

천연옥수수전분과 hydroxypropyl화 옥수수전분의 RVA특성과 필름 물성의 관계

한윤정 · 김석신*

가톨릭대학교 식품영양학과

Relationship between RVA Properties and Film Physical Properties of Native Corn Starch and Hydroxypropylated Corn Starch

Youn-Jeong Han and Suk-Shin Kim*

Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea

Relationship between RVA properties and physical properties of film made from native corn starch and hydroxypropylated corn starch at various levels of plasticizers was examined. Tensile strength of the film decreased, but its elongation and water vapor permeability increased with increasing plasticizer concentration. The film with glycerol showed greater changes in physical properties than that with sorbitol. Hydroxypropylated starch film showed lower tensile strength, higher elongation, and higher water vapor permeability than the native starch film. Sorbitol resulted in films with relatively high tensile strength, whereas glycerol produced films with increased elongation. The most reliable parameters for the relationship between RVA properties and film properties were RVA peak viscosity, tensile strength, and water vapor permeability. Water vapor permeability and tensile strength had linear relationship with RVA properties. The tensile strength and water vapor permeability of film could be predicted using the RVA peak viscosity.

Key words: edible film, RVA properties, tensile strength, water vapor permeability, hydroxypropylated corn starch

서 론

식품포장재는 주변환경으로부터 식품을 보호하여 품질을 오랫동안 유지시킴으로써 식품의 저장수명을 연장하는 한편, 수분과 기체의 투과 저해, 유지와 용질의 이동 저해, 식품의 기능적 특성이나 구조적 완전성 향상, 휘발성 향미물질의 보존성 향상, 식품첨가물의 전이 효과 등의 기능이 있다⁽¹⁾. 가식성 포장재를 만드는데 사용되는 물질로서 다당류(polysaccharide), 단백질, 지질 등이 사용된다. 이중 다당류는 cellulose, pectin, 전분, alginate, carrageenan, chitosan, gum 등이 있는데 이 물질들은 친수성이 강해 수분 투과도는 크지만 기체 투과를 방지하는 성질은 우수한 편이다^(2,3).

전분소재 중 옥수수전분은 호화온도가 다른전분에 비해 높고 용해도가 낮은 단점을 가지고 있으며, 이러한 옥수수전분을 가열하여 호화시킨 후 냉각하면 불투명하고 탄력성이 적

은 겔이 되는데 이러한 성질은 필름으로 제조시 불리한 점으로 작용하게 된다^(2,4,11). 이러한 단점을 보완하기 위해 가소제나 첨가제를 사용하거나 변성시키는 방법을 사용하는데, 이중 hydroxypropylation방법은 저장기간 연장, 냉·해동 안정성, 저온저장 안정성, 잔물에서의 팽윤성, 재수화성 등의 바람직한 성질을 부여하며 투명하고 유연한 필름으로 형성이 가능한 이점이 있는 것으로 알려져 있다⁽¹²⁻¹³⁾. 전분을 hydroxypropylation시키면 내부결합이 약해져 호화온도가 낮아지고 투명하게 되며 응집성이 증가되고 유연성은 향상된다. 이중 특히 호화온도의 감소는 Bae 등⁽¹⁴⁾의 실험에서 증명된 바 있다. 이처럼 물성이 변화되는 정도는 DS값(degree of substitution)⁽¹⁵⁻¹⁶⁾으로 표현되며 일반적으로 DS값이 클수록 호화온도가 낮아지고 노화시 겔의 탄력성이 커지는 경향을 보여준다.

전분변성의 방법 외에 가식성 필름의 기능향상에 도움을 줄 수 있는 첨가물이 많이 있는데 그중 가소제(plasticizer)는 일반적으로 polymer의 사슬사이의 상호작용을 방해해 유연성을 향상시키거나 인장강도(tensile strength)와 수증기 차단성을 낮추는 경향이 있다⁽¹⁾. 식품 등급의 가소제로서 glycerol, sorbitol, mannitol, sucrose, propylene glycol과 polyethylene glycol 등의 다가알코올(polyol)을 사용한다. 그중 가장 많이

*Corresponding author: Suk-Shin Kim, Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea, 43-1 Ykkok 2-dong, Wonmi-gu, Buchon City, Kyonggi-do 420-742, Korea
Tel: 82-32-340-3316
Fax: 82-32-340-3316
E-mail: kimsukshin@hanmail.net

사용되고 있는 것은 glycerol과 sorbitol로 필름에 첨가시 첨가물의 종류에 따라 물성의 차이를 보인다⁽¹⁷⁾.

가식성 필름에 대한 연구는 필름제조와 물성의 측정에 일주일정도가 소요된다. 또한 첨가제 함량에 따라 물성이 변하므로 원하는 물성을 지닌 필름을 얻기 위해서는 첨가제 함량을 다양하게 변화시키는 수많은 반복실험이 필요하게 되며 반복실험마다 막대한 시간이 소요되는 단점이 있다. 이에 비하여 원료 전분액의 물성측정은 rapid visco analyzer(RVA)를 이용할 경우 1시간 이내에 측정이 가능하다. 따라서 원료 전분 및 전분과 가소제 혼합액의 물성을 측정하여 이 물성으로부터 제조될 필름의 물성을 예측할 수 있다면 가식성 필름 연구개발의 소요시간을 단축할 수 있고 불필요한 반복실험을 하지 않아도 되는 잇점이 있게 된다. 이에 따라 본 연구에서는 전분액의 물성을 RVA로 측정하고 제조된 필름의 물성을 측정 후 두 물성치 사이의 관계를 설정함으로써 원료전분액의 물성으로부터 필름의 물성을 예측하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험재료인 옥수수전분과 glycerol은 덕산화학에서 구입하였고 가소제인 sorbitol은 식품첨가물 등급으로 동양제과에서 제공받았다. 그리고 변성전분 제조에 사용된 propylene glycol은 Sigma-Aldrich Korea Ltd.(서울, 한국)에서 구입하여 사용하였다.

변성전분 제조

하이드록시프로필화 옥수수전분은 Wootton 및 Manatssathit의 방법⁽¹²⁾을 이용하여 제조하였다. 제조된 변성전분의 DS값은 Johnson의 방법⁽¹⁸⁾으로 측정하였다. 이때 측정된 값에 factor 0.7763을 곱하여 hydroxypropyl 기로 환산한 후 DS값⁽¹⁹⁾을 다음과 같이 계산하였다.

$$DS = \frac{162 \times \frac{+ \text{hydroxypropyl}}{58}}{100 - \left(\frac{57}{58} \times + \text{hydroxypropyl} \right)} \quad (1)$$

RVA 측정

Rapid Visco Analyzer(RVA-3D+, Newport Scientific, Australia)를 이용하여 시료용기에 12%의 전분용액을 넣고 가소제를 전분중량에 대해 0, 16, 33, 50, 66%의 비율로 첨가하여 3.5°C/min의 속도로 25°C부터 95°C까지 가열한 후 95°C에서 10분간 유지시켰다가 50°C까지 냉각시키고 50°C에서 10분간 유지시켜 점도의 변화를 보았다.

가식성 film 제조

옥수수전분 3 g을 180 mL의 증류수에 넣고 상압에서 100°C까지 가온하였다. hot plate에서 100°C를 유지하며 15분간 가열하고나서 40°C incubator에서 40분간 식힌 다음 이 용액을 teflon으로 코팅한 30 cm×30 cm 크기의 유리판에 붓고 실온에서 건조한 후 떼어내 사용하였다. 이때 가소제의 영향을 보기 위해 sorbitol과 glycerol을 전분 중량에 대해 각각 0,

16, 33, 50, 66% 첨가하여 필름을 제조하였다. 단, 하이드록시프로필화 옥수수전분에 glycerol을 66% 첨가한 경우 필름 형성이 잘 되지 않아 glycerol을 최대 50%까지 첨가하였다.

두께 측정

필름의 두께는 1 μm의 정밀도를 가진 micrometer(Mitutoyo Co., Japan)로 중심과 주위부분을 10회씩 측정하였고 측정결과 각 부위의 상대오차가 5% 이내인 필름만을 물성측정에 사용하였다.

인장강도 및 신장율 측정

필름의 인장강도(tensile strength)와 신장율(elongation)은 ASTM D882-88 표준시험법⁽²⁰⁾에 따라 폭 2.54 mm×길이 100 mm로 절단하여 25°C, 50% RH 조건에서 48시간 평형시킨 후 texture analyzer(TX-HD, Stable Micro System, UK)를 사용하여 측정하였다. 측정시 cross head speed는 500 mm/min, grip 간격은 50 mm로 하였다. 9회 반복 실험하여 평균 및 표준편차를 산출하고 측정된 인장강도 값은 MPa로, 신장율은 %로 표시하였다.

수증기 투과도 측정

필름의 수증기 투과도(water vapor permeability, WVP)는 투습컵(내경 46 mm, 외경 87 mm, 깊이 21 mm)을 사용하여 25°C, 50% RH에서 측정하였다⁽²¹⁾. 투습도(water vapor transmission rate, WVTR)는 시간에 따른 무게감소 그래프의 기울기를 투습컵의 단면적으로 나누어 구하였다. WVP를 계산할 때 식(2)를 활용하여 WVTR값을 보정하여 구하였다⁽²²⁾. 모든 데이터는 3회 반복 실험한 평균값을 취하였다.

$$WVP = WVTR \times L / \Delta P \quad (2)$$

여기서 WVP는 수증기 투과도 (g·mm/m²·24 h·kPa), WVTR은 투습도(g/m²·24 h), L은 필름의 두께(mm), ΔP는 필름 양면의 보정된 수증기 분압 차이(kPa)이다.

결과 및 고찰

전분 필름의 인장강도

전분필름의 인장강도는 Fig. 1에서 볼 수 있듯이 가소제의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 전분별로는 천연전분의 인장강도가 변성전분보다 큰 것으로 나타났는데 hydroxypropylation이 전분의 유연성을 향상시키고 강도를 줄이는 영향을 준다는 이론⁽¹⁹⁾을 증명해 주고 있는 것으로 생각된다. 가소제의 종류에 따라서도 인장강도의 차이가 나타났는데 천연 옥수수전분의 경우 sorbitol이 glycerol보다 인장강도의 감소가 적었다. 최고 첨가량인 66%에서 sorbitol을 첨가한 필름의 인장강도가 천연전분 7.84 MPa, 변성전분 1.72 MPa이었던 반면 glycerol의 경우는 천연전분 4.48 MPa, hydroxypropyl화 전분(glycerol 함량 50%) 1.21 MPa로 나타나 그 차이를 확실히 알 수 있었다. 이러한 경향은 가소제 자체의 성질에 영향을 받는 것으로 보이는데 실온에서 안정한 분말상태인 sorbitol에 비해 실온에서 액체상태인 glycerol이 인장강도를 낮춘 한편 분자량이 2배나 차이가 나는 가소제를

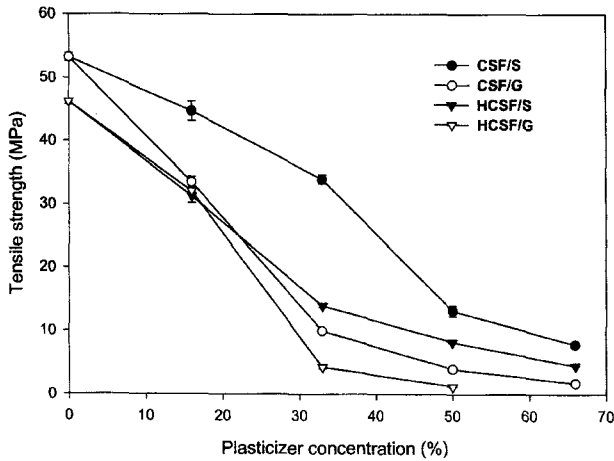


Fig. 1. Tensile strength of native corn starch and hydroxypropylated corn starch containing plasticizers (CSF/S: corn starch film containing sorbitol, CSF/G: corn starch film containing glycerol, HCSF/S: hydroxypropylated corn starch film containing sorbitol, HCSF/G: hydroxypropylated corn starch film containing glycerol).

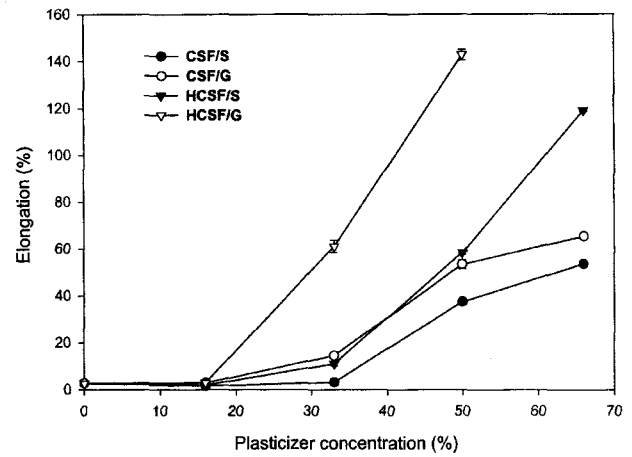


Fig. 2. Elongation of native corn starch and hydroxypropylated corn starch containing plasticizers (CSF/S: corn starch film containing sorbitol, CSF/G: corn starch film containing glycerol, HCSF/S: hydroxypropylated corn starch film containing sorbitol, HCSF/G: hydroxypropylated corn starch film containing glycerol).

동량 사용하였으므로 glycerol의 mol 수가 sorbitol에 비해 2 배정도가 첨가된 것이므로 필름 형성 시 인장강도를 줄이는 효과를 나타내는 것이라고 생각되었다. 분자량에 의한 첨가의 차이는 Gontard 등⁽²³⁾의 실험에서도 증명된 바 있다. 이러한 가소제 첨가량에 따른 강도의 차이는 변성전분의 경우에도 유사한 경향을 나타내었다. 신장율은 가소제 함량뿐만 아니라 상대습도나 저장기간에도 영향을 받는 것으로 보고되었다⁽²⁴⁻³⁰⁾.

또 하나 주목해야 할 것은 가소제 첨가에 따른 인장강도 감소의 경향이 직선적이지 않다는 것이다. 변성전분의 경우 sorbitol 첨가시 다양한 기울기로 감소가 일어나고 있으나 33% 이후에 급속한 감소가 이루어진 반면 glycerol의 첨가시에는 33%까지 급격한 감소가 일어남을 알 수 있었다. 그리고 변성전분의 경우는 sorbitol과 glycerol 두 가지 모두에서 33% 첨가시까지 급격한 감소가 일어나고 있고 그 이후로는 감소가 완만했음을 알 수 있었다. 본 연구의 전분 필름의 인장강도는 50 MPa에서부터 1.2 MPa의 수치에 이르기까지 다양한 값을 보였다. 옥수수전분 필름은 cellulose 계열의 필름보다 강도가 낮은 편이나⁽²⁶⁾ soy protein⁽³²⁾이나 carrageenan⁽³³⁾ 등의 필름보다는 인장강도가 높은 편으로 비교적 높은 강도를 가지고 있는 것으로 나타났다.

전분 필름의 신장율

신장율 측정결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 전분의 종류나 가소제의 종류에 상관없이 16% 첨가까지는 별 차이가 없는 것으로 나타났으나 가소제 첨가량이 16% 이상이 되면서 유연성이 뛰어난 변성전분의 경우가 천연전분보다 더 큰 신장율을 보이는 것으로 나타났다. 강도가 컸던 sorbitol 첨가시와 비교해 glycerol 첨가필름이 유연성이 큰 것으로 나타났다고 첨가량이 늘어날수록 이런 경향을 더욱 확실히 보여 주고 있다. 이런 경향의 이유를 Gontard⁽²⁴⁾는 glycerol의 분자량이 작은 것과 관련시켜 설명하고 있는데 작은 크기의 분

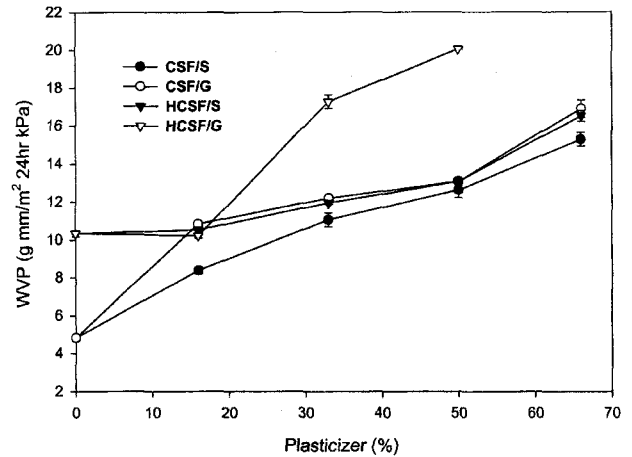


Fig. 3. Water vapor permeability of native corn starch and hydroxypropylated corn starch containing plasticizers (CSF/S: corn starch film containing sorbitol, CSF/G: corn starch film containing glycerol, HCSF/S: hydroxypropylated corn starch film containing sorbitol, HCSF/G: hydroxypropylated corn starch film containing glycerol).

자가 전분의 기본 물질구조내에 삽입되기 쉽기 때문에 동일 mol수의 첨가시에 분자량이 작은 glycerol이 전분구조내에 삽입이 더 많아짐으로 분자구조의 약화를 가져와 신장율이 커지게 된다고 설명하고 있다.

첨가량에 따른 차이를 보면 천연전분의 경우 sorbitol과 glycerol 함량이 33%와 50%사이에서 큰 상승률을 보이고 있고 변성전분의 경우 sorbitol은 33%이상에서 거의 직선적인 상승효과를 보이고 있으며 glycerol의 경우 16%이상에서 직선적인 효과를 보이는 것으로 나타났다. 특히 변성전분에 50% glycerol 첨가시 신장율이 120%가 넘는 것으로 나타났다.

전분필름의 수증기 투과도

변성전분의 수증기 투과도는 Fig. 3에 나타나 있듯이 친수

Table 1. Tensile strength and elongation of mixture starch films using sorbitol and glycerol

Starch	Plasticizer (g, w/w)		Tensile strength (MPa)	Elongation at break (%)
	Sorbitol	Glycerol		
Hydroxypropylated corn starch	0	0	46.20 ± 0.75	2.58 ± 0.26
	0.5	0.5	30.05 ± 1.31	7.77 ± 0.17
	1	0	13.95 ± 0.39	10.98 ± 1.17
	0	1	4.23 ± 0.30	61.02 ± 3.77
	0.5	1	11.54 ± 0.84	53.71 ± 1.70
	1	0.5	7.06 ± 1.42	29.10 ± 2.82
	1	1	2.59 ± 0.15	120.03 ± 2.31
	2	0	4.48 ± 0.06	119.10 ± 0.77
	0	1.5	1.21 ± 0.05	142.68 ± 3.90
	Native corn starch	0	0	53.19 ± 1.10
1		0.5	8.87 ± 0.25	23.45 ± 0.66
1		1	3.82 ± 0.26	49.49 ± 0.37
2		0	7.84 ± 0.41	53.60 ± 2.0
0		2	1.72 ± 0.02	65.35 ± 1.20
2		0.5	3.88 ± 0.30	55.07 ± 0.31
2		1	2.49 ± 0.27	63.69 ± 2.54

¹⁾Means ± standard deviation for n = 9.

적 성질과 변성으로 인한 구조의 변화 때문에 천연전분보다 2배 높았다. 여기에 가소제의 첨가량이 증가할수록 수증기 투과도는 증가하였는데 이런 경향은 신장율과 유사하게 sorbitol 보다 glycerol 첨가시에 더 두드러지게 나타났다. 천연전분에 sorbitol첨가시 수증기 투과도가 직선적으로 나타났다. 이러한 경향은 Gontard 등⁽²⁸⁾에 의해서 증명된 바 있다. 가장 낮은 수증기 투과도를 보이는 것은 가소제를 첨가하지 않은 일반 전분 필름인데 이 경우에도 무려 각각 4.82, 10.33 g · mm/m² · 24 hr · kPa에 달하는 수증기투과도를 나타내고 있다.

이러한 높은 수증기 투과도는 플라스틱 필름에 비교하였을 때 가장 큰 단점으로 부각되고 있다. 가소제의 첨가에 의한 영향은 수증기투과도 뿐만 아니라 유지투과도에도 영향을 미치는데 Trezza 등⁽³¹⁾의 실험에서 corn zein 필름에 glycerol을 첨가했을 때 첨가량이 증가할수록 유지 저항성이 감소하여 유지가 배어드는 경향이 상승되는 결과를 보여주었다. 이렇게 가소제의 첨가에 의한 투과도의 증가는 필수적이며 수증기 투과도의 경우 수치의 감소를 위해 지방산을 첨가하여 수증기 투과도를 낮추는 연구가 진행되고 있으나 이 경우 강도와 신장율을 떨어뜨릴 수 있다는 문제가 지적되고 있다.^(3,4)

가소제 첨가에 의한 물성의 변화

두 가지 가소제를 혼합하여 필름을 제조, 물성을 측정한 결과 sorbitol은 필름의 인장강도의 감소나 신장율의 증가가 작은 반면에 glycerol은 인장강도를 크게 떨어뜨리나 신장율은 높여주는 특징을 보였다. 가소제를 혼합하여 필름을 제조할 경우 단일 가소제 첨가에 비해 적은 양으로 원하는 물성을 얻을 수 있다고 기대되는데 두 가지 전분에 각기 다른 비율로 가소제를 적용하여 측정한 결과를 Table 1에 나타내었다. 가소제의 혼합첨가는 단일 가소제의 동량첨가와 비교 시 sorbitol에 비해 강도는 떨어지나 신장율은 증가하는 경향

을 보여주었고 glycerol에 비하여는 강도는 상승되나 신장율이 떨어지는 경향을 보였다. 이런 경향은 변성전분의 경우에도 나타났으나 sorbitol과 glycerol의 비율에 따른 강도와 신장율의 변동의 폭이 큰 것으로 나타났다.

RVA 변수와 필름의 물성 간의 관계

RVA 변수와 필름 물성 간의 상관 관계를 예비분석한 결과 필름의 신장율은 비선형관계 또는 두 개 이상의 직선관계를 보여 활용하기 곤란한 것으로 판단되었다. 그러나 필름의 인장강도와 수증기투과도는 RVA 변수, 특히 peak viscosity와 set back과 직선관계를 보여 RVA 점도로부터 필름 물성을 예측하고자 하는 본 연구의 목적에 적합한 것으로 생각되었다. 따라서 본 보고에서는 RVA peak viscosity 및 set back과 필름의 인장강도 및 수증기투과도의 관계만을 Fig. 4~Fig. 7에 나타내었고, 신장율은 인장강도와 역비례의 비선형관계를 보였으므로⁽³⁴⁾ 인장강도로부터 별도로 예측할 수 있다고 판단되어 여기서는 다루지 않았다.

RVA peak viscosity와 필름 인장강도는 Fig. 4에 나타나 있듯이 천연 옥수수전분과 hydroxypropyl화 옥수수전분 모두 sorbitol을 첨가하던 glycerol을 첨가하던 직선관계를 보였으며 회귀식의 결정계수가 0.84~0.98의 범위를 보여 직선 회귀 관계가 적합함을 알 수 있었다. 전분의 peak viscosity는 가열된 상태에서 전분 사슬의 엉킨 정도를 반영하는데 엉킨 정도가 클수록(peak viscosity가 클수록) 필름으로 형성하였을 때 필름 강도가 커지는 직선관계를 보이는 것으로 생각되었다.

Fig. 5에 RVA set back과 필름 인장강도의 직선관계를 나타내었다. Set back은 final viscosity와 peak viscosity의 차이인데 final viscosity는 전분이 냉각되었을 때 전분사슬의 엉킨 정도이며 이것은 전분의 노화현상과도 관계가 있다. 일반적으로 전분 필름을 제조할 때 전분액을 가열한 후 얇은 막의 형태로 건조시키는데 건조 중 전분은 노화되기보다는 호

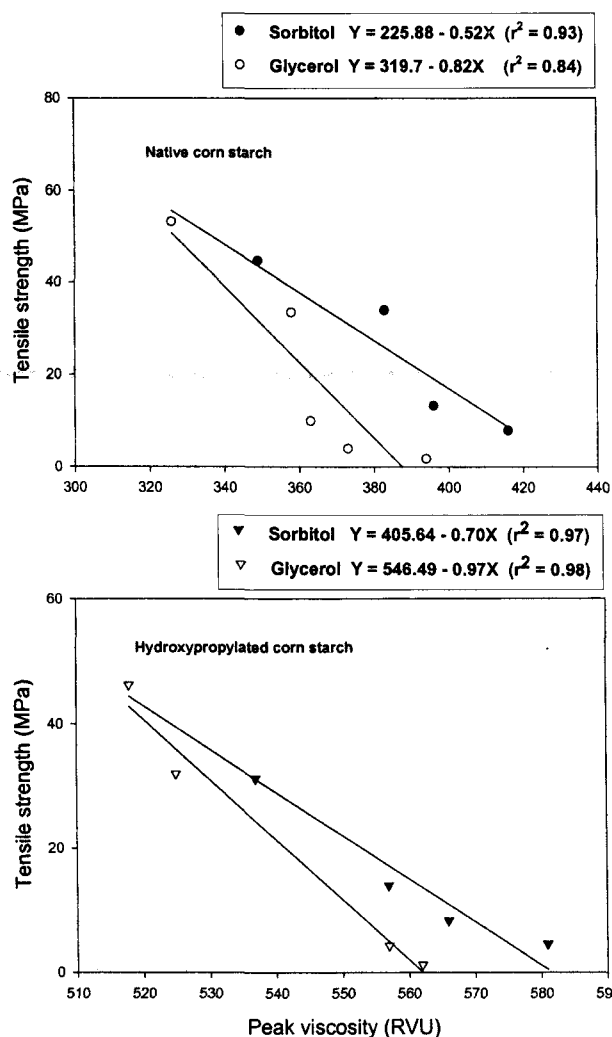


Fig. 4. Relationship between tensile strength and peak viscosity of native and hydroxypropylated corn starch containing plasticizers.

○ ● : Native corn starch, ▽ ▼ : Hydroxypropylated corn starch

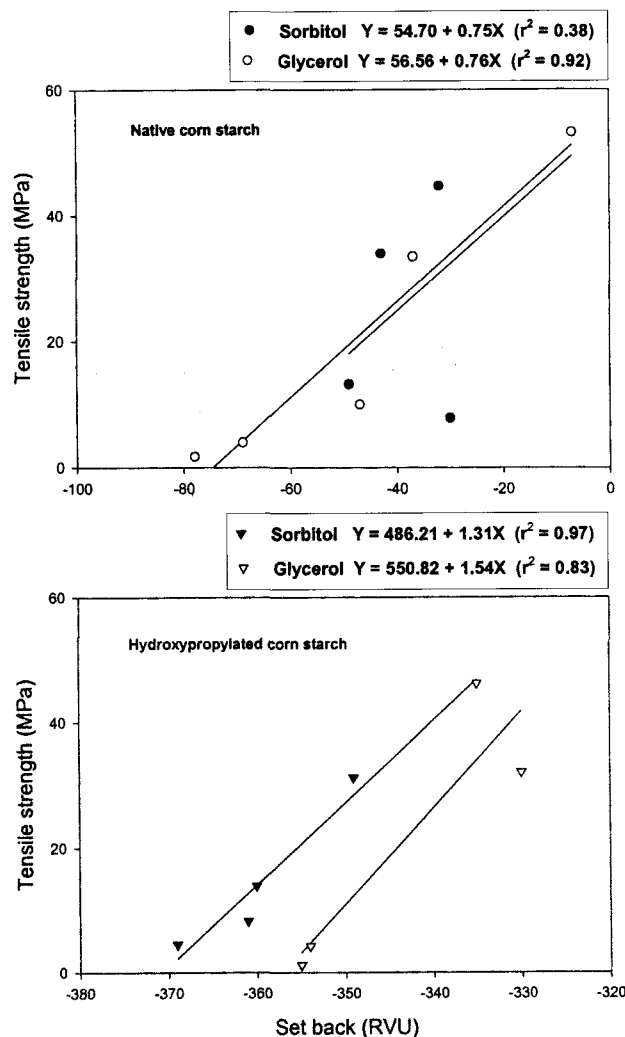


Fig. 5. Relationship between tensile strength and set back of native and hydroxypropylated corn starch containing plasticizers.

○ ● : Native corn starch, ▽ ▼ : Hydroxypropylated corn starch

화된 상태로 고정되는 경향이 있다. 따라서 final viscosity보다는 final viscosity와 peak viscosity의 차이 즉 set back이 필름의 인장강도와 더 관계가 깊다고 생각되며 이는 상관관계의 예비분석 결과로도 뒷받침되었다. 대부분의 경우 final viscosity 값이 peak viscosity 값보다 작기 때문에 set back 값은 (-)부호를 띄게 되므로 set back 값이 크다는 것은 final viscosity의 값이 상대적으로 크다는 것을 의미한다.

한편 Fig. 5에 나타나 있듯이 set back과 인장강도는 천연 옥수수전분과 hydroxypropyl화 옥수수전분 모두 sorbitol을 첨가하던 glycerol을 첨가하던 직선관계를 보였다. 결정계수는 천연전분에 sorbitol을 첨가한 경우(0.38)을 제외하고는 0.83~0.97의 범위를 보여 직선 회귀관계가 적합함을 보여주었다. 그러나 Fig. 4와 비교해 볼 때 set back보다는 peak viscosity가 필름의 인장강도와의 직선적 회귀관계로 표현하기에 더 적합한 것으로 판단되었다.

Fig. 6에는 RVA peak viscosity와 수증기투과도의 관계를 나타내었다. Peak viscosity와 수증기투과도는 천연 옥수수전

분과 hydroxypropyl화 옥수수전분 모두 sorbitol을 첨가하던 glycerol을 첨가하던 직선관계를 보였으며 결정계수가 0.82~0.98의 범위를 보여 직선 회귀관계가 적합함을 보여주었다. 전분의 peak viscosity는 가열된 상태에서 전분 사슬의 엉킨 정도를 반영하는데 엉킨 정도가 클수록(peak viscosity가 클수록) 친수성 OH기가 상대적으로 많이 노출되기 때문에 필름으로 형성하였을 때 수증기투과도가 커지는 것으로 생각되었다. RVA set back과 수증기투과도는 Fig. 7과 같이 직선관계를 나타내었다. Set back과 수증기투과도는 천연 옥수수전분과 hydroxypropyl화 옥수수전분 모두 sorbitol을 첨가하던 glycerol을 첨가하던 직선관계를 보였으며 결정계수는 천연전분에 sorbitol을 첨가한 경우(0.46)을 제외하고는 0.71~0.94의 범위를 보여 직선 회귀관계가 적합함을 보여주었다. 그러나 Fig. 6과 비교해 볼 때 set back보다는 peak viscosity가 필름의 수증기투과도와의 직선적 회귀관계로 표현하기에 더 적합한 것으로 나타났다.

본 연구의 목적은 모든 조건의 필름을 제조하는 대신 RVA

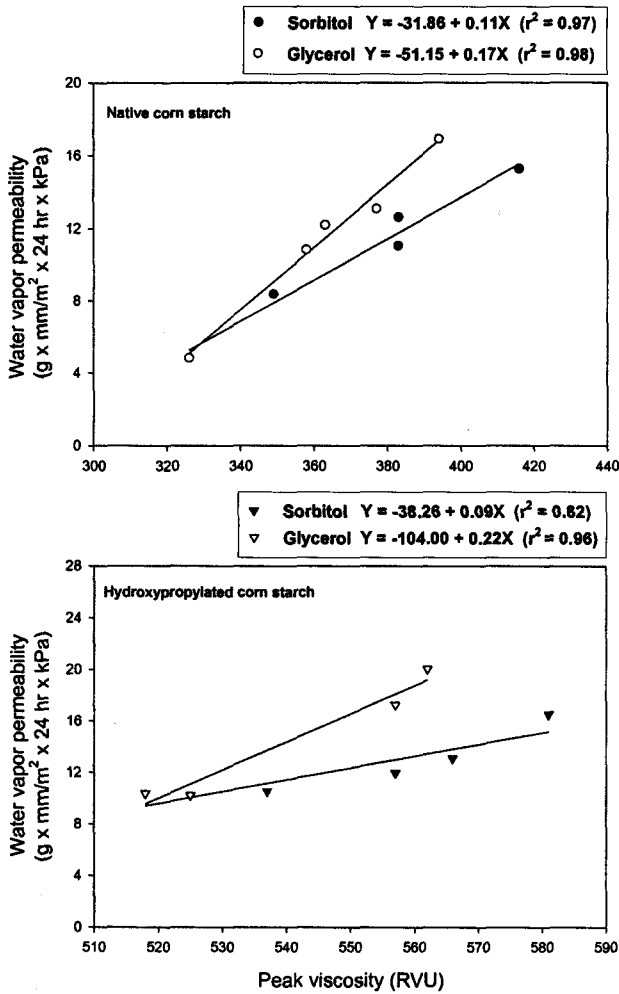


Fig. 6. Relationship between elongation and peak viscosity of native and hydroxypropylated corn starch containing plasticizers.

점도 측정과 몇 가지의 기준 범위가 되는 필름을 제조하여 RVA 변수와 필름 물성의 상관관계를 알아보고 이 결과를 토대로 원하는 필름의 물성을 예측함으로써 필름의 제조에 소요되는 시간을 절약함에 있다. 위에서 살펴본 바와 같이 RVA peak viscosity와 필름의 인장강도 및 수증기투과도는 천연 옥수수전분과 hydroxypropyl화 옥수수전분 모두 sorbitol을 첨가하던 glycerol을 첨가하던 직선관계를 보였기 때문에 필름의 인장강도와 수증기투과도는 두 가지 전분 모두 RVA peak viscosity로부터 예측이 가능하리라 판단되었다.

요 약

본 연구는 천연전분과 hydroxypropyl화 전분에 가소제를 0, 16, 33, 50, 66% 비율로 첨가하여 RVA점도를 측정하고 필름을 제조한 후 물성을 측정하여 두 물성 사이의 상관관계를 알아보고자 행하였다. 필름의 인장강도는 가소제의 함량이 높아질수록 감소하였고 신장율과 수증기투과도는 증가하였으며 glycerol이 sorbitol보다 큰 변화를 보이는 것으로 나타났다. Hydroxypropyl화 전분이 천연전분에 비해 강도는 떨어지나 신장율은 높아지는 것으로 나타났고 수증기투과도는 2배

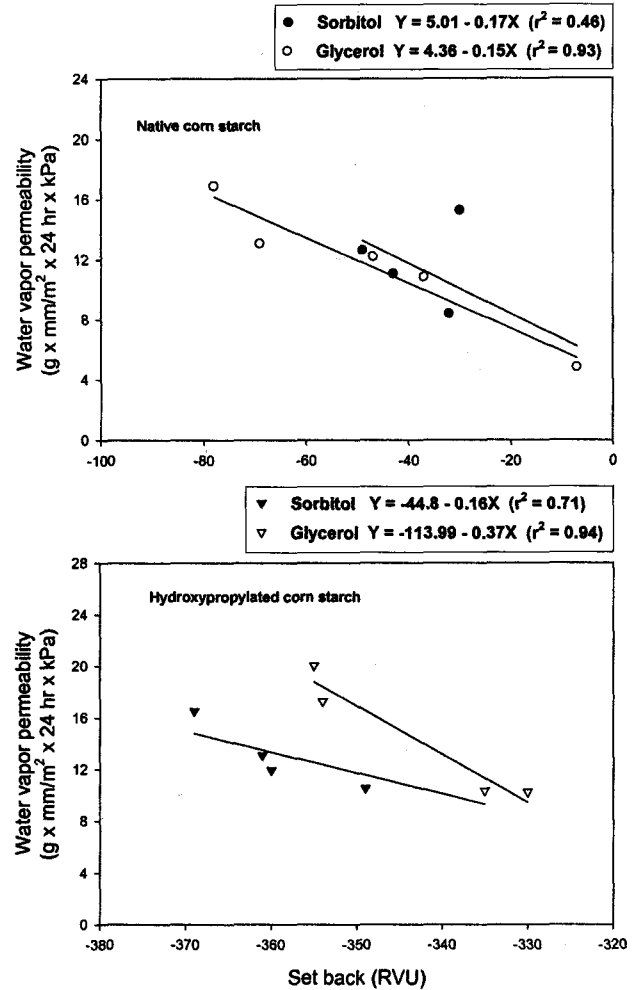


Fig. 7. Relationship between elongation and set back of native and hydroxypropylated corn starch containing plasticizers.

큰 것으로 나타났다. 가소제를 혼합하여 필름의 물성을 측정 한 결과 sorbitol은 유연성보다는 필름의 강도를 유지하는 역할을 그리고 glycerol은 필름의 신장율을 증가시키는 역할을 하는 것으로 나타났다. RVA물성과 필름 물성의 관계에서 가장 연관성이 높은 것은 peak viscosity, 인장강도, 수증기투과도인 것으로 판명되었고 peak viscosity와 인장강도, peak viscosity와 수증기투과도의 관계는 각각 직선적인 것으로 나타났다. 따라서 RVA 물성 중 peak viscosity를 활용하여 필름의 인장강도, 수증기투과도를 예측할 수 있다고 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 보건의료기술 연구개발사업(HMP-00-B-22000-0139)의 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Kester, J.J. and Fennema, O.R. Edible films and coating. A Review. Food Technol. 43: 47-59 (1989)
2. Whistler, R.L., Bemiller, J.N. and Paschall, E.F. Starch Chemistry

- and Technology (2nd ed), pp. 229-230, Academic Press, New York, USA (1984)
3. Whistler, R.L. Method in Carbohydrate Chemistry, pp. 3-5, Academic Press, Inc., New York, USA (1964)
 4. Mark, A.M., Roth, W.B., Mehlretter, C.L. and Rist, C.E. Oxygen permeability of amylo maize starch films. *Food Technol.* 20: 75-77 (1966)
 5. Rankin, J.C., Wolff, I.A., Daris, H.A. and Rist, C.E. Permeability of amylose film to moisture vapor; Selected organic vapors, and the common gases. *Ind. Eng. Chem.* 3: 120-123 (1958)
 6. Roth, W.B. and Mehlretter, C.L. Some properties of hydropropylated amylo maize starch films. *Food Technol.* 21: 72-74 (1967)
 7. Guilbert, S. and Biquet, B. *Food Packaging Technology. Edible Films and Food Packaging Technology.* Vol. 1, pp. 315-316, VCH, USA (1996)
 8. Lloyd, N.E. and Kirst, L.C. Some factors affecting the tensile strength of starch films. *Cereal Chem.* 40: 154-161 (1963)
 9. Bader, H.G. and Goritz, D. Investigations on high amylose corn starch films. Part 3 Stress strain behaviour. *Starch* 46: 436-439 (1994)
 10. Kester, J.J. and Fennema, O.R. Edible films and coating. A Review. *Food Technol.* 43: 47-59 (1989)
 11. Yook, C., Pek, U.H. and Park, K.H. Physicochemical properties of hydroxypropylated corn starches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 175-182 (1991)
 12. Luallen, T.E. Starch as a functional ingredient. *Food Technol.* 39: 59-63 (1985)
 13. Wootton, M. and Manatsathit, A. The influence of molar substitution on the water binding capacity of hydropropyl maize starches. *Starch* 35: 92-94 (1983)
 14. Bae, S.O. and Lim, S.T. Physical properties of extruded strands of hydroxypropylated normal and high-amylose corn starch. *Cereal Chem.* 75: 449-454 (1998)
 15. Stahl, H. and McNaught, R.P. A Rapid nuclear magnetic resonance method for determining hydroxypropyl group modified starch. *Cereal Chem.* 47: 345-350 (1970)
 16. Johnson, D.P. Spectrophotometric determination of the hydroxypropyl group in starch ether. *Anal Chem.* 41: 859-860 (1969)
 17. Song, J.C. and Park, H.J. *Food Additives*, pp. 283-291. Nae Ha Publishing Co., Seoul (1998)
 18. Choi, Y.J., Lim, S.T. and Im, S.S. Preparation of hydroxypropylated corn starch at high degrees of substitution in aqueous, alcohol and pasting properties of the starch. *Food Sci. Biotechnol.* 6: 1118-121 (1997)
 19. Wurzburg, O.B. *Modified Starches Properties and Uses*, pp. 15, 90-95, CRC Press, Inc., USA (1986)
 20. ASTM, *Annual Book of ASTM Standards*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, USA (1989)
 21. ASTM, *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials.* Annual Book of ASTM Standards Destination E96-80 (1989)
 22. Gennadios, A., Weller, C.L. and Gooding, C.H. Measurement errors in water vapor permeability of highly permeable, hydrophilic edible films. *J. Food Eng.* 21: 395-409 (1994)
 23. Cuq, B., Gontard, N., Cuq, J.L. and Guilbert, S. Selectes functional properties of fish myofibrillar protein-based films as affected by hydrophilic plasticizers. *J. Agric. Food Chem.* 45: 622-626 (1997)
 24. Krochta, J. M. and Mulder-Johnston, C.D. Edible and biodegradable polymer films challenges and opportunities. *Food Technol.* 51: 61-74 (1997)
 25. Lieberman, E.R. and Gilbert, S.G. Gas permeation of collagen films as affected by cross-linkage, moisture, and plasticizer content. *J. Polymer Sci.* 41: 33-43 (1973)
 26. Donhowe, I.G. and Fennema, O. The effects of plasticizers on crystallinity, permeability, and mechanical properties of methylcellulose films. *J. Food Proc. Preserv.* 17: 247-257 (1993)
 27. Gennadios, A., Weller, C.L. and Testin, R.F. Property modification of edible wheat. gluten-based film. *Trans. ASAE* 35: 465-470 (1993)
 28. Gontard, N., Guilbert, S. and Cuq, J.L. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *J. Food Sci.* 58: 206-211 (1993)
 29. McHugh, T.H. and Krochta, J.M. Sorbitol-vs glycerol-plasticized whey protein edible films integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. *J. Agric. Food Chem.* 42: 841-845 (1994)
 30. Cherian, G., Gennadios, A., Weller, C. and Chinachof, P. Thermomechanical behavior of wheat gluten films effect of sucrose, glycerin, and sorbitol. *Cereal Chem.* 72: 1-6 (1995)
 31. Trezza, T.A. and Vergano, P.J. Grease resistance of corn zein coated paper. *J. Food Sci.* 59: 912-915 (1994)
 32. Rhim, J.W., Wu, Y., Weller, C.L. and Schnepf, M. Physical characteristics of a composite film of soy protein isolate and propylene glycol alginate. *J. Food Sci.* 64: 149-152 (1999)
 33. Park, H.J., Rhim, J.W., Jung, S.T., Kang, S.G., Hwang, K.T. and Park, Y.K. Mechanical properties of carrageenan-based biopolymer films. *J. KOPAST* 1: 38-50 (1995)
 34. Han, Y.J. Relationship between RVA properties and film properties of native corn starch and hydroxypropylated corn starch. MS thesis, The Catholic University of Korea, Seoul (2000)

(2002년 5월 20일 접수; 2002년 10월 11일 채택)