

건조양파착즙박과 건조양파를 이용한 압출스낵의 물리적 특성

기해진 · 류기형* · 박양균†

목포대학교 식품공학과 및 식품산업기술연구센터

*공주대학교 식품공학과

Physical Properties of Extruded Snack Made of Dried Onion and Onion Pomace

Hae-Jin Kee, Gi-Hyung Ryu* and Yang-Kyun Park†

Dept. of Food Engineering and Food Industrial Technology Research Center,

Mokpo National University, Mokpo 534-729, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Kongju National University, Kongju 340-800, Korea

Abstract

In order to use onion pomace produced from concentration processing of onion juice, dried onion pomace and dried onion were mixed with corn grits at levels of 10, 20, and 30% and extruded in a twin-screw extruder. The physical properties of the extruded onion snack were investigated. The expansion ratio of the extruded onion pomace snack and onion snack decreased with onion content. The water absorption index decreased with the onion content. The lightness and the redness of the onion snack decreased and increased as the incorporation level of onion increased, respectively. Native corn grits showed crystalline peaks at 15.2°, 17.3°, 17.9° and 23.3°. However, the onion snack did not show the crystalline peaks as native corn grits and showed small peaks at 12.9° and 19.8°. The onion snack showed lower gelatinization temperature and enthalpy than raw corn grits regardless of the onion contents. The rupture strength of the onion pomace snack and onion snack increased with the onion concentration.

Key words: onion, snack, onion pomace, extrusion, physical properties

서 론

식품산업에서 압출성형기법은 쉽게 먹을 수 있는 곡류제품(cereal), 면류 및 스낵을 만드는데 사용되고 있고, 쌍축 압출성형기는 혼합과 물질이동이 잘 되므로 널리 사용되고 있다(1). 최근 스낵 식품제조회사들은 소비자의 요구에 따라 저지방, 무지방, 저콜레스테롤 및 저칼로리 스낵 등의 건강지향적인 식품뿐만 아니라 새로운 향이 첨가된 제품을 계획하고 있다고 한다(2-4). 옥수수 grit는 비교적 단백질 함량이 적고 상업적으로 이용할 수 있는 스낵제품을 생산하는데 혼히 사용되고 있는데(5) 옥수수 그리트를 주원료로 한 스낵제품은 스낵과자의 약 30%을 차지하고 있고 압출성형기를 이용하여 제조가 공되고 있다(6). 압출성형스낵은 extruder를 통하여 혼합, 압출, 팽화, 성형시킨 제품으로 압출성형기 내에서 여러 공정이 순간적으로 이루어지기 때문에 비교적 공정이 간단하고 복잡한 형태로 쉽게 가공할 수 있어서 소비자 욕구의 다양화와 개성화에 적합한 가공법으로 알려져 있다. 쌀, 옥수수, 수수, 감자 및 기타 곡류를 원료로 하여 압출방법으로 제조한 스낵에 관한 연구들(7-15)은 많이 보고되어 있으나 양

파 등의 채소류와 혼합하여 제조한 연구는 미진한 실정이다.

양파에는 flavonoid 등의 생리활성물질이 다량 함유되어 있어 그것의 기능성을 이용한 양파음료의 형태(16)로 가공되어 음용되고 있다. 또한 양파는 저장성이 낮아 냉장저장하거나 전조 양파 및 양파농축액의 형태로 가공할 수 있는데 양파농축액의 제조시에 발생된 양파박이 폐기되고 있다. Kang 등(17)은 양파박에 quercetin 관련물질이 상당량 함유되어 있다고 보고하였고, 또한 Kee와 Park(9)의 연구에서는 식이섬유의 함량이 매우 높았으며 양파스낵의 제조 가능성이 있다고 보고한 바 있다. 식이섬유소는 변비 및 결장암 예방 등으로 건강과 영양측면에서 최근 관심을 많이 받고 있다(18). 따라서 본 연구에서는 전보(9)에 이어 양파와 양파폐기물의 이용성 증대를 위해서 옥수수 그리트에 전조양파착즙박 또는 전조양파를 10~30% 농도로 각각 첨가하여 쌍축압출성형기로 제조한 양파스낵의 물리적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

양파는 무안에서 재배되어 0°C 저온창고에 저장 중인 친

*Corresponding author. E-mail: ykpark@chungkye.mokpo.ac.kr
Phone: 82-61-450-2422, Fax: 82-61-454-1521

주황 품종을 서남부채소영농조합에서 구입하여 사용하였고, 옥수수 그리트(corn grit, 80 mesh)는 신동방(한국)에서 구입하여 사용하였다.

일반성분의 분석

압출성형에 의해 제조한 양파스낵은 100 mesh로 분쇄하여 사용하였다. 일반성분은 AOAC 방법(19)에 따라 수분은 상암건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 법, 조회분은 건식회화법 및 조섬유는 산알칼리분해법으로 분석하였다.

건조양파착즙박과 건조양파의 제조 및 압출물 시료의 조제

건조양파는 양파의 껌질을 벗긴 후 구근의 줄기와 뿌리 부분을 제거하고 세척한 다음 3~4 mm 두께로 절단하여 50°C 건조기에서 건조하였다. 건조양파박은 양파농축액을 제조한 후 남은 부산물을 압착기에 넣고 여분의 수분을 제거한 다음 50°C 건조기에서 건조하였다. 위와 같이 건조한 양파를 분쇄기(Food mixer, FM-680T, 한일, 한국)로 마쇄한 후 입자크기가 30~80 mesh가 되도록 하고, 이를 옥수수 그리트에 0, 10, 20 및 30%로 각각 첨가하여 압출성형하였다.

Extrusion 조건 및 압출성형물의 건조

Extruder는 실험실용 쌍축동방향 압출성형기(Corotating twin screw extruder, Model THK 31T, 백상기계, 한국)로 스크류 직경은 31 mm, L/D비는 22, 사출구(die) 직경은 3.7 mm인 원형(circular type)을 이용하였고 스크류 배열은 high-shear screw를 이용하였다. 원료주입부에 수분을 주입하였으며, 이 때 원료반죽의 수분함량은 26%로 조절하였다. 바렐온도는 0.5 kW전열기를 사용하여 가열하였고, 사출구 직전의 바렐에 냉각수를 통과시켜 수분에 의한 팽창이 발생하지 않도록 하였다. 원료주입속도는 20 rpm, 스크류의 회전속도는 300 rpm이었으며 계량부위의 온도는 133°C로 유지하였다. 제조된 압출성형물의 수분함량이 10% 이하가 되도록 건조하였다.

팽화도

팽화도는 puffing된 팽화물의 직경을 사출구(die) 직경으로 나눈 비로 계산하였고 10번의 측정값을 평균값으로 나타내었다.

밀도

양파스낵의 부피는 족발을 이용하는 종자치환법(20)으로 입자부피를 구한 후 스낵의 무게를 측정하여 밀도를 계산하였다. 각각의 밀도는 10번의 측정값을 평균값으로 나타내었다.

$$\rho_e = \frac{W_e}{W_g} \times \rho_g$$

ρ_e : 양파스낵의 밀도, W_e : 양파스낵의 무게,

W_g : 양파스낵의 부피에 해당하는 족발의 무게,

ρ_g : 족발의 밀도

수분흡수지수

수분흡수지수는 Anderson 등의 방법(21)을 변형하여 사용하였다. 즉, 50 mL 원심분리튜브에 양파스낵분말 2 g과 30 mL의 중류수를 가해 혼탁액을 만든 다음 150 rpm에서 30분 동안 교반한 후 9,000 rpm으로 10분 동안 원심분리(Centriflon T324, Kontron Instruments, Milano, Italy)하였다. 이 때 상등액을 분리하고 남은 침전물의 무게와 시료 무게의 비를 수분흡수지수로 계산하였다.

색도

양파스낵분말을 일정량 취하여 색차계(HunterLab Color Quest 4570, Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, Virginia, USA)로 3회 이상 반복측정하여 평균값을 얻었으며, Hunter Scale에 의해 L (명도), a (+ 적색, - 녹색), b (+ 황색, - 청색) 값으로 나타내었다. 대조군(옥수수 그리트로 제조한 스낵)과 양파스낵의 총 색택의 차는 ΔE (color difference)로 표시하였고, ΔE 의 값은 다음 식에 의해 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$$

L , a , b 는 대조군 스낵의 값이고, L' , a' , b' 는 양파스낵의 값이다.

X-ray 회절도 분석

원료 옥수수가루에 건조양파착즙박 또는 건조양파를 0, 10, 20 및 30%로 각각 혼합한 것과 이것을 121°C에서 15분간 autoclave한 시료, 그리고 건조양파착즙박 스낵 또는 건조양파스낵의 시료를 desiccator에서 하루 동안 수분을 평형화시켜 X-ray 회절도 분석시료로 사용하였다.

분말 시료를 34 kV와 46 mV에서 파장 0.154 nm인 Cu K α radiation을 이용하여 scan speed 4 deg./min, 회절각(2θ) 5°에서 40°범위까지 0.01° scan step으로 X-ray diffractometer(RINT2400, Rigaku Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 분석하였다.

Differential scanning calorimeter (DSC)

DSC 측정은 약 1.5 mg의 시료를 hermetic pan에 정확히 칭량한 후 중류수를 5배 첨가하여 desiccator에서 하루 밤 동안 수분평형시킨 후 DSC(2010, TA Instruments, New Castle, Delaware, U.S.A.)로 열분석하였다. 분석은 heating rate을 10°C/min으로 하여 가열온도 30~100°C에서의 흡열 peak를 얻고, 이로부터 엔탈피(J/g), 호화개시온도(T_o), 호화피크온도(T_p), 호화종료온도(T_c)를 구하였다.

Texture 분석

양파스낵의 파괴력(rupture strength, N/m²)은 Rheometer(CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 양파스낵의 측정항목은 press로 설정하여 load cell 10 kg, table speed 100 mm/min, 지지대 사이의 거리 3 cm로 하였으며, 각 시료당 10회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분

양파스낵의 재료와 쌍축 압출성형기에서 제조한 양파스낵의 일반성분은 Table 1과 같다. 즉, 옥수수 그리트의 수분함량은 12.98%, 조단백질은 3.69%, 조지방은 0.35%, 그리고 조회분은 0.42%이었다. 건조양파의 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 각각 8.45~9.32%, 1.54~1.64%, 3.11~3.96%로 유사하였으나 조섬유 함량은 건조양파 착즙박이 15.91%로 건조양파 6.40%보다 약 2.5배 정도 많았다. 대조군 스낵과 양파스낵의 수분함량은 4.42~8.90%로 원료 등의 11.51~12.10%보다 수분함량이 적은 것은 압출성형기를 통과하면서 수분이 급격하게 기화하여 함량이 감소된 것으로 생각된다. 양파건조물의 종류에 관계없이 양파스낵의 조단백질과 조지방 함량은 큰 차이가 없었고, 양파 첨가량이 증가할수록 조회분과 조섬유 함량은 증가하였다. 양파착즙박 스낵이 건조양파스낵보다 조단백질, 조지방 및 조섬유 함량이 다소 높은 것은 건조양파착즙박이 건조양파에 비하여 이들 성분의 함유량이 높기 때문에 나타난 결과로 사료된다.

팽화율과 밀도

양파스낵의 팽화율과 밀도는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. 즉, 양파착즙박 스낵과 양파스낵의 팽화율은 각각 2.36~2.55와 2.44~2.82, 밀도는 각각 0.22~0.31과 0.22~0.33으로 첨가물의 종류에 따른 큰 차이는 없었다. 첨가물의 농도에 따른 차이는 첨가량이 증가할수록 팽화율은 감소하였고, 밀도는 증가하여 팽화율과 밀도는 역의 관계를 보였다. 양파건조물의 첨가량이 증가할수록 스낵의 팽화율이 감소되는 것은 이들에 함유된 단백질과 조섬유 함량의 증가에 의해 영향을 받은 것으로 사료된다. Coulter와 Lorenz(5)는 비교적 단백질 함량이

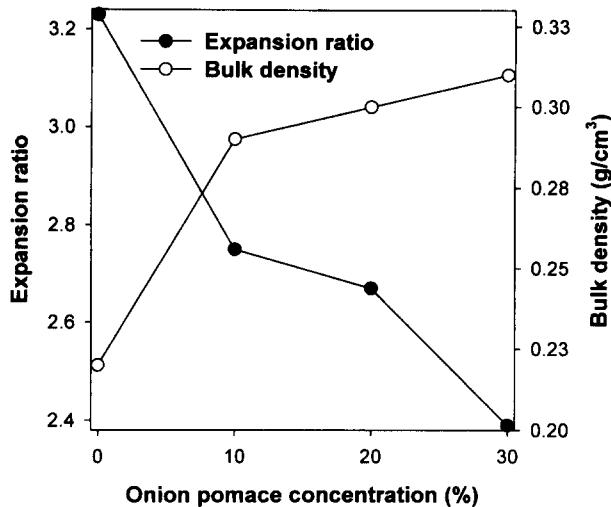


Fig. 1. Effect of dried onion pomace content on expansion ratio and bulk density in extruded snack.

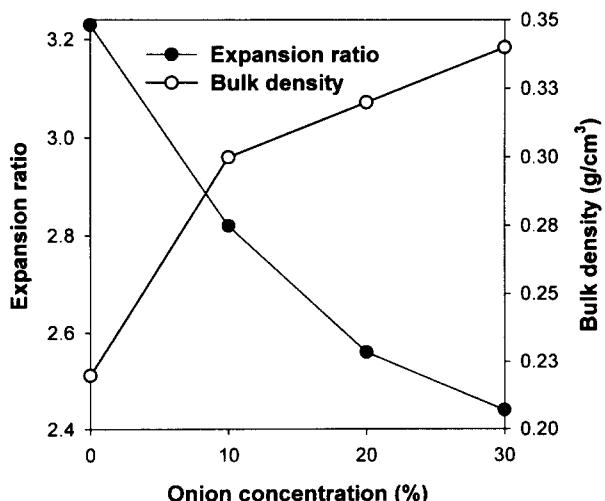


Fig. 2. Effect of dried onion content on expansion ratio and bulk density in extruded snack.

Table 1. Proximate composition of extruded onion snack and its ingredients
(unit : %)

Sample ¹⁾	Moisture content	Crude protein	Crude lipid	Ash	Crude fiber
Corn grits	12.98	3.69	0.35	0.42	0.87
Dried onion pomace	11.51	9.32	1.64	3.11	15.91
Dried onion	12.10	8.45	1.54	3.96	6.40
Control snack	8.90	4.51	0.28	0.52	0.96
Snack OP10	4.78	5.36	0.34	0.72	2.73
Snack OP20	4.42	5.72	0.41	1.02	3.60
Snack OP30	4.90	5.99	0.40	1.12	4.34
Snack O10	5.48	5.04	0.17	0.82	1.46
Snack O20	5.90	5.39	0.19	1.13	1.79
Snack O30	6.50	5.39	0.21	1.29	2.29

¹⁾Control snack : Snack extruded with corn grits only.

Snack OP10, Snack OP20 and Snack OP30 : Onion snack extruded with corn grits containing 10%, 20% and 30% dried onion pomace, respectively.

Snack O10, Snack O20 and Snack O30 : Onion snack extruded with corn grits containing 10%, 20% and 30% dried onion, respectively.

높은 quinoa를 corn grits에 10%부터 30%까지 첨가하여 압출성형하였을 때 팽화율이 1.47~2.31로 첨가량이 증가할수록 감소한다는 것은 본 실험결과와 유사한 경향을 보였다. 한편, Mercier와 Feillet(7)는 옥수수가루를 이용하여 압출하기 전의 초기수분함량을 10.5%부터 28.5%까지 조정하여 팽화율을 측정하였는데 25.4% 수분함량일 때는 팽화율이 2.4로 본 실험의 대조군 3.24보다 낮았다. 이는 압출성형 조건이 서로 다르기 때문이며, 본 연구에서는 양파건조물의 첨가에 따라 팽화율이 감소되므로 대조군의 팽화율이 높은 압출성형조건으로 설정하여 실험하였다.

수분흡수지수

양파스낵의 수분흡수지수는 Table 2와 같다. 대조군 스낵의 수분흡수지수는 7.27이었는데 Anderson 등(21)이 보고한 corn grits의 수분흡수지수 6.3보다는 다소 높았으며, 이러한

Table 2. Water absorption index, color and rupture strength of extruded onion snacks

Sample ¹⁾	WAI ²⁾	Color			Rupture strength (KPa)	
		L	a	b		
Control snack	7.27	69.10	-0.89	21.87	0.00	1.96
Snack OP10	7.28	64.53	1.27	21.51	5.07	3.02
Snack OP20	7.14	57.93	4.29	21.69	12.31	3.19
Snack OP30	6.31	57.33	3.93	20.64	12.77	3.22
Snack O10	7.16	63.57	1.48	21.74	6.02	3.24
Snack O20	7.00	57.93	4.18	21.07	12.29	3.45
Snack O30	6.45	58.57	3.45	20.00	11.54	2.98

¹⁾See the footnote of Table 1.²⁾Water absorption index.³⁾ ΔE (color difference index) =

$$\sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$$
 where L, a and b are lightness, redness and blueness of control snack, and L', a' and b' are lightness, redness and blueness of onion snack.

차이는 압축율과 수분함량 및 처리온도의 차이로 사료된다. 건조 양파착즙박과 건조양파를 10% 첨가하여 제조한 양파스낵의 수분흡수지수는 각각 7.28과 7.16으로 대조군과 뚜렷한 차이를 나타내지는 않았다. 반면에 양파첨가율이 증가할수록 수분흡수지수는 감소하는 경향을 나타내었고, 특히 30%에 해당하는 건조 양파착즙박과 건조양파를 첨가한 양파스낵의 경우 6.31과 6.45로 많이 감소하였다. 수분흡수지수는 전분과 단백질의 수화를 나타내는 지표이며(22), Table 1과 같이 분말양파의 단백질 함량은 8.45~9.32%로 옥수수 그리트의 3.69%보다 높았다. 그러므로 양파첨가물이 증가할수록 단백질의 양은 증가하고 상대적으로 옥수수 그리트의 양은 감소하여 수분흡수에 영향을 끼치는 것으로 생각된다. 이는 옥수수 가루에 유제품을 첨가시킨 압출성형물의 수분흡수지수가 유제품의 첨가량이 증가할수록 감소했다는 Ryu와 Mulvaney(23)의 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

색도변화

건조양파박과 건조양파의 함량에 따른 압출스낵의 색도변화는 Table 2와 같다. 건조양파착즙박 및 건조양파를 첨가하여 제조한 양파스낵의 명도(L)는 대조군 스낵에 비해 양파의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었고, 양파의 첨가량이 20% 이상부터는 색도차는 변화가 거의 없었다. 즉, 양파스낵의 총 색택의 차(ΔE)는 양파건조물에 관계없이 10% 농도일 때 5.07~6.02였고, 20% 이상부터는 11.54~12.77로 변화가 없었다. 양파스낵의 적색도(a)는 양파의 첨가량이 많을수록 증가한 반면에 황색도(b)는 대조군과 차이가 없었다.

X-ray 회절양상

옥수수 그리트, 옥수수 그리트로 제조한 snack, 그리고 옥수수 그리트를 autoclave한 것의 X-ray 회절양상은 Fig. 3과 같다. 옥수수 그리트의 X-ray 회절양상은 15.2°, 17.3°, 17.9° 및 23.2°에서 주요 peak가 나타났고, 5~10° 범위에서 나타난

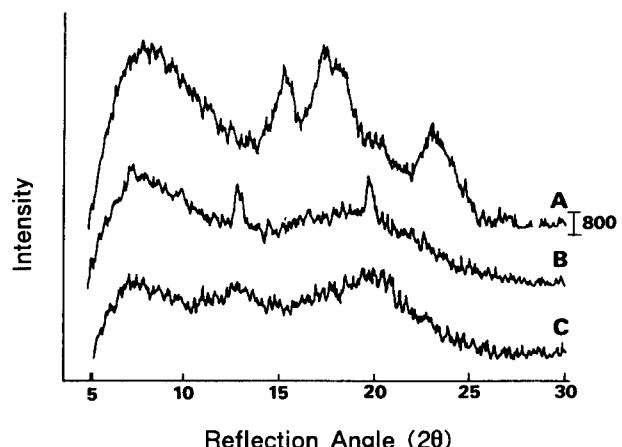


Fig. 3. X-ray diffractograms of native corn grits (A), corn grits snack (B), and corn grits autoclaved at 121°C for 15 min (C).

peak는 Jouppila 등(24)이 보고한 옥수수 전분의 X-ray 회절양상에서 보이지 않았던 결정부분인데 이는 원료의 성분차이 때문으로 생각된다. 옥수수 그리트를 121°C에서 15분간 autoclave한 시료는 주요 peak들이 나타나지 않았는데 이는 전분이 호화되어 결정부분이 남아 있지 않는 것으로 해석된다. 반면에, 옥수수 그리트로 압출성형하여 제조한 snack은 약 12.9°와 19.8°에 결정 peak가 두드러지게 나타났는데 이는 옥수수가루와 양파에 존재하는 여러 성분 중 전분과 같은 결정구조가 비교적 높은 온도에서 압출될 때 결정이 없어지며 일부 전분은 dextrin화되고, 또한 단백질, 섬유소 등의 성분이 전분호화에 영향을 끼치기 때문에 X-ray 회절패턴이 변하는 것으로 사료된다.

옥수수 그리트에 건조양파착즙박을 0, 10, 20 및 30%의 함량으로 첨가하여 제조한 스낵의 X-ray 회절패턴은 Fig. 4와 같다. 양파박을 첨가하지 않은 무처리군(0%)의 X-ray 회절패턴과 양파박의 농도를 달리하여 첨가한 양파스낵의 경우 양

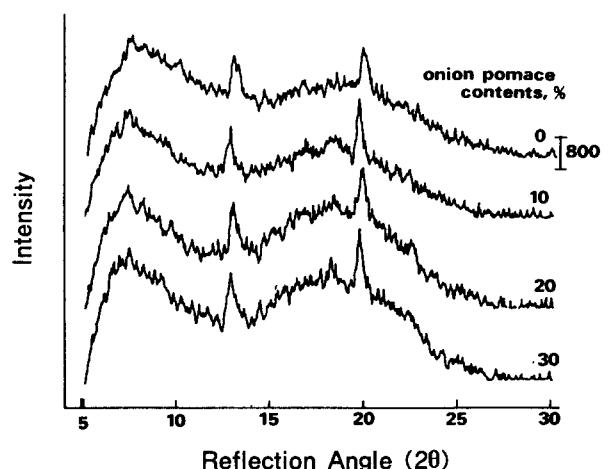


Fig. 4. X-ray diffractograms of onion snack at various dried onion pomace contents.

파착즙박 함량이 많을수록 비교적 결정성 부분이 다소 커졌으나 첨가물의 농도에 따른 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다.

DSC 특성

옥수수 그리트, 양파착즙박 및 양파스낵의 DSC 전이온도(transition temperature)와 엔탈피(enthalpy)의 결과는 Table 3과 같다. 옥수수 그리트의 흡열반응곡선은 63.70~81.99°C의 온도범위로 최대호화온도는 70.39°C, 엔탈피는 7.70 J/g 이었다. 이와 같은 결과는 Yoon과 Lee(25)가 옥수수 전분의 상전이 온도범위는 67.15~80.94°C이었고 최대 peak는 71.15°C로 보고한 것과 다소 차이가 있었으나 유사한 경향을 나타내었는데 이는 원료의 차이로 사료된다. 흡열반응온도 범위는 건조양파착즙박 스낵이 59.18~75.77°C, 건조양파스낵이 58.92~73.05°C로 시료간에 큰 차이는 없었으나 원료인 옥수수 그리트의 상전이 온도 범위보다 다소 낮은 온도로 이동되었다. 대조군 스낵의 엔탈피는 0.51 J/g, 양파착즙박 스낵과 양파스낵은 각각 0.61~0.63 J/g, 0.48~0.63 J/g으로 양파첨가량에 관계없이 유사한 결과를 나타내었다. 양파스낵의 엔탈피가 옥수수 그리트에 비해 크게 낮은 이유는 스낵 제조공정 중 팽창하면서 전분이 호화 및 텍스트린화 되었기 때문으로 사료되며, 이는 X-ray 회절패턴의 결과와도 일치하였다.

파괴력(rupture strength)

양파스낵의 파괴력은 Table 2와 같다. 대조군 스낵의 파괴력은 1.96 KPa이었으나 양파착즙박과 양파스낵의 파괴력은 2.98~3.45 KPa로 첨가물의 종류와 농도에 따라 다소 차이가 있었으나 첨가량이 증가할수록 파괴력이 증가하는 경향을 보였다. 양파건조물을 첨가한 스낵은 대조군보다 단백질과 지질, 섬유소 등의 함량은 높고 탄수화물 함량이 적은데, 이러한 성분들의 차이로 파괴력에 영향을 끼쳤을 것으로 생각된다. Coulter와 Lorenz(26)는 단백질, 지질 함량이 비교적 높은 quinoa라는 곡류를 옥수수 그리트에 혼합하여 extrusion 하였을 때 quinoa의 농도가 증가할수록 shear strength 값은 감소하였다고 보고하였다. 파괴력은 압출성형물의 밀도와

Table 3. Thermodynamic characteristics of extruded onion snacks

Sample ¹⁾	Gelatinization temperatures ²⁾			Enthalpy ³⁾
	To	Tp	Tc	
Corn grits	63.70	70.39	81.99	7.70
Control snack	60.54	67.24	73.28	0.51
Snack OP10	60.62	68.51	74.95	0.61
Snack OP20	59.18	68.42	74.69	0.63
Snack OP30	60.58	66.21	75.77	0.63
Snack O10	58.92	65.72	72.28	0.63
Snack O20	60.31	66.11	73.05	0.50
Snack O30	60.55	65.98	72.82	0.48

¹⁾See the footnote of Table 1.

²⁾To, Tp, Tc mean onset, peak, and conclusion transition temperatures (°C), respectively.

³⁾Transition enthalpy (J/g).

관련이 커서 조직이 견고할수록 파괴력이 커졌다.

요약

양파농축액의 제조시 부산물로 생기는 양파착즙박을 활용하고자 건조양파착즙박 또는 건조양파를 옥수수 그리트와 0~30% 함량으로 혼합하여 쌩축압출성형기로 제조한 양파스낵의 물리적 특성을 조사하였다. 양파착즙박 스낵과 양파스낵은 조단백, 조지방, 회분 등과 같은 일반성분은 유사하였으나 양파착즙박 스낵의 경우 조섬유 함량이 약 2배 높았다. 양파착즙박 스낵과 양파스낵의 팽화율은 첨가물의 함량이 높을수록 감소하였으며, 수분흡수지수도 양파의 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 대조군에 비해 양파스낵은 양파의 첨가량이 많을수록 명도는 감소하였고 적색도는 증가하였다. 원료인 옥수수 그리트의 X-ray profile은 15.2°, 17.3°, 17.9° 및 23.3°에서 강한 peak를 보였으나 압출시킨 양파스낵에서는 결정 peak가 소실되고, 12.9°와 19.8°에서 일부의 peak가 남아 있었다. 양파스낵의 DSC 결과는 첨가물의 농도에 관계없이 상전이 최대온도와 엔탈피는 원료인 옥수수 그리트보다 낮았으며, 파괴력은 건조양파 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단지정 목포대학교 식품산업기술연구센터(RRC-FRC)의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

문현

- Parsons, M.H., Hsieh, F. and Huff, H.E. : Extrusion cooking of corn meal with sodium bicarbonate and sodium aluminum phosphate. *J. Food Proc. Preserv.*, **20**, 221~234 (1996)
- Hollingsworth, P. : Snack Foods—Healthier products breathe new life into languishing category. *Food Technol.*, **49**, 58~62 (1995)
- Mitchell, D.P. : Healthful snacks—Healthful snacks head mainstream. *Snack Food*, **81**, 20~22 (1992)
- Blenford, D.E. : International report—Lifting the lid on world snacks. *Snack Food*, **81**, 15~20 (1992)
- Coulter, L.A. and Lorenz, K. : Extruded corn grits-quinoa blends—I. Proximate composition, nutritional properties and sensory evaluation. *J. Food Proc. Preserv.*, **15**, 231~242 (1991)
- Kim, J.S. : Manufacturing technique and prospect of snack. *Bulletin of Food Technol.*, **10**, 39~57 (1997)
- Mercier, C. and Feillet, P. : Modification of carbohydrate components by extrusion-cooking of cereal products. *Cereal Chem.*, **52**, 283~297 (1975)
- Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Griffin, E. L. Jr. : Roll and extrusion-cooking of grain sorghum grits. *Cereal Sci. Today*, **14**, 372~375, 381 (1969)
- Kee, H.J. and Park, Y.K. : Preparation and quality properties of extruded snack using onion pomace and onion. *Korean*

- J. Food Sci. Technol.*, **32**, 578-583 (2000)
10. Prinyawiwatkul, W., Beuchat, L.R., Phillips, R.D. and Resurreccion, A.V.A. : Modelling the effects of peanut flour, feed moisture content, and extrusion temperature on physical properties of an extruded snack product. *Int. J. Food Sci. & Technol.*, **30**, 37-44 (1995)
 11. Bhattacharya, M. and Hanna, M.A. : Textural properties of extrusion-cooked corn starch. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **20**, 195-201 (1987)
 12. Badrie, N. and Mellowes, W.A. : Texture and microstructure of Cassava (*Manihot esculenta Crantz*) flour extrudate. *J. Food Sci.*, **56**, 1319-1322, 1364 (1991)
 13. Chinnaswamy, R. and Hanna, M.A. : Optimum extrusion-cooking conditions for maximum expansion of corn starch. *J. Food Sci.*, **53**, 834-836, 840 (1988)
 14. Chinnaswamy, R. and Bhattacharya, K.R. : Studies on expanded rice-optimum processing conditions. *J. Food Sci.*, **48**, 1604-1608 (1983)
 15. Kollengode, A.N., Sokjey, A.S. and Hanna, M.A. : Physical and molecular properties of re-extruded starches as affected by extruder screw configuration. *J. Food Sci.*, **61**, 596-599, 603 (1996)
 16. Park, A.S. : Preparation and functional properties of onion juice. *M.S. Thesis*, Mokpo National Univ., Korea (1999)
 17. Kang, S.K., Kim, Y.D., Hyun, K.H., Kim, Y.W., Song, B.H., Shin, S.C. and Park, Y.K. : Development of separating techniques on quercetin-related substances in onion (*Allium cepa L.*)-1. Contents and stability of quercetin-related substances in onion. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 682-686 (1998)
 18. Hsieh, F., Huff, H.E., Lue, S. and Stringer, L. : Twin-screw extrusion of sugar beet fiber and corn meal. *Lensensm. Wiss. Technol.*, **24**, 495-500 (1991)
 19. AOAC : *Official Methods of Analysis*. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, Vol. 2, chapter 32, p.1-43 (1995)
 20. Griswold, R.M. : *The experimental study of foods*. Houghton Mifflin Co., Boston, USA (1962)
 21. Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Griffin, E.L. Jr. : Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. *Cereal Sci. Today*, **14**, 4-7 (1969)
 22. Ryu, G.H. and Mulvaney, S.J. : Corn meal puffing with CO₂-gas-Effect of sucrose and glyceryl monostearate (GMS). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 251-256 (1995)
 23. Ryu, G.H. and Mulvaney, S.J. : Analysis of physical properties and mechanical energy input of cornmeal extrudates fortified with dairy products by carbon dioxide injection. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 947-954 (1997)
 24. Jouppila, K., Kansikas, J. and Roos, Y.H. : Factors affecting crystallization and crystallization kinetics in amorphous corn starch. *Carbohydr. Polym.*, **36**, 143-149 (1998)
 25. Yoon, J.Y. and Lee, Y.E. : Influence of amylose content on formation and characteristics of enzyme-resistant starch. *J. Food Sci. Nutr.*, **3**, 303-308 (1998)
 26. Coulter, L.A. and Lorenz, K. : Extruded corn grits-quinoa blends-II. Physical characteristics of extruded products. *J. Food Proc. Preserv.*, **15**, 243-259 (1991)

(2000년 10월 19일 접수)