch gel: Effects of concentration, temperature and starch hydrolysates on network properties. *Cereal Chem.* **67**: 240-246
- Choi, Y.J., S.T. Lim and S.S. Im. 1997. Preparation of hydroxypropylated corn starch at high degrees of substitution in aqueous alcohol, and pasting properties of the starch. *Foods and Biotechnol.* **6**(2): 118-121
- Collins, W.W. and W.M. Walter Jr. 1986. Fresh roots for human consumption. In *Sweet Potato Products: A Natural Resources for the Tropics*. J.C. Bouwkamp (ed.). CRC Press, Inc., Boca Ration, Florida. pp154-173
- Donovan, J.W., K. Lorene and K. Kulp. 1983. Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starches. *Cereal Chem.* **60**: 381-386
- Eliasson, A.C. 1986. Viscoelastic behavior during the gelatinization of starch. I. Comparison of wheat, maize, potato and waxy-barley starches. *J. Texture Studies* **17**: 253-256
- Evans, I.D. and A. Lips. 1992. Viscoelasticity of gelatinized starch dispersions. *J. Texture Studies* **23**: 69-86
- Johnson, D.P. 1969. Spectrophotometric determination of the hydroxypropylation group in starch ethers. *Anal. Chem.* **41**: 859-860
- Lii, C.Y., Y.Y. Shao and K.H. Tseng. 1995. Gelation mechanism and rheological properties of rice starch. *Cereal Chem.* **72**: 393-400
- Reddy, K.R., R. Subramanian, S.J. Ali and K.R. Bhattacharya. 1994. Viscoelastic properties of rice-flour paste and their relationships to amylose content and rice quality. *Cereal Chem.* **71**: 548-522
- Rhim, J.W., K.S. Ham and C.L. Weller. 1998. Characteristics of chitosan films as affected by the type of solvent acid. *Food Sci. Biotechnol.* **7**: 263-268
- Svegmark, K. and A.M. Hermansson. 1991. Changes induced by shear and gel formation in the viscoelastic behavior of potato, wheat and maize starch dispersion. *Carbohydr. Polym.* **15**: 151-169
- Tuschhoff, J.R. 1987. Hydroxypropylated starches. In: *Modified Starches: Properties and Uses*. O.B. Wurzburg (ed.). CRC Press, Florida, USA. p89
- Walter, W.M. Jr., A.E. Purcell and A.M. Nelson. 1975. Effects of amyolytic enzymes on "moistness" and carbohydrate changes of baked sweet potato cultivars. *J. Food Sci.* **40**: 793-796
- Wootton, M. and A. Manatsathit. 1984. The influence of molar substitution on the gelatinization of hydroxypropyl maize starches. *Stärke* **36**: 207-208
- Wootton, M. and A. Manatsathit. 1983. The influence of molar substitution on the water substitution on the water binding capacity of hydroxypropyl maize starches. *Stärke* **35**: 92-94