

## 압출성형 공정을 이용한 돈피스낵의 제조

양승용 · 김영호 · 김철진 · 이무하\* · 이철호\*\*

한국식품개발연구원, \*서울대 축산학과, \*\*고려대 식품공학과

### Manufacture of Pork Rind Snack by Extrusion Cooking Process

S.Y. Yang, Y.H. Kim, C.J. Kim, M.H. Lee\* and C.H. Lee\*\*

Korea Food Research Institute, \*Dept. of Animal Sci., Seoul National University

\*\*Dept. of Food Tech., Korea University

#### Abstract

The extrusion characteristics of pork rind mixed with corn flour were investigated. The blends of pork rind to corn flour in the ratio of 1:2, 1:1, 2:1 and 3:1(w/w) were made and each blend was dried up to 5, 10 and 15% moisture content. The blends were extruded by single screw extruder. The extrusion characteristics of each extrudate were as follow. The highest value of expansion ration was attained by mixing pork rind and corn flour in the ratio of 1:1, containing 5% moisture content. As the rind content to the corn flour mixture was increased, the bulk density, water absorption index, breaking strength and redness, of the extrudate increased, but the lightness and yellowness decreased. It was concluded that a high quality snack food could be produced by extrusion-cooking the mixture of pork rind and corn flour.

Key words : extrusion characteristics, pork rind, corn flour

#### 서 론

식품분야에서 돈피는 열화학적 가수분해에 의한 젤라틴 제조에 이용되고 있으며<sup>(1)</sup> 육가공 제품의 증량제로 또는 건조하여 기름에서 팽화시켜 만드는 스낵제조에 이용되고 있다<sup>(2-4)</sup>. 돈피는 수분, 단백질, 지질 및 기타 성분으로 구성되어 있고 그 비율은 55:27:15:3 정도이다. 돈피는 높은 콜라겐과 지질을 함유하고 있어 압출공정의 원료로 이용하기에는 제한적인 요인들을 함유하고 있다. 즉, 독특한 분쇄방법을 개발하여야 하고 extruder 조건에 맞도록 수분과 지질함량을 조절하여야 하는 등의 어려움이었다. 1978년의 미국특허<sup>(3)</sup>에 의하면 돈피를 효율적으로 분쇄하는데 commitrol mill을 사용하였고, 이 때의 적정수분함량은 18~35%라고 하였다. 또한 압출성형을 위해서는 탈지공정을 거친 후 extrusion하는 것이 바람직하다고 보고하였다. 그리고 분쇄된 돈피에 부원료로 옥수수 전분을 첨가하여 수분함량을 13%, 지질을 15% 정도로 조절하여 압출가공하면 옥수수 전분과 더불어 돈피도 부분적으로 젤라틴화가 일어났다고 하였다<sup>(5)</sup>.

이 밖에도 twin screw extruder로 돈피의 가공특성을 조사한 결과, 시료의 수분함량은 20%, 바렐의 온도는 150°C에서 가장 균일한 팽화제품을 얻을 수 있었고 여기에 부원료로 옥수수 가루나 밀 전분을 사용하면 보다 압출성형이 용이하고 품질좋은 스낵제품을 생산할 수 있다고 하였다<sup>(6)</sup>.

본 실험에서는 돈피와 돈피에 옥수수가루를 일정비율로 첨가하고 개선된 돈피의 분쇄방법에 따라 만들어진 재료를 single screw extruder로 가공처리하여 얻어진 extrudate의 성상, 물리적 특성 및 가공성을 살펴보는 데 그 목적을 두었다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

본 실험에 사용된 돈피는 마장동 우성 도축장에서 사후 24~48시간 경과된 것을 구입하여 겹질 내부의 지방층을 제거하고 재모시킨 후 주원료로 하였고, 옥수수 가루(옥분)은 D사의 60메쉬 정도인 F1 규격을 사용하였다.

##### 시료의 조제와 전처리

지방층 및 털이 제거된 돈피는 분쇄를 용이하게 하기 위하여 75°C 온탕에서 1분간 가열처리한 후 육분쇄기(3/8

Corresponding author : Seung-Yong Yang, Department of Food Tech., Lab., Korea Food Research Institute, 39-1, Haeolgokdong, Seongbukgu, Seoul, 130-605, Korea

in, plate dia.)로 분쇄하여 사용하였으며, 돈피와 옥분의 혼합비율은 중량비로 1 : 1, 1 : 2, 2 : 1 및 3 : 1로 혼합하였다. 혼합된 시료는 열풍건조기(45°C 이하)에서 수분함량을 각각 5, 10, 15%로 건조하여 silent cutter로 5분간 세절 및 혼합하여 비닐봉투에 넣어 밀봉하였다. 밀봉된 시료는 냉장실에서 24시간 방치하여 수분을 균일토록 하였고 extrusion 전에 다시 1분간 silent cutter에서 재혼합하여 사용하였다.

### Extrudate의 제조

본 실험에서 사용된 extruder는 미국의 Bonnot Co.에서 제작한 extrusion cooker로서 외부로부터 가열과 냉각이 가능한 single screw extruder이며 중요부품의 재원은 다음과 같다.

- 주동력 : 20마력(DC 480 V, 3 phase)
- 바 렬 : 60.8 mm 4 straight groove.
- 주스크류 : L/D ratio 20, compression ratio 3.5, 직경=56.1 mm, 길이=1,122 mm, screw tip(원추형 120)
- 회전속도 : 120, 190, 260 rpm(0~260 rpm, stepless speed control)
- 원료투입 : forced feeding by feed screw stepless control
- die plate : flat type with orifice type die lea.  
(사출구 직경 2.5 mm, K=0.2)<sup>(7)</sup>

또한 원료의 투입을 일정하게 유지하도록 생산량을 고정하였으며 주스크류의 회전속도는 120 rpm으로 고정하였다. 한편, 분석용 시료의 채취는 매 시료마다 기계적 평형에 도달된 extrudate를 채취하였고 채취된 시료는 40°C 열풍건조기에서 수분함량 7%까지 건조시켰다.

### 실험방법

#### 일반성분 분석

분석용 시료의 일반분석은 AOAC 표준시험법<sup>(8)</sup>에 따라 분석하였다.

#### 팽화율 측정

팽화율은 extrudate 직경과 사출구 직경의 비율로 나타내었다. 이 때 측정시료의 수는 20개 였다.

#### 밀도

밀도는 Bhattacharya 등<sup>(9)</sup>의 방법에 준하여 건조된 시료의 부피와 무게로부터 계산하였다.

#### 수분흡착력

시료의 수분흡착력은 Anderson 등<sup>(10)</sup>의 방법에 준하였다.

#### 색도측정

Extrudate의 색도는 색차계(Hunter tristimulus colo-

rimeter, D25-A2)를 가지고 건조분말 시료의 명도, 적색도, 황색도로 나타내었다. 이 때 표준색은 명도=90.67, 적색도=-1.4, 황색도=-0.4의 백색 도자기를 사용하였다.

#### 절단시험

Extrudate의 절단시험은 일정길이(3 cm)로 자른 후 Warner Bratzler shear-compression type(model : 2830 013)을 사용하여 extrudate를 절단할 때 나타내는 힘을 Instron Universal Testing Machine(model : 1140)으로 20회 반복시험의 평균값으로 나타냈다. 이 때 기기의 작동 조건은 다음과 같다.

Cross head speed : 50 mm/min

Chart speed : 200 mm/min

Max. force of the load cell : 50 kg.force

### 결과 및 고찰

Table 1은 본 실험을 수행하기 위해 만들어진 돈피, 옥분 및 돈피와 옥분 혼합물의 화학조성이다. 원료조성이 상이한 두 원료를 혼합하였는바 원료물질의 성분 조성 차이와 Extrusion 내에서의 물리화학적 변화에 따라 물리적 성상이 다른 extrudate가 만들어질 것으로 예상되었다.

Table 2에서 살펴본 것은 돈피 혼합물의 원료수분의 함량차이에 따른 extrudate의 수분감량에 대한 유의성을 살펴본 것으로, 돈피 : 옥분의 배합비가 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1에서는 수분함량이 높을 수록 수분감량은 컸으며 각 원료 배합비의 수분함량별로 extrudate의 수분 감량에 대한 유의성은 뚜렷하였다.

Table 3은 돈피혼합물의 수분함량 차이에 따른 팽화율을 살펴본 것이다. 돈피 : 옥분=1 : 1의 배합비에서 가장 높은 팽화율 및 연속성이 있었으며 특히 5%의 수분함량구에서 우수하였다. 또한 혼합비율별 수분함량 차이에 따른 유의성이 뚜렷하였으며 돈피혼합물의 배합비별 유의성은 배합비 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1=2.510, 1.567, 1.520로 나타나 2 : 1과 3 : 1의 배합비에서는 배합비별로 유의성이 없었고 1 : 1에서는 유의성을 보였다.

한편 팽화율에 대한 고찰로서 Spadaro 등<sup>(11)</sup>은 압출기 내부의 고압상태의 물질이 사출구를 통과할 때 일어나는 압력저하라고 하였고, Gomez와 Aguilera<sup>(12)</sup>는 곡물류에 있어서는 수분함량과 밀접한 관계가 있어 수분함량이 낮을수록 팽화율이 높은 것으로 보고하고 있다.

본 실험의 결과에서는 공급량, 바렐온도 및 사출구를 고정하였던바 원료의 조성성분과 수분함량이 많아질수록 팽화율이 줄었으나 2 : 1 배합비에서는 수분함량이 높아짐에 따라 팽화율이 다소 증가하는 경향을 보여주었다.

**Table 1.** Chemical composition of raw materials

Raw materials	Composition	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Pork rind (PR)		54.55(1.18) <sup>a)</sup>	27.07(0.13)	15.30(0.93)	0.45(0.02)
Corn flour (CF)		20.07(0.86)	5.81(0.46)	1.62(0.08)	0.29(0.16)
PR : CF = 1 : 2		5.05(0.79)	37.23(0.21)	9.75(0.93)	0.63(0.03)
	1 : 2	10.11(0.05)	32.09(0.37)	9.30(0.78)	0.59(0.05)
	1 : 2	15.18(0.21)	27.31(0.25)	8.78(1.01)	0.78(0.09)
PR : CF = 1 : 1		5.12(0.21)	42.35(0.08)	3.87(0.42)	0.85(0.02)
	1 : 1	10.03(0.37)	35.02(0.13)	12.97(0.4)	0.68(0.02)
	1 : 1	15.07(0.35)	31.90(0.51)	11.89(0.32)	0.74(0.07)
PR : CF = 2 : 1		5.13(0.73)	47.22(0.39)	17.30(0.45)	0.68(0.03)
	2 : 1	10.08(0.54)	42.27(0.10)	16.94(0.39)	0.54(0.02)
	2 : 1	15.21(0.39)	40.01(0.21)	15.11(0.65)	0.73(0.05)
PR : CF = 3 : 1		5.05(0.67)	54.07(0.09)	20.03(0.30)	0.80(0.05)
	3 : 1	10.17(0.35)	52.12(0.31)	19.14(0.42)	0.80(0.02)
	3 : 1	14.97(0.95)	49.77(0.77)	18.31(0.75)	0.84(0.02)

a) Values in the paranthesis are standard deviations.

**Table 2.** Moisture loss of pork rind-corn flour mixtures with various Moisture contents during extrusion cooking<sup>a)</sup> (g water)

Mixture ratio	Pork rind : Corn flour		
	5%	10%	15%
1 : 2	3.705(0.21) <sup>c b)</sup>	6.115(0.45) <sup>a</sup>	5.265(0.53) <sup>b</sup>
1 : 1	1.950(0.32) <sup>c</sup>	4.265(0.21) <sup>b</sup>	7.195(0.47) <sup>a</sup>
2 : 1	2.145(0.17) <sup>c</sup>	4.515(0.45) <sup>b</sup>	7.195(0.39) <sup>a</sup>
3 : 1	2.310(0.12) <sup>c</sup>	3.470(0.34) <sup>b</sup>	6.325(0.47) <sup>a</sup>

a) Values with the different superscripts in the same mixture ratio of the same meat are significantly different at the 5% level.

b) Values in the paranthesis are standard deviations.

Table 4에 나타난 결과는 돈피혼합물의 원료조성과 수분함량의 차이에 대한 각 extrudate의 밀도를 나타냈다. Extrudate의 밀도는 수분함량, shear stress, shear rate 등, 원료물질의 조건과 barrel내의 screw의 geometry에 따른 변수<sup>(9,13)</sup>로서 학자들 간에 견해가 조금씩 다르게 발표되고 있다. 본 실험에 있어서의 결과는 수분함량별로 큰 차이가 나지 않았으나 1 : 1에서는 원료의 수분함량이 늘어갈수록 유의적으로 밀도가 줄었으며 1 : 2의 혼합비에서 원료수분함량 10%가 매우 낮은 밀도를 보였고, 5%구에서는 단일축 extruder로는 옥분의 함유량이 많고 수분함량이 낮은 이유로 인해서 120 rpm에서 흐름이 형성되지 않았다. 한편, 일본에서 발표된 보고<sup>(6)</sup>에 의하면 100% 돈피 시료를 수분함량 20, 30, 40%로 압출성형 시켰을 때 수분 20%일 경우 밀도가 0.2~0.5, 30

**Table 3.** The effect of expansion ratio of extrudates on the moisture content<sup>a)</sup>

Moisture content	Porak rind : Corn flour		
	5%	10%	15%
Mixture ratio			
1 : 2		2.300(0.04) <sup>a</sup>	2.070(0.03) <sup>b</sup>
1 : 1	2.945(0.06) <sup>a b)</sup>	2.430(0.03) <sup>b</sup>	2.155(0.02) <sup>c</sup>
2 : 1	1.370(0.05) <sup>c</sup>	1.485(0.03) <sup>b</sup>	1.845(0.11) <sup>a</sup>
3 : 1	1.615(0.03) <sup>a</sup>	1.500(0.03) <sup>b</sup>	1.445(0.01) <sup>c</sup>

a) Values with the different superscripts in the same mixture ratio of the same meat are significantly different at the 5% level.

b) Values in the paranthesis are standard deviations.

%와 40%인 경우가 1.0~1.2로 나타났으나 본 실험결과에 의하면 건조된 돈피만 가지고 extrusion cooking을 행할 경우 extrudate는 수분함량 20~30%에서는 압출은 되나 그 후 압출물이 급격히 수축하여 딱딱해지며 40%에서는 약간 투명한 고무 모양이 되어 스펙으로 사용할 수 없는 성상을 나타내었다.

Table 5는 원료조성 및 수분함량별로 각 extrudate의 수분흡착력을 나타낸 것으로서 원료돈피가 434.5%이고 원료옥분은 117.1%로 나타나 돈피와 옥분은 원료 자체가 큰 수분흡착력 차이를 보여주었다. 그 이유 중 하나는 원료물질의 전처리 과정에서 수분함량을 조절하기 위해 건조를 시켰으며 돈피 자체가 collagen 특유의 망상구조를 가진<sup>(1)</sup> 수분흡착력이 큰 원료이기 때문인 것으로 생각된다. 나타난 결과를 살펴볼 때 각 extrudate는 각 배합비 공히 수분함량 5%구에서 가장 높은 수분흡착력을

**Table 4.** Effects of moisture contents on the bulk density of extrudates<sup>a)</sup> (unit : g/cm<sup>3</sup>)

Moisture content Mixture ratio	Pork rind : Corn flour		
	5%	10%	15%
1 : 2	-	0.230(0.002) <sup>b</sup>	0.395(0.001) <sup>a</sup>
1 : 1	0.605(0.006) <sup>a,b)</sup>	0.535(0.004) <sup>b</sup>	0.505(0.003) <sup>c</sup>
2 : 1	0.655(0.006) <sup>b</sup>	0.655(0.001) <sup>b</sup>	0.675(0.001) <sup>a</sup>
3 : 1	0.665(0.008) <sup>b</sup>	0.665(0.008) <sup>b</sup>	0.680(0.003) <sup>a</sup>
1 : 0	-	0.670(0.004) <sup>b</sup>	-

a) Values with the different superscripts in the same mixture ratio of the same meat are significantly different at the 5% level.

b) Values in the paranthesis are standard deviations.

**Table 5.** Effects of moisture contents of mixtures on the water absorption index of extrudate<sup>a)</sup> (10-16 mesh)

Moisture content Mixture ratio	Pork rind : Corn flour		
	5%	10%	15%
1 : 2	-	379.830(0.58) <sup>a</sup>	371.060(1.27) <sup>b</sup>
1 : 1	402.015(0.23) <sup>a,b)</sup>	393.460(0.60) <sup>b</sup>	382.855(0.99) <sup>c</sup>
2 : 1	550.300(1.03) <sup>a</sup>	547.005(0.62) <sup>b</sup>	540.695(0.68) <sup>c</sup>
3 : 1	641.455(2.33) <sup>a</sup>	635.790(1.48) <sup>b</sup>	630.505(0.41) <sup>c</sup>
1 : 0	-	672.400(1.01)	-

a) Values with the different superscripts in the same mixture ratio of the same meat are significantly different at the 5% level.

b) Values in the paranthesis are standard deviations.

나타났다. 특히 건조돈피분말 100%구에서의 수분흡착력은 672.4%로 나타나 일본의 시험결과<sup>6)</sup>에서 밝힌 수분함량 20%, 바렐온도 120~150°C에서의 돈피건조 분말의 흡수율은 560% 보다 더 높은 수치를 보여주었다. 더욱이 원료물질의 수분함량 차이에 따른 수분흡착력의 상호 유의성은 뚜렷하였으며 팽화율이 높거나 밀도가 낮은 extrudate 일수록 수분흡착력이 증가하는 결과를 보여주었다.

Extrudate의 색도에 대한 원료배합비의 영향을 Table 6에 나타냈다. 원료육분의 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)는 각각 87.9(3.2), -13.3(0.2), 21.8(0.8)로 나타났으며 원료돈피는 66.9(0.2), -0.9(0.2), 16.0(0.3)로 나타나 명도 및 황색도는 육분이 그리고 적색도는 돈피가 높게 나타나 원료배합비에 따라 extrudate도 서로 다른 색도를 보일 것으로

**Table 6.** Effects of mixtures ratio on the color of extrudates<sup>a)</sup>

Mixture ratio	Pork rind : corn flour		
	L	a	b
1 : 2	71.35(0.17) <sup>a,b)</sup>	-12.70(0.56) <sup>a</sup>	19.32(0.38) <sup>a</sup>
1 : 1	71.34(0.45) <sup>a</sup>	-12.89(0.31) <sup>a</sup>	18.40(0.47) <sup>a,c</sup>
2 : 1	63.89(0.84) <sup>b</sup>	-11.20(0.37) <sup>b</sup>	18.41(0.29) <sup>a,b)</sup>
3 : 1	58.94(0.40) <sup>c</sup>	-10.18(0.35) <sup>b</sup>	18.80(0.29) <sup>a,b)</sup>
1 : 0	59.88(0.91) <sup>c</sup>	-9.97(0.39) <sup>c</sup>	15.01(0.11) <sup>d</sup>

a) Values with the different superscripts in the same mixture ratio of the same meat are significantly different at the 5% level

b) Values in the paranthesis are standard deviations.

**Table 7.** Effects of moisture contents on the breaking strength of extrudates<sup>a)</sup> (kg)

Moisture content Mixture ratio	Pork rind : Corn flour		
	5%	10%	15%
1 : 2	-	4.070(0.325) <sup>b</sup>	7.510(0.213) <sup>a</sup>
1 : 1	6.855(0.415) <sup>c,b)</sup>	10.630(0.531) <sup>a</sup>	7.365(0.700) <sup>b</sup>
2 : 1	9.625(0.125) <sup>b</sup>	7.700(0.319) <sup>c</sup>	16.260(0.509) <sup>a</sup>
3 : 1	17.230(0.923) <sup>b</sup>	4.080(0.121) <sup>c</sup>	40.535(0.713) <sup>a</sup>
1 : 0	-	40.764(0.312)	-

a) Values with the different superscripts in the same mixture ratio of the same meat are significantly different at the 5% level.

b) Values in the paranthesis are standard deviations.

예상되었다. Extrusion cooking이 색도에 미치는 영향에 관한 연구 결과들을 보면 목철균 등<sup>14)</sup>은 보리의 압출 성형 실험에서 extrusion온도가 높으면 명도가 증가한다고 보고하였고 류기형 등<sup>15)</sup>도 원료 쌀가루의 수분함량이 낮고 extrusion 처리온도가 높으면 명도가 낮아지고 황색도가 강해지는것으로 보고하고 있다.

본 실험의 결과를 보면 원료육분의 색도와 원료육분을 압출시킨 후의 extrudate의 색도에 큰 차이를 보였으며, 특히 압출 전에 비하여 extrudate의 황색도가 높게 나타나 고온 고압에 의한 증밀현상으로 갈변화가 진행된 것으로 생각되었다. 한편, 원료배합비 및 수분함량에 따른 색도간의 유의성은 돈피함량이 증가될수록 명도 및 황색도는 유의적으로 줄어든 반면 적색도는 유의적으로 높게 나타났다. Warner-Bratzler shear data로부터 얻어진 절단력(kg)을 Table 7에 나타냈다. Shear strength에 대한 고찰로 Bhattacharya 등<sup>9)</sup>은 수분함량이 높을수록 밀도가 높아지므로 Shear strength가 높아지며 지방함량이 많을수록 shear strength는 감소하는 것으로 보고한

바 있으며 Chinnaswamy와 Hanna<sup>(16)</sup>는 전분의 extrudate연구에서 팽화율이 클수록 Shear stress는 적은 것을 발표하였다.

본 실험의 결과, 절단력에 대한 원료조성 및 수분함량의 영향에서 원료조성에서 돈피함량이 늘어갈수록 즉, 원료에 지방함량이 증가될수록 수분함량 5%, 15%구에서 breaking strength는 증가하였으나 10%구의 혼합비 2 : 1, 3 : 1의 경우가 다소 낮은 값을 보여주었고 전반적인 extrudate의 breaking strength는 큰 값을 나타냈다. 그러나 이와 같은 결과는 extrusion cooking처리 중 돈피 젤라틴의 요철현상이 일어나 시료선택의 방법에 다소 문제가 있는 것으로 보이며, 돈피 : 옥분의 배합비가 2 : 1 이상에서는 extrudate가 곧 수축하여 굳어졌으나 1 : 2와 1 : 1의 경우에서는 압출물의 성형성, 압출성, 팽화성 등이 우수하였고 만족스러운 씹힘성을 나타냈다.

요 약

본 실험은 압출성형 공정을 이용하여 돈피스넥의 제조에 필요한 가공특성을 조사하고자 실시하였다. 주원료인 돈피에 옥수수가루를 첨가하여 중량비로 1 : 2, 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1로 혼합하고 각 혼합물의 수분함량을 5, 10, 15%되도록 건조시켰다. 이 혼합물들을 single screw extruder를 사용하여 주 스크류 회전속도를 고정하고 압출시킨 extrudate의 가공 및 압출성형 특성은 다음과 같다. 돈피와 옥분혼합물의 팽화율은 돈피 : 옥분 = 1 : 1의 배합비에서 수분함량 5%구가 가장 높았으며, 혼합물 중 돈피의 함량이 증가될수록 조밀도, 수분흡착력, 절단력과 적색도가 증가하였고, 명도와 황색도는 감소하였다. 이상의 결과에서 돈피 : 옥분의 원료혼합비율이 1 : 2와 1 : 1에서의 extrudate는 팽화된 돈피스넥을 제조하기에 만족스러운 원료배합비를 보여주었다.

문 헌

1. 이무하 : 콜라겐의 이용, 식육과학 이론과 응용편. 송계원박사 정년퇴임 기념논문집, p.242(1988).
2. P.W. Hait : Process for making a dehydrated protein snack food. *U.S. patent* 4126705, No.21(1978)
3. Gertraud B. Stupec, Hinsdale III : Restructured fried

- puffed pork skins. *U.S. patent* 4119742, Oct. 10(1978)
4. Edward D O'Brian, anaheim, Robert E. O'brian : Des Moines pork rind cooking process. *U.S. patent* 2907660, Oct. 6(1959)
5. Robert H. Meyer, Charles I. Graham, John E. Rudolph, robert E. Rudolph, Robert E. Hass, Findlay : Composition containing animal parts for production thereof. *U.S. patent* 4262028, Apr. 14(1981)
6. 식품산업 엑스트루-즈요소크츠키소그 기술연구조합편 : Extrusion cooking. 光琳 (1987)
7. Rossen, J.S. and Miller, R.C : Food Extrusion. *Food technol.*, Augist, 46(1987)
8. A.O.A.C. : *Official Methods of Analysis.*, 14th ed., Association of official analytical chemists, Arlington, Virginia, p.431(1984)
9. Bhattacharya, M., Hanna, M.A. and Kaufman, R.E. : Textural properties of extruded plant protein blends. *J. Food Sci.*, 51(4), 988(1986)
10. Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Griffin, E.L. : Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion cooking. *Cereal Sci. Today*, 14, 4(1969)
11. Spadaro, J.J., Mottern, H.H. and Gallo, A.S. : Extrusion of rich with cottonseed and peanut flour. *Cereal Sci. Today*, 16(8), 238(1971)
12. Gomez, M.H. and Aquilera, J.M : A physico-chemical model for extrusion of corn starch. *J. Food Sci.*, 49, 40(1984)
13. Holay, S.H. and Harper, J.M. : Influence of extrusion environment on plant protein texturization. *J. Food Sci.*, 47, 1869(1982)
14. 목철균, 알.이.파일러, 씨.이.맥도날드, 남영중, 민병용 : Extrusion process of Barley flour for snack processing. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16(4), 429(1984)
15. 류기형, 이철호 : Effect of moisture content and particle size of rice flour on the physical properties of the extrudate. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20(4), 463(1988)
16. R. Chinnaswamy and M.A. Hanna : Optimum extrusion cooking conditions for maximum Cxpansion of corn starch. *J. Food Sci.*, 53(3), 834, 840(1988)

(1990년 5월 10일 접수)