

포도씨박 단백질을 이용한 가식성 필름의 제조

송혜연 · 조완신 · 송낙범 · 송경빈[†]

충남대학교 식품공학과

Preparation of Defatted Grape Seed Meal Protein Composite Films

Hye-Yeon Song, Wan-Shin Jo, Nak-Bum Song, and Kyung Bin Song[†]

Dept. of Food Science & Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

Defatted grape seed meal protein (DGP) was extracted, and DGP films containing various plasticizers were prepared. To improve the mechanical properties of DGP film, nanoclay or gelatin was incorporated in the film-forming solution to manufacture DGP composite films. Among the plasticizers of fructose (FRU), sucrose (SUC), and polypropylene glycol (PPG), DGP film containing a SUC : PPG ratio of 2.5:0.5 exhibited the best film-forming ability. Addition of Cloisite Na⁺ improved the mechanical properties of DGP film. Tensile strength (TS) and elongation at break (E) of the film containing 5% Cloisite Na⁺ were 1.45 MPa and 71.97%, respectively. Regarding the DGP/gelatin composite films, TS and water vapor permeability (WVP) increased with increasing gelatin amount, whereas E decreased. In particular, the DGP/gelatin (2:2) composite film exhibited 20.95 MPa TS and 12.25% E. These results suggest that the DGP film prepared from defatted grape seed meal can be used as a food packaging material.

Key words: defatted grape seed meal, protein film, gelatin, Cloisite Na⁺

서 론

플라스틱 필름은 물리적 특성이 좋고 가격이 저렴하여 오랫동안 식품포장재로 사용되고 있다. 그러나 플라스틱 필름에 존재하는 위해한 화학물질이 식품에 전이되어서 사람들의 건강을 위협하고 또한 생분해가 어렵기 때문에 환경오염을 초래하는 단점이 있다(1). 따라서 최근에는 플라스틱 필름의 대체재로 생분해가 가능하고 환경 친화적인 가식성 필름에 대한 연구가 진행되고 있다(2,3).

가식성 필름은 단백질, 지방, 다당류와 같은 물질로 제조되며, 그중에서도 단백질은 영양적 가치가 풍부할 뿐만 아니라 좋은 필름형성 능력을 가지고 있기에 가식성 필름의 재료로써 적합하다(4). 단백질 필름은 다당류나 지방 필름에 비해서 물리적 특성은 우수하나(5), 일반적으로 고분자구조 특성상 강한 응집에너지 밀도로 인하여 부서러지는 성질을 가지게 되기에(6), 가소제를 첨가함으로써 필름의 유연성 및 신장성을 증가시킨다(7).

포도씨박은 포도씨로부터 유지를 추출하고 남은 잔여물을 건조한 것으로, 11%가 조단백질, 52%가 조섬유질로 구성되어 있다(8). 포도씨박 단백질(DGP)은 와인산업의 부산물인 포도씨박에서 추출하므로 쉽게 얻을 수 있고 또한 가격도 저렴한 장점이 있으므로 가식성 필름의 자원으로 적합하다.

가식성 필름은 한 가지 성분만으로 필름을 만드는 것보다 여러 성분을 혼합한 복합필름을 제조하면 각 성분의 장점이 합쳐지기 때문에 물리적 특성을 향상시킬 수 있다. 특히, nanoclay를 첨가한 nanocomposite film이 연구되어 왔는데, nanoclay 중에서도 montmorillonite(MMT)는 필름의 물성을 향상시켜 주면서도 환경 친화적이고 또한 경제성이 있어서 널리 사용된다(9,10). 또한 대표적인 가식성 단백질필름의 base material인 젤라틴은 콜라겐의 부분적인 분해로 얻어지는데 필름형성 능력이 좋고 물리적 특성이 우수한 장점이 있다(11-13).

따라서 본 연구에서는 포도씨박으로부터 DGP를 추출한 후, 새로운 가식성 단백질 필름을 개발하고자 다양한 가소제를 첨가한 DGP 필름을 제조하여 최적 가소제 조건을 확립하고, 또한 DGP 필름의 물성을 개선시키기 위해서 nanoclay나 젤라틴을 첨가하여 복합필름을 제조하고, 그 물리적 특성을 연구하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 포도씨박은 경상북도 상주시 포도 재배 농가에서 얻었다. 젤라틴, fructose(FRU), sucrose(SUC),

[†]Corresponding author. E-mail: kbsong@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6723, Fax: 82-42-825-2644

polypropylene glycol(PPG)은 Sigma사(St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다. Commercial montmorillonite인 Cloisite Na⁺와 30B는 Southern Clay사(Gonzales, TX, USA) 제품을 사용하였다.

시료의 추출

포도씨박 단백질(DGP)은 수용성 방법과 알칼리 방법으로 추출하였다. 수용성추출에서는 500 g 포도씨박을 5배 증류수와 함께 3시간 동안 혼합한 후, 원심분리기(SUPRA22R, Hanil Science Industrial Co., Ltd, Gangneung, Korea)를 이용하여 1,000×g에서 5분간 원심분리 하여 상등액을 cheese cloth를 이용하여 여과한 후, 여과된 용액을 동결건조기(FD5505, Ilshin Lab Co., Ltd, Dongducheon, Korea)를 이용하여 동결건조 하였다. Abd El-aal(14)의 방법을 변형하여 사용한 알칼리추출 방법에서는 300 g 포도씨박을 20% NaCl 용액을 15배 되게 하여 1시간 동안 혼합하고 3 N NaOH 용액을 이용하여 pH 11로 조정하면서 1시간 동안 혼합한 후, 10,000×g에서 30분간 원심분리 하여 불용성 물질을 제거해 주고, 상등액은 cheese cloth를 이용하여 여과된 용액을 2 N HCl을 이용하여 pH 4.5로 조정하면서 1시간 동안 혼합한 후, 5,000×g에서 20분간 원심분리 하여 침전된 단백질을 증류수로 세척하여 동결건조 하였다.

Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)

SDS-PAGE는 Laemmli(15)의 방법으로 실시하였다. 사용된 분리 겔은 12%를 사용하였고, 전기영동 후 Commasie brilliant blue를 사용하여 염색한 후 탈색시켰다.

필름형성 용액의 제조

DGP 필름을 제조하기 위하여, 100 mL 증류수에 4 g DGP와 3 g 가소제를 첨가하여 혼합하였다. 또한 DGP/나노 복합 필름을 만들기 위해서 4 g DGP, 2.5 g SUC, 0.5 g PPG에 다양한 양의 Cloisite Na⁺(1, 3, 5%)를 첨가하여 제조하였다. 또한 DGP/젤라틴 복합필름을 만들기 위해서 2.5 g SUC와 0.5 g PPG에 DGP와 gelatin(총 4 g) 비율을 다양하게(4:0, 3:1, 2:2, 1:3) 첨가하여 제조하였다.

필름의 제조

필름형성 용액을 90°C에서 30분간 증탕 처리한 후 cheese cloth를 이용하여 거르고 Teflon 코팅한 유리판(24 cm×30 cm)에 균일하게 필름 용액 80 mL를 부어 실온에서 24시간 건조하여 필름을 제조하였다. 제조된 필름의 투습도와 인장 강도를 측정하기 위해 2 cm×2 cm와 2.54 cm×10 cm의 크기로 각각 절단하여 사용하였다.

필름의 두께

제조된 DGP 필름을 25°C, 50%의 상대습도로 조절된 항온항습기에 24시간 동안 넣어 수분함량을 조절한 뒤 필름의 물성 측정에 사용하였다. 각 필름의 두께는 micrometer(model

No. 2046-08, Mitutoyo, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

인장 강도 및 신장률 측정

필름의 인장강도(tensile strength, TS)와 신장률(elongation at break, E)은 ASTM Standard Method D882-91 방법에 따라 Instron Universal Testing Machine(model 4484, Instron Co., Canton, MA, USA)을 사용하여 측정하였다. 절단한 필름 조각은 25°C, 50% 상대습도로 조절된 항온항습기에서 2일간 저장하여 수분함량을 조절한 뒤 초기 grip 간의 거리는 5 cm, cross head의 속도는 50 cm/min 조건에서 측정하였다. 필름의 인장강도는 필름을 잡아 늘일 때 필름이 절단될 때까지 작용한 힘을 필름의 초기 단면적으로 나누어 계산하였고, 필름의 신장률은 필름이 절단될 때까지 움직인 grip 간의 거리를 초기 grip 간의 거리에 대한 백분율로 나타내었다. 인장강도 및 신장률은 한 시료 당 5번 반복 측정하였다.

투습도 측정

필름의 투습도(water vapor permeability, WVP)는 Hong 등(16)의 방법에 따라 polymethylacrylate cup을 사용하여 수분투과도를 측정하였다. 25°C, 50%의 상대습도로 조절된 항온항습기에 보관하며 필름 층을 통한 cup의 수분 이동에 따른 매 시간마다 cup의 무게 감소를 측정하여 무게 감소율을 계산하였다(14). 수분투과율(water vapor transmission rate, WVTR)과 투습도(WVP)는 다음 식에 의해 계산하였다.

$$WVTR = \text{Slope} / \text{Film area}$$

$$WVP = (WVTR \times L) / \Delta p$$

이때, slope는 시간에 따른 컵의 무게 감소율, 필름 area는 수분 이동이 일어나고 있는 필름의 넓이, L은 필름의 평균두께, Δp는 필름을 사이에 둔 cup 내부와 외부 간 수증기 부분압의 차이이다.

통계분석

실험결과는 SAS program(Version 8.02, SAS Institute Inc, Cary, NC, USA)을 사용하여 p<0.05 수준에서 분산분석과 Duncan's multiple range test를 실시하였고, 모든 실험 결과는 평균±표준편차로 나타냈다.

결과 및 고찰

포도씨박 단백질의 추출 및 SDS-PAGE profile

수용성추출과 알칼리추출 방법을 이용하여 포도씨박으로부터 DGP를 추출하였다. 수용성 방법과 알칼리 방법에 따른 추출효율은 각각 4.16%, 2.45%였다. Pesavento 등(17)의 수용성 추출방법을 이용하여 포도씨박으로부터 단백질을 추출한 결과 추출효율이 10.54%였던 보고와는 달리 본 연구에서는 추출효율이 4.16%여서 6% 정도 차이가 났는데, 그 이유는 포도 품종에 따른 단백질의 함량이 다르기 때문일 것으로

판단되고, 또한 본 연구에서 사용한 것은 포도씨가 아닌 포도씨로부터 유지를 추출하고 남은 부산물을 사용하였기 때문에 유지를 추출하는 과정에서 변성, 손실되는 단백질이 있었기 때문에 추출효율이 줄어든 것이라고 판단된다. Fantozzi (18)의 연구에 의하면 포도씨 단백질의 수율을 향상시키기 위해서는 폴리페놀 성분을 제거해 주는 것이 필요하며, 추출시약으로 20% NaCl 용액을 사용하면 폴리페놀의 양을 최소화할 수 있다고 하였다. 그러나 이러한 추출과정에서는 폴리페놀을 포함한 다량의 폐수가 발생되어 환경을 오염시킬 수 있다는 단점이 있다. 또한 알칼리 방법에 의한 추출효율이 포도씨박 단백질 추출에 있어서 수용성 방법의 효율보다 약 2% 낮았다.

단백질의 SDS-PAGE profile 결과(Fig. 1), 수용성 방법과 알칼리 방법으로 추출된 단백질들의 SDS-PAGE profile이 같은 것을 보여준다. 서로 다른 두 방법으로 추출된 DGP는 모두 22, 37, 40 kDa의 분자량 분포를 가졌는데, 그중에서도 22 kDa band가 주요 단백질인 것을 나타낸다. Cappellini 등(19)의 phenol-based extraction 방법으로 추출한 포도씨 단백질의 경우 주로 23, 38 kDa으로 구성되어 있다는 결과는 본 연구의 수용성 방법과 알칼리 방법에 의한 SDS-PAGE profile 결과와 유사하다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 추출효율이 높은 수용성 방법을 이용해 DGP를 추출하여 가식성 필름을 만드는 기질물질로 사용하였다.

가소제 종류에 따른 DGP 필름의 물성

단백질로 제조된 필름은 대부분 부스러지는 성질이 있기 때문에, 가소제를 첨가하여 필름에 있어서 polymer chain의 mobility를 증가시켜줌으로써 필름의 부스러짐을 줄여주고 유연성을 향상시켜 준다(20,21). 그러므로 본 연구에서는 FRU, SUC, PPG 등 다양한 가소제를 첨가하여 DGP 필름을 제조하였다(Table 1). FRU, SUC를 첨가한 필름은 끈적거리

고, 반면에 PPG를 첨가한 필름은 부스러짐이 심하였다. Parris와 Coffin(22)의 보고에서 PPG를 첨가한 zein 필름은 부스러짐이 있어 가장 낮은 elongation을 가졌다는 결과와 Orliac 등(23)의 PPG를 첨가한 해바라기씨 단백질 필름은 균일한 네트워크를 형성하지 못하여 부스러지는 특성을 가진다는 결과는 본 연구결과와 일치한다. 일반적으로 작은 분자량을 가진 가소제는 큰 분자량을 가진 가소제보다 polymer matrix에 더 잘 혼합되기 때문에 필름의 유연성을 더 향상시켜 준다(24). FRU, SUC, PPG의 분자량은 각각 180, 342, 462이므로 상대적으로 분자량이 작은 FRU, SUC를 첨가한 필름은 유연하게 형성되는 반면에 분자량이 큰 PPG를 첨가한 필름은 유연하지 못하고 부스러짐이 심하였다. Jang 등(25)의 연구보고에서도 FRU와 sorbitol의 분자량이 SUC의 분자량보다 상대적으로 작기 때문에 FRU 또는 sorbitol을 첨가한 홍조류 필름이 SUC를 첨가한 필름보다 인장강도와 신장률이 높았다는 결과는 가소제의 분자량에 따라 필름 형성 능력이 달라진다는 결과를 시사한다.

가소제 한가지만을 사용하기보다 SUC와 PPG를 다양한 비율로 혼합하여 DGP 필름을 제조하여 가소제의 필름형성 능력을 비교하였다(Table 1). SUC는 8개의 hydroxyl group을 가지고 있는 disaccharide인데, SUC의 α -D-glucose와 β -D-fructose로 구성된 double ring structure가 SUC의 hydroxyl group과 단백질의 reactive groups와의 결합을 방해하기 때문에 가소제로서의 효과를 증대시키기 위해서 다른 가소제와 적절한 비율로 혼합하여 이용할 수 있다(26). 따라서 본 연구에서는 SUC와 PPG를 적당한 비율로 혼합하여 필름을 제조하였다. SUC를 첨가한 필름은 끈적거리기 때문에 부스러지는 성질을 가진 PPG를 혼합하여 가소제로 사용하였는데, SUC 비율이 증가하면 필름의 유연성이 증가하는 반면에 PPG 비율이 증가하면 부스러짐이 증가하여 필름의 유연성을 감소시켰다. Sothornvit와 Krochta(27)의 연구보고에서 SUC는 β -lactoglobulin 필름의 인장강도를 감소시키고 신장률을 증가시켜 필름의 유연성을 향상시켜 준다는 결과는 본 연구결과와 유사하다. 또한 Cuq 등(28)의 연구결과에 의하면 친수성 분자인 SUC는 단백질 체인에 쉽게 들어갈 수 있기 때문에 단백질의 reactive group과 수소

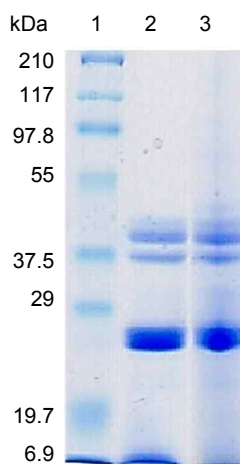


Fig. 1. SDS-PAGE profile of defatted grape seed meal proteins. 1, Molecular weight marker proteins; 2, DGP extracted using water soluble method; 3, DGP extracted using alkaline method.

Table 1. Film forming abilities of the DGP films containing various plasticizers

Plasticizer type	Content (%)	Film-forming ability ¹⁾
Fructose	3	++
Sucrose	3	+
Polypropylene glycol	3	--
	2.5:0.5	o
Sucrose : Polypropylene glycol	2:1	-
	1.5:1.5	--
	1:2	--

¹⁾ ++, formed but very sticky; +, formed but sticky; o, formed well; --, formed but very brittle; -, formed but brittle.

결합을 하여 단백질-단백질 결합을 감소시키고 단백질-가소제 결합을 촉진시켜 단백질 필름을 유연하게 해준다고 보고하였다. 본 연구에서는 끈적거림이 없고 또한 부스러지지 않게 하기 위해서는 SUC:PPG 비가 2.5:0.5일 때가 최적조건이었기에 이 조건에서 DGP 필름을 제조하였다.

DGP/nanoclay 복합필름의 물성

DGP 필름의 물성을 개선시키기 위하여 nanoclay(Cloisite Na⁺, Cloisite 30B)를 첨가하여 DGP/nanoclay 복합필름을 제조하였다. Cloisite Na⁺를 첨가하면 필름이 형성되는 반면 Cloisite 30B를 첨가하면 필름이 형성되지 않았다. 그 이유로는 Cloisite Na⁺는 자연적인 MMT이고 친수성인 반면, Cloisite 30B는 유기적으로 변형된 MMT이고 소수성으로 서로 다른 화학적 구조를 가지고 있기 때문인 것으로 판단된다(10). Park 등(10)의 연구결과에 의하면, Cloisite Na⁺는 친수성이므로 친수성인 thermoplastic starch(TPS)와 강한 결합을 하여 필름을 형성할 수 있지만, Cloisite 30B는 소수성이므로 TPS와 약한 결합을 하므로 필름형성 용액에 분산이 잘 안되고 결국 필름이 형성되기 어렵다고 보고하였다. 따라서 nanoclay 종류에 따라서 필름형성 용액에 분산되는 정도가 달라지고 결국 필름형성 능력에 영향을 끼친다고 판단된다.

Fig. 2는 최적화된 필름형성 용액에 Cloisite Na⁺를 다양한 농도(1, 3, 5%)로 첨가하여 제조한 DGP/nanoclay 복합필름의 물리적 특성을 측정하였다. Cloisite Na⁺ 양이 증가할수록 DGP/nanoclay 복합필름의 인장강도는 증가하였는데, DGP 필름의 인장강도가 1.24 MPa인 반면에 5% Cloisite Na⁺를 첨가 시 1.45 MPa이었다. Jang 등(25)과 Lim 등(29)의 보고서도 Cloisite Na⁺의 양이 증가할수록 인장강도가 증가한다고 보고하였는데, 그 이유로는 Cloisite Na⁺가 홍조류 매트릭스에 균일하게 확산되어 박리형 구조(exfoliated structure)가 되기 때문이라고 하였다. 고분자 매트릭스와 nanoclay가 혼합되면 일반적으로 삽입형 구조(intercalated structure)와 박리형 구조가 생성된다. 박리형 구조는 적층 구조인 nanoclay가 층간규칙성을 잃어버리고 개별 층을 형성하여 고분자 매트릭스에 분산된 상태를 가져서 필름의 물리적 특성을 향상시키며(30), 또한 필름 매트릭스와 nanoclay 간의 수소결합 등은 필름의 물리적 특성 향상에 기여한다(31). 따라서 본 연구결과에서 Cloisite Na⁺ 양이 증가할수록 인장강도가 증가하는 이유는 Cloisite Na⁺가 DGP 필름 매트릭스와 강한 결합을 하기 때문이라 판단된다.

DGP 필름에 Cloisite Na⁺ 첨가량을 증가시킬수록 DGP 필름의 신장률은 증가하였는데, nanoclay가 첨가되지 않은 DGP 필름의 신장률이 37.91%인 반면에 5% Cloisite Na⁺를 첨가한 DGP/nanoclay 복합필름의 신장률은 71.97%였다. Jang 등(25)의 홍조류 필름에서도 3% Cloisite Na⁺를 첨가하여 신장률이 34%에서 41%로 증가하였다는 결과와 Kumar 등(9)의 분리대두 단백질 필름에 5% Cloisite Na⁺ 첨가 시

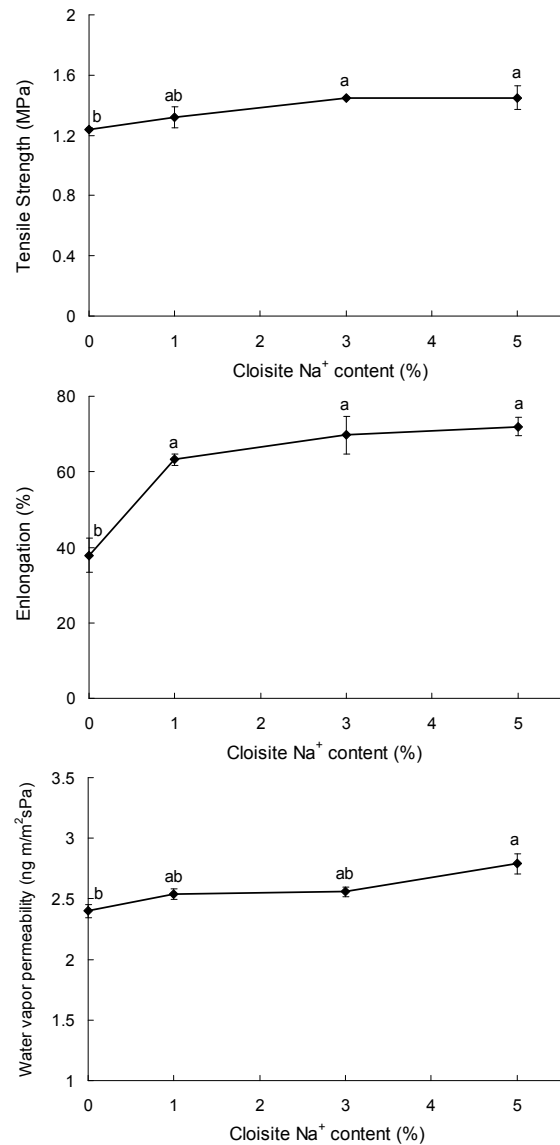


Fig. 2. Mechanical properties of the DGP films containing various quantity of Cloisite Na⁺. Mean values with different letters (a,b) are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

신장률이 11.85%에서 64.60%로 증가하였다는 결과는 본 연구 결과를 뒷받침 해준다.

DGP 필름에 Cloisite Na⁺를 첨가 시 투습도가 증가하였는데, Cloisite Na⁺의 첨가량이 5%로 증가할 때 투습도는 2.40 ng m/m²sPa에서 2.79 ng m/m²sPa로 증가하였다. Lim 등(29)의 연구결과에서는 Cloisite Na⁺ 첨가 시 투습도가 감소했는데, 이것은 본 연구결과와 상반된다. 투습도가 감소하는 이유로 수증기 확산을 방해하고 수분투과가 느린 이유로 구불구불한 경로를 가지는 nanoclay의 적층 구조인 것으로 설명되는데(10), 이와 달리 본 연구결과에서는 투습도가 다소 증가하였다. 필름 매트릭스와 nanoclay 간의 강한 결합은 수분을 보유하는데 도움을 주므로(32) nanoclay 양이 증가할수록 수분을 더 많이 보유하게 됨으로 WVP가 증가하게

된다고 유추된다. 즉, 본 연구에서는 적층 구조의 영향으로 인한 WVP 감소 현상보다는 매트릭스와 nanoclay 간의 강한 결합으로 인한 수분 보유 현상의 영향이 더 크게 작용한 것으로 판단되고, 또한 Cloisite Na⁺가 DGP 매트릭스에 상대적으로 잘 분산이 되지 않아 적층 구조가 형성되지 않아서 투습도가 다소 증가한 것으로 판단된다.

DGP/젤라틴 복합필름의 물성

DGP와 젤라틴의 비율을 다양하게 하여 DGP/젤라틴 복합필름을 제조한 후, 필름의 물리적 특성을 측정하였다(Fig. 3). 동일한 양의 필름형성 용액을 사용하여 필름제조 시, DGP : 젤라틴 비가 4:0일 때 필름의 두께가 0.062 mm이고 1:3일 때 0.075 mm여서 젤라틴의 비율이 증가할수록 두께가 증가하는 것을 알 수 있었다. Jongjareonrak 등(13)의 fish skin 젤라틴 필름에서 젤라틴의 비율이 증가할수록 두께가 증가한다는 결과는 본 연구 결과와 유사하였는데, 이같이 젤라틴 첨가량은 DGP/젤라틴 복합필름의 두께에 영향을 끼쳤다.

젤라틴의 비율이 증가할수록 DGP/젤라틴 복합필름의 인장강도는 증가한 반면, 신장률은 감소하였다. DGP : 젤라틴 비가 4:0, 1:3일 때 인장강도는 각각 1.24, 1.45 MPa로 젤라틴의 비율이 증가할수록 인장강도는 증가하였다. Cao 등(12), Chambi와 Grosso(33), Dong 등(34)의 대두단백분리/젤라틴, 카제인/젤라틴, 알긴산/젤라틴 필름 등에서 젤라틴 비율이 증가할수록 인장강도가 증가한다는 연구결과는 본 연구 결과와 일치하였다. 젤라틴의 구조적 특성 때문에 일반적으

로 젤라틴 필름은 다른 단백질 필름보다 물리적 특성이 뛰어나고, 또한 젤라틴은 젤화 되거나 필름을 만드는 과정에서 콜라겐의 triple helix 구조의 일부가 재생되거나 다시 회복되기에(12), 젤라틴 함량이 많은 DGP/젤라틴 복합필름의 경우에는 젤라틴 함량이 적은 복합필름보다 더 조직적인 네트워크를 가지게 되어 결과적으로 단백질/단백질 결합이 증가함으로써 인장강도가 증가하게 된 것으로 판단된다. 일반적으로 필름의 인장강도와 신장률은 반비례하는데, DGP : 젤라틴 비가 각각 4:0, 1:3일 때 신장률은 41.46, 7.25%로 젤라틴의 비율이 증가할수록 신장률이 감소하였다. 본 연구에서는 DGP와 젤라틴 간의 강한 결합으로 인하여 polymer chain의 이동성이 감소하였기 때문에 DGP 필름에 비하여 DGP/젤라틴 복합필름의 신장률이 감소한 것으로 판단된다.

DGP/젤라틴 복합필름의 투습도는 젤라틴의 비율이 증가할수록 증가하였는데, 필름의 투습도는 필름구조에 있어서 network microstructure 내의 micro-path와 관련이 있는데, 젤라틴 필름은 matrix 내의 chain이 평행으로 배열되어 있으며 chain 간의 간격이 큰 구조적 특징을 가지기 때문에 수증기가 micro-path를 쉽게 지속적으로 통과할 수 있게 해준다(35). 특히, 젤라틴은 넓은 범위의 친수성 아미노산을 가지고 있으므로 젤라틴이 많이 첨가된 필름일수록 주위 환경으로부터 더 많은 물을 흡수하게 되므로(13) 상대적으로 투습도가 증가한 것으로 판단된다.

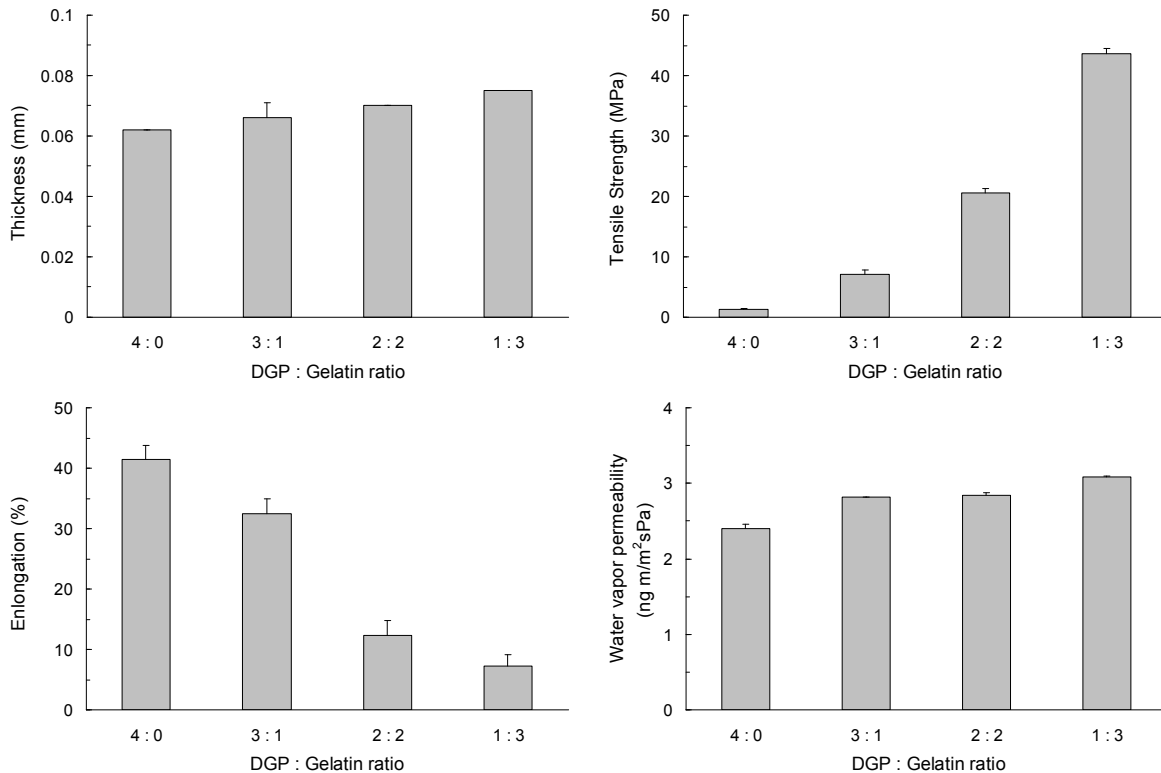


Fig. 3. Mechanical properties of the DGP/gelatin composite films.

요 약

포도씨박으로부터 추출된 단백질에 다양한 가소제를 첨가하여 포도씨박 단백질(DGP) 필름을 제조하였고, 또한 DGP 필름의 물성을 개선시키기 위해 nanoclay나 젤라틴을 첨가하여 복합필름을 제조하였다. 사용된 가소제 fructose (FRU), sucrose(SUC), polypropylene glycol(PPG) 가운데 SUC와 PPG를 2.5, 0.5% 비율로 첨가한 DGP 필름이 가장 필름 물성이 좋았다. DGP 복합필름의 경우, nanoclay(Cloisite Na⁺)를 첨가함으로써 필름의 물성이 향상되었는데 5% Cloisite Na⁺를 첨가한 인장강도와 신장률이 각각 1.45 MPa, 71.91%였다. 또한 DGP와 젤라틴의 복합필름에서는 젤라틴의 첨가량이 증가할수록 인장강도와 투습도는 증가하였고, 신장률은 감소하였다. 특히 DGP와 gelatin 비율이 각각 2% 일 때 인장강도와 신장률이 20.95 MPa와 12.25%로 물성이 가장 좋았다. 본 연구결과, 미활용 되고 있는 포도씨박을 이용하여 제조한 가식성 필름은 식품포장재로서의 사용이 가능하다고 판단된다.

문 헌

- Jia D, Fang Y, Yao K. 2009. Water vapor barrier and mechanical properties of konjac glucomannan-chitosan-soy protein isolate edible films. *Food Bioprod Process* 87: 7-10.
- Kim IH, Yang HJ, Noh BS, Chung SJ, Min SC. 2012. Development of a defatted mustard meal-based composite film and its application to smoked salmon to retard lipid oxidation. *Food Chem* 133: 1501-1509.
- Mu C, Guo J, Li X, Lin W, Li D. 2012. Preparation and properties of dialdehyde carboxymethyl cellulose crosslinked gelatin edible films. *Food hydrocolloid* 27: 22-29.
- Ramos ÓL, Silva SI, Soares JC, Fernandes JC, Pocas MF, Pintado ME, Malcata FX. 2012. Features and performance of edible films, obtained from whey protein isolate formulated with antimicrobial compounds. *Food Res Int* 45: 351-356.
- Cuq B, Aymard C, Cuq JL, Guilbert S. 1995. Edible packaging films based on fish myofibrillar proteins: formation and functional properties. *J Food Sci* 60: 1369-1374.
- Prommakool A, Sajjaanantakul T, Janjarasskul T, Krochta JM. 2011. Whey protein-okra polysaccharide fraction blend edible films: tensile properties, water vapor permeability and oxygen permeability. *J Sci Food Agric* 91: 362-369.
- Gounga ME, Xu SY, Wang Z. 2007. Whey protein isolate-based edible films as affected by protein concentration, glycerol ratio and pullulan addition in film formation. *J Food Eng* 83: 521-530.
- Cottyn BG, Bouque CV, Aerts JV, Buysse FX. 1981. NaOH-treated grape seed oil meal in complete diets for intensive bull beef production. *Agric Environ* 6: 283-294.
- Kumar P, Sandeep KP, Alavi S, Truong VD, Gorga RE. 2010. Preparation and characterization of bio-nanocomposite films based on soy protein isolate and montmorillonite using melt extrusion. *J Food Eng* 100: 480-489.
- Park HM, Lee WK, Park CY, Cho WJ, Ha CS. 2003. Environmentally friendly polymer hybrids: Part 1 mechanical, thermal, and barrier properties of thermoplastic starch/clay nanocomposites. *J Mater Sci* 38: 909-915.
- Bigi A, Cozzani G, Panzavolta S, Roveri N, Rubini K. 2002. Stabilization of gelatin films by crosslinking with genipin. *Biomaterials* 23: 4827-4832.
- Cao N, Fu Y, He J. 2007. Preparation and physical properties of soy protein isolate and gelatin films. *Food Hydrocolloids* 21: 1153-1162.
- Jongjareonrak A, Benjakul S, Visessanguan W, Prodpran T, Tanaka M. 2006. Characterization of edible films from skin gelatin of brownstripe red snapper and bigeye snapper. *Food Hydrocolloids* 20: 492-501.
- Abd El-aal MH. 1992. Factors affecting production of a near-white protein isolate from grape seed. *Food/Nahrung* 36: 111-118.
- Laemmli UK. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227: 680-685.
- Hong YH, Lim GO, Song KB. 2009. Physical properties of *Gelidium corneum*-gelatin blend films containing grapefruit seed extract or green tea extract and its application in the packaging of pork loins. *J Food Sci* 74: C6-C10.
- Pesavento IC, Bertazzo A, Flamini R, Vedova AD, Rosso MD, Seraglia R, Traldi P. 2008. Differentiation of *Vitis vinifera* varieties by MALDI-MS analysis of the grape seed proteins. *J Mass Spectrom* 43: 234-241.
- Fantozzi P. 1981. Grape seed: a potential source of protein. *J Am Oil Chem Soc* 58: 1027-1031.
- Cappellini E, Gilbert MTP, Geuna F, Fiorentio G, Hall A, Thomas-Oates J, Ashton PD, Ashford DA, Arthur P, Campos PF, Kool J, Willerslev E, Collins MJ. 2010. A multidisciplinary study of archaeological grape seeds. *Naturwissenschaften* 97: 205-217.
- Shin YJ, Jang SA, Song KB. 2011. Preparation and mechanical properties of rice bran protein composite films containing gelatin or red algae. *Food Sci Biotechnol* 20: 703-707.
- Cao N, Yang X, Fu Y. 2009. Effects of various plasticizers on mechanical and water vapor barrier properties of gelatin films. *Food Hydrocolloids* 23: 729-735.
- Parris N, Coffin DR. 1997. Composition factors affecting the water vapor permeability and tensile properties hydrophilic zein films. *J Agric Food Chem* 45: 1596-1599.
- Oralic O, Rouilly A, Silvestrre F, Luc R. 2003. Effects of various plasticizers on the mechanical properties, water resistance and aging of thermo-moulded films made from sunflower proteins. *Ind Crop Prod* 18: 91-100.
- Sothornvit R, Krochta JM. 2000. Plasticizer effect on oxygen permeability of β -lactoglobulin films. *J Agric Food Chem* 48: 6298-6302.
- Jang SA, Shin YJ, Song KB. 2011. Effects of various plasticizers and nano-clays on the mechanical properties of red algae film. *J Food Sci* 76: N30-N34.
- Wan VCH, Kim MS, Lee SY. 2005. Water vapor permeability and mechanical properties of soy protein isolate edible films composed of different plasticizer combinations. *J Food Sci* 70: E387-391.
- Sothornvit R, Krochta JM. 2001. Plasticizer effect on mechanical properties of β -lactoglobulin films. *J Agr Food Eng* 50: 149-155.
- Cuq B, Gontard N, Cuq JL, Guilbert S. 1997. Selected functional properties of fish myofibrillar protein-based films as affected by hydrophilic plasticizers. *J Agr Food Chem* 45: 622-626.
- Lim GO, Jang SA, Song KB. 2010. Physical and antimicrobial properties of gelidium corneum/nano-clay com-

- posite film containing grapefruit seed extract or thymol. *J Food Eng* 98: 415-420.
30. Xu Y, Ren X, Hanna MA. 2006. Chitosan/clay nanocomposite film preparation a characterization. *J Appl Polym Sci* 99: 1684-1691.
 31. Ray SS, Okamoto M. 2003. Polymer/layered silicate nanocomposites: a review from preparation to processing. *Prog Polym Sci* 28: 1539-1641.
 32. Dean K, Yu L, Wu DY. 2007. Preparation and characterization of melt-extruded thermoplastic starch/clay nanocomposites. *Compos Sci Technol* 67: 413-421.
 33. Chambi H, Grosso C. 2006. Edible films produced with gelatin and casein cross-linked with transglutaminase. *Food Res Int* 39: 458-466.
 34. Dong Z, Wang Q, Du Y. 2006. Alginate/gelatin blend films and their properties for drug controlled release. *J Membrane Sci* 280: 37-44.
 35. Jiang Y, Li Y, Chai Z, Leng X. 2010. Study of the physical properties of whey protein isolate and gelatin composite films. *J Agric Food Chem* 58: 5100-5108.

(2012년 5월 3일 접수; 2012년 7월 2일 채택)