

乳化劑(Glycerin fatty acid ester)添加에 따른 쌀 壓出 成型物の 理化學的 性質

高光鎭

中央大學校 食品加工學科

(1992년 5월 25일 접수)

The Physicochemical Properties of Rice Extrudate by Addition of Emulsifier(Glycerin Fatty Acid Ester)

Kwang-Jin Koh

Department of Food Science and Technology, Chung-ang University

(Received March 25, 1992)

ABSTRACT

This study was designed to investigate changes in physicochemical properties of rice extrudate with added glycerin fatty acid ester extruded by single screw extruder.

According to emulsifier content, expansion ratio and water solubility index were represented minimum in rice extrudate with added 2.0% and 2.5% glycerin fatty acid ester. Extrudate with added 1.5% emulsifier revealed lowest break strength and bulk density, so got a tender and light texture. Meanwhile water absorption index was showed maximum at 1.5% emulsifier content.

As emulsifier content increased, lightness raised.

By the microstructure observed with image analyzer, addition of emulsifier had decreased area and fractarea of air cells of cross section of extrudates.

On the results of this research, quality of extrudate with added 1.5% glycerin fatty acid ester was considered very well than 100% rice extrudate, because of tender and light texture, highest water absorption index and fine structure with higher lightness.

I. 서 론

압출 성형 방법에 의한 가공 식품의 개발이 최근 10여년간에 걸쳐 활발하게 진행되어, 현재는 이 방법이 지니는 간편성 및 경제성 등의 장점과 더불어 그 적용 범위가 확대되고 있다. 이와 같이 이 방법의 활용이 급진적으로 신장될 수 있었던 이유는 압출 성형 방법이 분쇄(grinding), 혼합(mixing), 반죽

(kneeding), 압축(compressing), 전단(shearing), 용해(melting), 살균(sterilizing), 반응(reacting), 성형(molding) 그리고 팽화(expanding)의 기능¹⁾을 한번에 조작할 수 있는 장점을 가지고 있기 때문이다.

압출 성형 최적 조건을 설정하기 위하여 많은 연구들이 진행되어 왔는데, Mosqueda들²⁾은 수분 함량이 15%일 때 쌀가루의 압출 성형물의 팽화율이

제일 크고, hardness가 제일 작다고 하였고, Gomez 들³⁾은 수분 함량이 감소할수록 WAI는 증가한다고 하였으며, 류들⁴⁾의 연구에 의하면 수분 함량과 입자 크기가 감소함에 따라 팽화율이 증가하고, 절단력은 감소한다고 하였다.

본 연구에서는 이러한 연구 결과를 토대로 하여, 쌀가루에 유화제(glycerin fatty acid ester)를 첨가함에 따라 일어나는 팽화율, 밀도, 전단 강도, 수분 흡수 지수, 수분 용해도 지수, 명암도 등의 변화를 유화제를 첨가하지 않고 제조한 쌀 압출 성형물과 비교 분석하고, 화학 분석을 실시하여 압출 성형물의 미세 구조를 발힘에 의해 쌀 압출 성형물의 응용성 증진을 도모하고자 실시하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 재 료

본 실험에 사용한 쌀은 경기도 화성군 동탄면에서 구입한 1989년산 통일벼이며, 30mesh 이하의 그리트 형태로 만들어 사용하였고, 유화제는 glycerin fatty acid ester (광일화학공업주식회사)를 사용하였다. 원료로 사용한 쌀의 일반 성분 조성은 Table 1 과 같다.

Table 1. Proximate composition of rice used in this experiment(%)

Moisture	Crude fat	Crude protein	Carbo-hydrate	Crude ash
12.3	0.9	7.8	78.6	0.4

2. 압축 성형물의 제조 및 공정 조건

Glycerin fatty acid ester 함량(0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0%)을 달리한 시료를 수분 함량 14%로 조정하여 밀봉한 후, 5℃에서 12시간 방치하여 수분 평형시킨 다음, 예비 시험을 거쳐 압출 성형기의 최적 운전 조건을 Table 2 와 같이 screw speed 450rpm, L/D ratio 3.0, die size ϕ 14 mm \times 2 holes, barrel length 30 cm, 토출구 온도 110℃로 설정한 30마력의 단축 스크류 압출 성형기로 제조하였다.

3. 팽화율

팽화율(Expansion Ratio ; ER)은 10cm 정도의 길이로 잘라내어 한시료당 20개를 준비한 다음 캘리퍼스로 직경을 측정하여 토출구 직경과의 비율 다음과 같이 산출하였다⁵⁾.

Table 2. Extrusion condition for rice extrudate with glycerin fatty acid ester

Parameters	Extrusion condition
Screw speed	450 rpm
Type of barrel grooves	Straight and spiral Puffing screw
Type of screw	3,0
L/D ratio	ϕ 14 mm \times 2 holes
Die size	110℃
Die temperature	30 cm
Barrel length	

$$\text{Expansion Ratio} = \frac{\text{시료의 직경}}{\text{토출구의 직경}}$$

4. 전단 강도

압출 성형물을 5cm 크기로 잘라 조직감 측정 장치(Texture Test System, Model No. FTA-3000, FOOD TECHNOLOGY CORP., U. S. A.)를 사용하여 절단 시험을 하였다. 이 때 기기의 작동 조건은 pressure 220psi, cross head speed 40sec./cycle, plunge diameter 56mm, chart speed 45cm/min. 이었으며, 이 때 측정치는 다음과 같은 계산식에 의해 시료의 경도를 산출하여 전단 강도(break strength : BS)를 구하였다.

$$\text{시료의 경도(psi)} = \frac{77.5 \times \text{측정치}}{100} \times 3,000$$

5. 밀 도

건조된 시료를 2cm 정도의 길이로 잘라내어 먼저 무게를 측정하고, 이것을 200cc 메스실린더에 넣고 좁쌀 150cc 를 부어넣고 평형이 될 때까지 두

드린 다음 늘어난 용적을 시료의 용적으로 보고 다음 식에 의하여 가밀도(bulk density : BD)를 계산하였다.

$$\text{Bulk Density} = \frac{\text{시료의 무게}}{\text{시료의 용적}}$$

6. 수분 용해도 지수 및 수분 흡수 지수

수분 용해도 지수(water solubility index ; WSI) 및 수분 흡수 지수(water absorption index ; WAI)는 Anderson의 방법⁶⁾에 따라 압출 성형물의 분말(60mesh 이하) 2.5g에 500ml의 증류수를 가하여 실온에서 30분 방치한 다음 3,000rpm에서 10분간 원심 분리하고 상정액의 고형분량을 구하여 WSI를 산출하였다. 그리고 침전물의 무게를 측정하여 WAI를 산출하였다. 즉, WSI는 건조 시료 1g에 함유한 수분 함량으로 나타내었다.

7. 명암도

유화제가 첨가된 쌀 압출 성형물의 색깔을 색차계(Sphere Spectrocolorimeter, Color Quest[®], Hunter Lab. INC, U.S.A.)로 측정하여 Hunter의 색차계인 L, a, b 및 ΔE 값을 구한 후 L값(lightness)만을 사용하였다. 그리고 ΔE 값은 다음식에 의하여 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(94.81 - L)^2 + (-0.96 - a)^2 + (0.43 - b)^2}$$

8. 미세구조의 관찰

압출 성형물의 미세 구조는 화상 분석기(ImageAnalyzer, PIAS, KIT-500, Hirox Co., LTD., Japan)를 이용하여 50배율로 관찰한 후 기공의 수(air cell No.), 기공의 둘레(perimeter), 기공의 면적(area) 및 기공의 화적율(fractarea)을 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 압축 성형물의 이화학적 성질

유화제(glycerin fatty acid ester)첨가에 따른 압출 성형물의 팽화율, 전단 강도, 밀도, 수분 용해도 지수 및 수분 흡수 지수는 Table 3에 나타내었다.

압출 성형물의 팽화율은 무처리구가 1.99로 가장 높게 나타났으며, glycerin fatty acid ester 첨가량이 증가할수록 감소되어 2.0%첨가구가 1.15로 가장 낮게 나타났고 그 이상에서는 다시 증가하는 경향을 보여주었다.

압출 성형물의 전단 강도는 유화제 첨가량이 1.5%일 때가 1,162.5psi로 가장 낮게 나타났으며, 그 이상 또는 그 이하의 유화제 첨가구에서는 오히려

Table 3. Physicochemical properties of rice extrudate with glycerin fatty acid ester

Treatment No.	Glycerin fatty acid ester content (%)	Dependent variables *				
		ER	BS (psi)	BD (g/ml)	WSI (%)	WAI (g)
1	0	1.99	1620.7	0.401	22.81	5.46
2	0.5	1.86	1441.7	0.350	13.16	6.43
3	1.0	1.48	1318.2	0.359	15.76	6.36
4	1.5	1.42	1162.5	0.180	9.98	6.54
5	2.0	1.15	1715.9	0.586	6.99	6.16
6	2.5	1.25	2129.7	0.438	6.76	5.37
7	3.0	1.52	2146.0	0.262	12.35	5.21

* ER : Expansion Ratio, BS : Break Strength, BD : Bulk Density, WSI : Water Solubility Index, WAI : Water Absorption Index

Table 4. Changes in color of rice extrudate with glycerin fatty acid ester

Treatment, No.	Glycerin fatty acid ester content (%)	Lightness (L value)	Redness (a value)	Yellowness (b value)	ΔE^*
1	0	87.12	-0.16	9.84	12.17
2	0.5	87.28	-0.33	10.07	12.25
3	1.0	87.78	0.06	9.71	11.69
4	1.5	88.57	-0.35	7.44	9.40
5	2.0	90.32	-0.45	7.07	8.03
6	2.5	90.12	-0.46	7.02	8.10
7	3.0	89.15	-0.01	8.98	10.29

* ΔE : total color difference

증가됨을 나타내었다.

밀도는 유화제 1.5%첨가구가 0.180으로 가장 낮게 나타나 압출 성형물이 처리구중 제일 가벼운 것으로 사료된다.

수분 용해도 지수는 무처리구가 22.81로 가장 높게 나타났으며 유화제가 첨가된 압출 성형물은 무처리구보다 작게 나타나는 경향이였다.

압출 성형물의 수분 흡수 지수는 유화제 첨가량이 0.5%부터 2.0%까지 증가됨을 나타내어 1.5%첨가

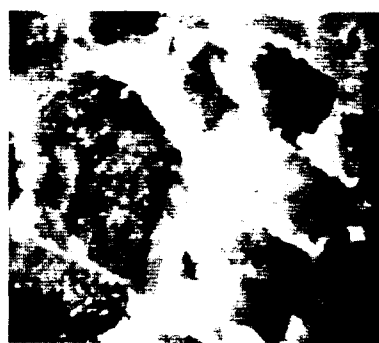
구가 6.54g으로 가장 높게 나타났다.

2. 압출 성형물의 명암도

Glycerin fatty acid ester 첨가에 따른 쌀 압출 성형물의 색깔은 Table 4 와 같이 나타났는데 유화제 함량이 증가함에 따라 명암도(L값)가 증가되어 2.0% 처리구가 명암도(L값) 90.32로 가장 높게 나타났고, 그 이상에서도 무처리구보다 높게 나타내어 glycerin fatty acid ester 첨가가 쌀 압출 성형물

Table 5. Results of image analysis for rice extrudate with glycerin fatty acid ester

Glycerin fatty acid ester content (%)	No. of air cell	Perimeter (μm)	Area (μm^2)	Fractarea (%)
0	65	18,292.75 \pm 6,032.25	49,520.57 \pm 6,032.25	76.96 \pm 9.37
	mean	281.43	761.85	1.18
0.5	105	23,381.49 \pm 1,781.80	47,052.87 \pm 4,474.48	73.13 \pm 6.95
	mean	222.68	448.12	0.70
1.0	171	27,698.29 \pm 921.08	35,587.13 \pm 1,708.27	55.31 \pm 2.65
	mean	161.98	208.11	0.32
1.5	192	28,977.64 \pm 942.48	31,065.45 \pm 1,786.79	48.28 \pm 2.78
	mean	150.93	161.80	0.25
2.0	202	25,250.34 \pm 799.73	31,422.32 \pm 1,903.60	48.83 \pm 2.96
	mean	125.00	155.56	0.24
2.5	337	37,567.34 \pm 748.89	23,965.88 \pm 927.22	37.25 \pm 1.44
	mean	111.48	71.12	0.11
3.0	281	28,893.24 \pm 732.61	37,128.69 \pm 1,276.55	57.70 \pm 1.98
	mean	102.82	132.13	0.21



(rice 100%)



(0.5% addition of emulsifier)



(1.0% addition of emulsifier)



(2.5% addition of emulsifier)



(2.0% addition of emulsifier)



(1.5% addition of emulsifier)



(3.0% addition of emulsifier)

Fig. 1. Microscopic photographs of rice extrudate with glycerin fatty acid ester (*50)

의 명암도를 높여주는 것으로 사료되었다.

3. 압출 성형물의 미세구조

Fig. 1 은 화상 분석기를 이용하여 glycerin fatty acid ester를 첨가한 쌀 압출 성형물의 단면을 50배율로 관찰한 것이다. 이를 화상 처리한 결과 Table 5 와 같이 압출 성형시에 생긴 기공수는 무처리구보다 유화제 첨가량이 증가할수록 증가되어 2.5%첨가구가 337개로 가장 많았으며, 이 때 기공 1개당 평균 둘레, 평균 면적 및 평균 화적율이 작게 나타나 가장 미세한 기공이 형성되었음을 알 수 있었다.

IV. 요약

본 연구에서는 단축 스크류 압출 성형기를 이용, 쌀그리트에 글리세린 지방산 에스테르를 첨가하여 압출 성형시켰을 때 일어나는 이화학적 성질 변화를 분석하였다.

유화제 첨가 비율에 따라 팽화율과 수분 용해도 지수는 2.0% 및 2.5% 첨가구가 가장 낮게 나타났고, 전단 강도는 1.5% 첨가구가 가장 낮게 나타내어 가장 부드러운 조직을 얻을 수 있었으며, 밀도는 유화제의 첨가량이 1.5%일때가 0.180으로 가장 낮게 나타나 이 처리구가 가장 가벼운 것으로 사료되고, 수분 흡수 지수는 유화제 함량이 증가됨에 따라 증가되어 1.5% 첨가구가 최대치를 나타내고 그 이상에서는 오히려 감소되는 경향을 나타내었다.

압출 성형물의 명암도는 유화제 함량이 증가됨에 따라 증가되어 2.0% 첨가구가 가장 높게 나타났고 그 이상에서는 무처리구보다는 높지만 약간씩 감소함을 나타내어, 글리세린 지방산 에스테르 첨가가 쌀 압출 성형물의 명암도를 높여주는 것으로 판단된다.

화상 분석기를 이용한 미세 구조 관찰 결과에서 유화제 첨가량이 증가할수록 미세한 기공 조직을 얻을 수 있다고 나타났지만 전단 강도가 높게 나타나 매우 단단한 조직을 형성한다.

이상의 연구 결과를 종합하여 볼 때, glycerin fatty acid ester를 첨가하여 제조한 쌀 압출 성형물의 품질은 유화제 1.5% 첨가구가 조직이 가장 가볍고 부드러우며, 수분 흡수 지수가 가장 높고, 무처리구보다 비교적 명암도가 높은 미세한 구조를 얻을 수 있었다.

V. 참고문헌

1. 이철호, 김동철, 전제현, 김철진, 김종배, 김재득, 손중천 : 식품 Extrusion 기술, 유림문화사, p. 15(1986).
2. de Mosqueda, M.B., Perez, C. M. and Juliano, B. O. : Varietal differences in properties of extrusion-cooked rice flour. Food Chemistry, 19,173(1986).
3. Gomez, M.H. and Aquilera, J. M. M. : Changes in the starch fraction during extrusion - Cooking of corn. J. Food Sci., 48, 373(1983).
4. 류기영, 이철호 : 쌀가루의 수분함량과 입자크기에 따른 Extrudate의 물성학적 성질. 한국식품과학회지, 20(4), 463 (1988).
5. 한국식품 Extrusion 연구회 : 식품 Extrusion 기술, 유림문화사, p. 224(1988).
6. Anderson, R.A. : Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll - cooked small grain products. Cereal Chem., 59(4), 265(1982).