

# 토출구온도와 미분의 첨가수준이 Meat Extrudate의 이화학적 성상에 미치는 영향

전기홍, 유익종

(응용연구실)

## I. 서 론

압출공법은 1930년대 반죽용 압출성형기가 식품 가공 기술에 도입, 적용된 이후 과자류, 스낵, 영양 강화식품, 조직화단백제품, 인조육 및 생선소시지 등의 고급제품을 만들어 내는데 이용되고 있으며 그 이용도는 날로 증가되고 있는 추세이다. 미국, 일본, 유럽 등의 선진국에서는 자국의 식품산업에 합당한 압출성형공법이 개발되어 압출스낵, pie류, nut 스낵, meat 스낵 등 다양한 제품들이 개발 생산되고 있으나 그동안 국내에서는 제품의 종류가 단순하고 원료면에서도 소맥분, 옥수수 등이 주종을 이루고 있는 실정이다. 스낵류이외에 한 들(1988)은 쌀을 압출성형기로 호화시켜 압출면을 제조하는 방법이나 알파화 미분의 가공기술을 연구하여 이때 팽화된 쌀전분질의 물성변화에 대하여 보고하였으며 이(1988)는 압출성형기술을 이용한 전통식품의 생산과 가공에 있어서 5분이내에 복원가능한 즉석 흰떡 제조방법을 제시한 바 있다.

고기를 이용한 meat 스낵제품은 선진국에서 일부 제조되고 있으나 국내에서는 거의 없는 실정이며 기술축적 역시 미흡한 것이 사실이다. 도축부산물인 돈피(pork rind)를 이용하여 스낵제품을 제조한 연구로는 O'Brian 들(1959)이 돈피를 committrol mill 을 사용하여 분쇄한 후 탈지공정을 거쳐 압출성형하는 것이 바람직하다고 보고했으며, 돈육과 돈피에 옥수수가루를 중량비로 첨가하여 생산한 extrusion의 물리적 특성을 조사한 양(1990)의 시험에서 돈육과 옥수수가루의 혼합물은 돈육의 함량이 높을

수록 밀도, 전단력 및 적색도가 증가하였으며 돈피와 옥수수가루의 혼합물에서는 돈피의 함량이 증가할 수록 절단력 및 적색도가 증가하였다고 하였다. 한편, extrusion-cooking 공정을 이용하여 가공식품 제조공정의 개발을 연구한 김들(1990)은 각 원료별 최적가수율 및 extrusion 조업조건에 따른 extruder 기능조건을 조사하고 그 부품구조의 변화가 제품의 특성에 미치는 역할을 조사하였다. Meyer 들(1981)은 분쇄된 돈피에 부원료로 옥수수전분을 첨가하여 수분함량을 13%, 지질을 15%정도로 조절하여 압출 가공하면 옥수수전분과 더불어 돈피도 부분적으로 젤라틴화가 일어났다고 보고한 바 있다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재 료

Meat snack 제조를 위해 사용한 돈육은 우둔부위를 시중에서 구입하여 가시지방을 제거한 다음 직경 3mm 플레이트로 1회 grinding한 것을 공시육으로 하고 미분은 시중에서 구입하여 사용하였다.

시료의 혼합은 돈육에 미분을 혼합한 다음 silent cutter를 이용하여 미세하게 세절하여 혼합하였으며 혼합물의 조미는 시료 전체에 대하여 소금 1%, 후추가루 0.1%, 마늘가루 0.2% 및 생강가루 0.1%를 중량비로 혼합하였다.

충분히 혼합된 시료는 polyethylene bag 에 담아 저온냉장고에 24시간 방치하여 수분평형 및 숙성시켜 압출성형한 것을 공시재료로 사용하였다.

## 2. 시료의 제조 및 압출성형 조건

돈육을 기본 재료로 하여 미분을 여러 첨가비로 혼합하여 제조한 공시재료는 다목적용 단축스크류 압출성형기를 사용하여 토출구 온도, 스크류 회전 속도, 토출구 크기와 종류 및 L/D비를 각 실험기구 별로 조절하여 압출성형하였으며 이때 압출성형시의 온도는 자동온도 기록계(Temperature Recorder, SS-100 P-6P, Konics, Korea)로 측정하였다. 돈육에 대한 미분의 첨가수준을 결정하기 위하여 돈육에 1배에서 5배까지 증량비로 각각 첨가하였으며, 시료의 수분함량은 혼합 후 추가로 물을 첨가하거나 건조시켜 30%로 조정하여 사용하였으며 압출성형시 적절한 토출구온도를 결정하기 위해서는 토출구 온도를 100°C, 110°C 및 120°C로 변화시켜 압출성형하여 매압출성형물마다 10분이상 경과로 기계적 평형상태에 도달한 압출성형물을 시료로 채취하였다. 압출성형기의 운전조건은 4단 바렐을 사용하였고 L/D 10, 스크류 속도는 120rpm으로 하였다.

채취한 시료는 송풍건조기 내(35°C 이하)에서 수분함량 7% 이하로 건조시킨 후 압출성형물의 물성을 측정하였다.

## 3. 조사항목 및 방법

### 1) 팽화율(Expansion ratio)

시료를 5cm 내외의 길이로 잘라내어 한 시료당 10개씩 캘리퍼스로 직경을 측정하여 토출구와의 비를 평균치로 산출하였다.

### 2) 재흡수율(Rehydration ratio)

압출성형된 30g의 시료를 10분간 90°C의 물로 복원시킨 후 무게를 측정하여 흡수된 물의 양을 백분율로 나타내었다.

$$\text{재흡수율(\%)} = \frac{\text{복원후 무게} \times 100}{\text{시료무게}}$$

### 3) 밀도(Density)

밀도는 일정 용적하에 들어가는 압출성형물의 무게를 측정하여 그의 일정용적의 부피로 나누어 산출하였다.

### 4) 색깔(Color)

압출성형물을 분쇄기(food mixer CR-480W, 삼성전자)로 3분간 분쇄시킨 다음 색차계(color difference meter, Model No. UC 600 IV, Yasuda Co.,

Japan)로 측정하여 Hunter의 색계인 L, a 및 ΔE 값을 구하였다. 이때 사용한 표준백색판의 L, a값은 각각 89.2, 0.921이었다.

### 5) 경도(Break strength)

시료의 경도는 조직감 측정기(Instron Universal Testing Machine Model 1140)로 압축시험을 실시하여 kg중으로 나타내었다. 이 때의 조건은 cross head 무게 5kg, cross head 이동속도 100mm/mm, chart 이동속도 100mm/mm, clearance 2mm 및 plunger 직경은 5mm였다.

### 6) 관능검사

각 실험구별로 압출성형된 시료를 165°C의 대두유에서 1분간 튀긴 것에 대하여 색깔, 맛, 조직감에 대한 기호도를 9점 척도법을 사용하여 훈련된 15명의 관능검사요원으로 하여금 평가토록 하였다. 기호척도의 채점은 9점(가장 좋다), 5점(보통이다), 1점(가장 나쁘다)로 평가하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 팽화율

돈육과 곡류의 원료배합비 및 토출구 온도에 따라 제조된 압출성형물의 팽화율중 미분의 혼합 비율에 따른 결과는 Fig.1과 같다, 전체적으로 미분의 혼합비율이 높을수록 팽창율은 서서히 증가하였으며 토출구 온도가 높아질수록 약간씩 증가하는 경향을 보였다. 토출구 100°C의 경우, 돈육:미분의 배합비율이 1:3까지에서는 토출구의 직경보다 작아 거의 팽화가 일어나지 않았으며 1:4 이상에서도 토출구의 직경과 같거나 약간 증가한 상태였으며 110°C에서는 1:1로 혼합한 경우만 팽화가 되지 않았고 1:2 이상에서는 약간씩 증가하였다.

반면에 120°C의 경우에는 전 구간에서 팽화는 되었으나 110°C에 비해서 별 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다.

팽화란 압출성형기 내부의 도압상태 물질이 토출구를 통과할 때 일어나는 급격한 압력 저하로 형성되는 현상(Spadaro 들, 1971)으로 옥수수가루, 옥수수전분, 밀가루 등 곡물의 팽화는 수분함량과 밀접한 관계가 있어 수분함량이 낮을수록 팽화율이 높은 것으로 보고 되기도 하며(Gomez 들, 1984; Faubion 들, 1982), 원료사입 속도, 스크류 회전속도,

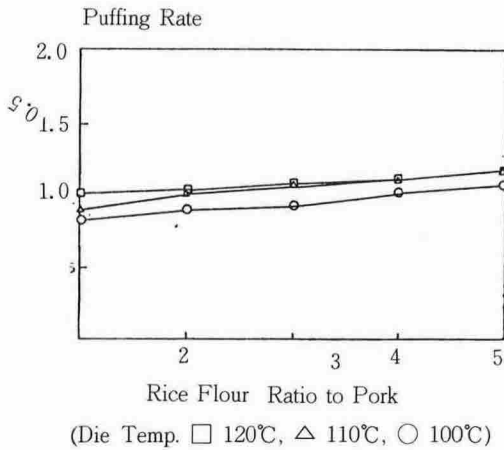


Fig 1. Effect on the puffing rate of the meat snack extrudate by the rice flour ratio to pork and the die temperature.

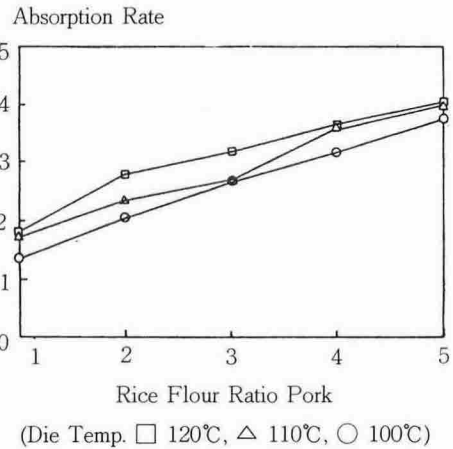


Fig 2. Effect on the absorption rate of the meat snack extrudate by the rice flour ratio to pork and the die temperature.

바렐온도 등에도 크게 영향을 받는 것으로 알려지고 있다(Peri 들, 1983; Chinnaswamy 들, 1988).

## 2. 재흡수율

재흡수율이란 압출성형된 제품이 어느 정도의 수분을 흡수할 수 있는가를 판단하는 지표로 압출성형과정에서 배합된 원료성분의 비율과 압출성형기의 운전조건에 따라 차이가 나는 것으로 알려져 있다(한 들, 1988).

Fig. 2는 미분의 첨가비율과 토출구 온도가 재흡수율에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 돈육에 대한 미분의 첨가비율이 증가할 수록 재흡수율은 점진적으로 증가하는 것으로 나타났는데 이는 압출성형기 내의 고온 고압조건이 단백질 및 전분질의 구조적 변화를 야기시켜 재흡수율의 차이를 가져온 것으로 생각되었다.

이 들(1989)은 쌀을 이용한 압출성형 식품의 제조에서 재흡수율에 미치는 영향을 보고하였는데 쌀함량을 고정시켰을 때 원료 수분함량이 증가할 수록 재흡수율은 감소하였고 토출구 온도를 110~150°C 까지 변화시켰을 때 130°C 부근에서의 재흡수율이 최대치를 나타냈다고 하였다.

## 3. 밀도

Holay 들(1982)은 식물성 단백질 조직화에 대한 shear의 영향에 대한 연구에서 수분함량이 높아지면 밀도는 낮아지고, shear stress 또는 shear rate를 증가시키면 밀도가 높아진 반면 수분흡착력은 낮아진 것으로 발표하였으나, Bhattacharya들(1986)은 shear rate를 증가시키면 밀도는 낮아지며 수분함량을 증가시키면 밀도가 높아진다는 상반된 견해를 보이고 있다.

Fig. 3은 미분의 첨가비율과 토출구 온도가 밀도에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 미분의 첨가비율이 높아질 수록 밀도는 완만하게 감소하는 경향이었고 토출구 온도에 따른 변화는 거의 없었으며 원료배합비에 따른 팽화율과 밀도와의 상관관계를 보면 팽화가 많이 될 수록 밀도는 감소함을 보여주었다. 팽화율과 밀도와의 관계가 부의 상관관계를 나타낸 것은 Falcone 들(1988)의 결과와 일치하고 있으나 Phillips 들(1984)에 의하면 팽화는 압출성형물 흐름에 수직인 방향으로만 일어나고 밀도는 모든 방향으로의 팽창을 의미하기 때문에 팽화율과 밀도와의 관계에서 팽화 정도를 예측하기 곤란하다고 하였으며 본 실험에서도 원료물질의 배합정도에 따라 팽화가 잘 된 것일수록 밀도가 낮은 경향을 보였으나 그 정도에 있어서는 반비례로 나타나지는 않았다.

### 4. 전단력

전단력은 압출성형제품의 물성학적 관능평가에 있어서 그 제품의 특성에 맞는 조직감을 나타내도록 하기 위한 측정방법의 일종이다.

Fig. 4는 미분의 첨가비율과 토출구 온도에 따른 전단력의 변화를 나타낸 것이다. 전단력은 미분의 첨가비율이 높을 수록, 돈육의 첨가비율이 낮을 수

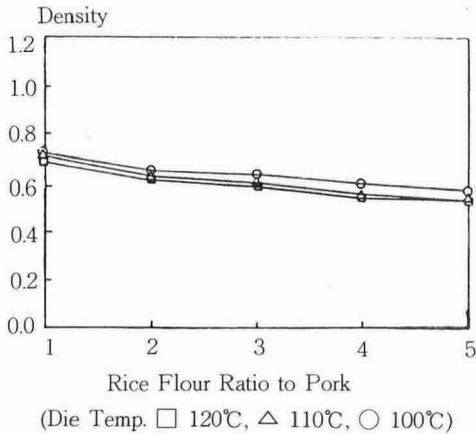


Fig 3. Effect on the density of the meat snack extrudate by the rice flour ratio to pork and the die temperature.

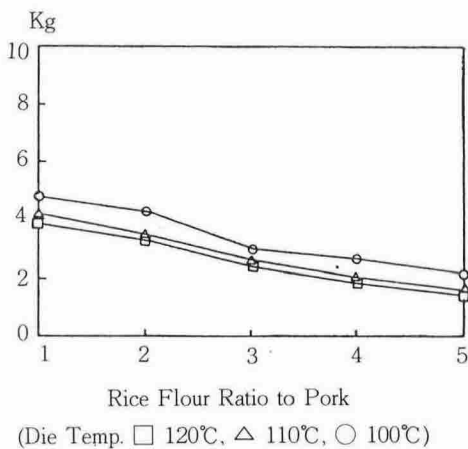


Fig 4. Effect on the breaking strength of the meat snack extrudate by the rice flour ratio to pork and the die temperature.

록 크게 낮아지는 경향을 나타내었으며 토출구 온도가 높아질 수록 약간 낮아졌다. 이것은 팽화가 잘 될 수록 밀도가 낮아지기 때문에 그 만큼 절단하는데 소요되는 힘이 적게 드는 것을 의미하며 Chinns-wamy 들(1988)이 starch extrusion 연구에서 팽화율이 클수록 전단강도는 적은 것으로 발표한 결과와도 일치하고 있어 적절한 전단력의 선택은 관능평가에 있어 스낵제품의 적당한 특성이 발현될 수 있도록 하기 위한 중요한 척도의 하나라고 생각된다.

### 5. 색 깔

원료로 사용한 돈육과 미분은 Hunter 색계인 명암도(lightness, L), 적색도(redness, a)의 값이 각각 다르고 또 돈육과 이들 결합물질들의 첨가비율이 다르기 때문에 토출구 온도에 따라 압출된 압출성형물의 색깔도 당연히 다를 것으로 예상되었으며 상품성을 고려하여 적절한 색깔을 나타내는 조건을 찾고자 실시하였다.

Fig. 5는 미분의 첨가비율과 토출구 온도에 따른 L값의 변화를 나타낸 것이다. 돈육의 첨가비율이 높을 수록, 미분의 첨가비율이 낮을 수록 명암도는 감소하는 경향을 보였으며 토출구 온도도 높아질 수록 명암도가 약간씩 낮아졌다. Ryu 들(1988)이 수분함량이 낮고 원료의 처리온도가 높으면 명암도

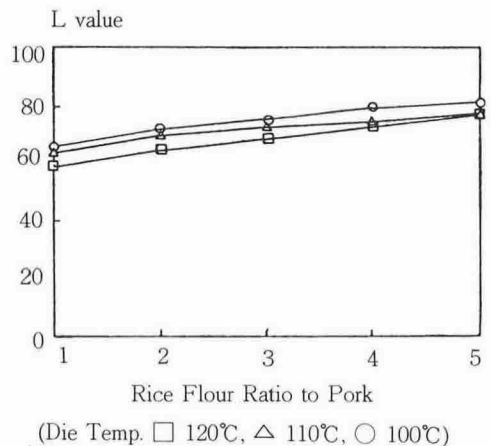


Fig 5. Effect on the L value of the meat snack extrudate by the rice flour ratio to pork and the die temperature.

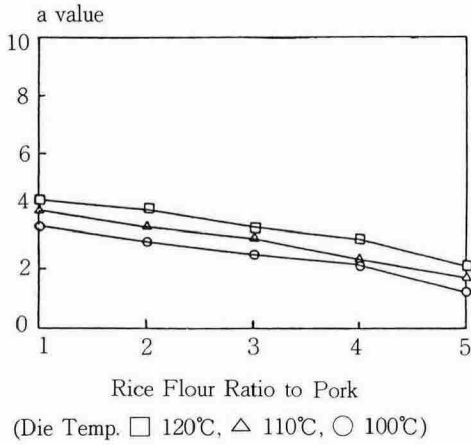


Fig 6. Effect on the a value of the meat snack extrudate by the rice flour ratio to pork and the die temperature.

가 낮아진다고 보고한 바와 같이 압출성형 과정에서 고온 고압에 의한 충밀림 현상으로 명암도가 낮아진 것으로 생각되었다.

Fig. 6은 미분의 첨가비율과 토출구 온도에 따른 a 값의 변화를 나타낸 것이다. 미분의 첨가비율이 높을 수록 적색도는 약간 감소하였으며 토출구 온도가 높을수록 약간 증가하는 경향을 나타내었다.

### 6. 관능평가

Table 1은 미분의 첨가비율과 토출구 온도를 달리하여 압출성형한 돈육스낵제품에 대한 관능평가의 결과를 나타낸 것이다.

색깔, 맛 등의 조사항목에서 돈육에 대한 미분의 첨가비율이 높을 수록 관능적 기호도가 점차 높아지다가 배합비 1 : 3 이후에서는 다시 감소하는 경향을 보였으며 조직감에서는 전체적으로 팽화가 덜 되고 전단력이 강한 제품들의 평가가 다소 높은 것으로 나타났다. 토출구 온도 100°C와 120°C에서는 1

Table 1. The sensory scores of the meat snack extrudate with the rice flour ratio to pork and die temperature

Ratio Pork : Rice flour	Die Temp(°C)		
	100	110	120
Color			
1 : 1	2.60 ± 0.25	2.00 ± 0.30	2.30 ± 0.09
1 : 2	7.10 ± 0.14	4.40 ± 0.26	3.90 ± 0.16
1 : 3	7.90 ± 0.24	7.70 ± 0.22	6.10 ± 0.24
1 : 4	7.90 ± 0.34	7.60 ± 0.49	3.30 ± 0.23
1 : 5	7.40 ± 0.24	7.60 ± 0.34	2.90 ± 0.42
Taste			
1 : 1	4.30 ± 0.26	3.60 ± 0.20	4.00 ± 0.29
1 : 2	5.10 ± 0.04	5.40 ± 0.22	4.60 ± 0.06
1 : 3	5.70 ± 0.23	5.70 ± 0.23	4.60 ± 0.26
1 : 4	4.70 ± 0.44	5.40 ± 0.29	4.10 ± 0.23
1 : 5	4.10 ± 0.16	4.70 ± 0.23	4.10 ± 0.44
Texture			
1 : 1	5.10 ± 0.23	4.30 ± 0.26	5.00 ± 0.30
1 : 2	4.00 ± 0.14	4.90 ± 0.26	4.00 ± 0.16
1 : 3	4.60 ± 0.23	5.00 ± 0.23	4.90 ± 0.26
1 : 4	3.00 ± 0.44	3.30 ± 0.29	2.70 ± 0.23
1 : 5	3.00 ± 0.26	3.30 ± 0.21	3.10 ± 0.44

: 1 혼합비율에서 토출한 것이 가장 높은 결과를 보였으며 110℃에서는 1:3의 혼합비율에서 제일 좋은 조직감을 보였다. 한편 토출구온도에 관계없이 1:4 이상의 혼합비율로 제조한 시료의 평가는 모두 낮은 결과를 보였다. 토출구온도에 따른 관능적기호도의 변화는 100℃와 110℃가 비슷한 결과를 보인 반면 토출구온도 120℃에서는 전체적으로 낮은 기호도를 보였다. 위의 관능평가에 대한 결과에서 돈육과 미분의 배합비 및 토출구온도의 변화에 따른 색깔, 맛 그리고 조직감 등의 관능검사의 결과를 비교하여 볼 때 토출구 온도 110℃에서 돈육과 미분의 혼합비율을 1:3으로 하여 압출한 것이 가장 바람직한 것으로 사료되었다.

#### IV. 적 요

미분의 첨가비율 및 토출구온도에 따라 압출성형된 고기스낵 제품의 이화학적 특성은 각 조사항목마다 일정한 변이를 보여서 팽화율, 재흡수율 등은 돼지고기에 함유된 미분의 첨가가 많을 수록 그리고 토출구온도가 증가할 수록 증가하는 경향을 보였으나 명도의 경우 돈육에 미분을 많이 첨가할 수록 L값이 증가하였으나 토출구온도의 증가에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다. 나머지 조사항목인 밀도, 전단력, 적색도 등은 미분의 첨가량이 많고 토출구 온도가 높을 수록 감소하는 추세를 보였다. 한편 관능검사의 색깔과 맛의 조사항목에서는 돈육에 대한 미분의 혼합비율 1:3에서 가장 좋은 결과를 보였으나 조직감에서는 혼합비율이 증가할 수록 점차 낮은 평가를 받는 경향을 보였다. 또한 토출구온도에 따른 관능검사의 변화에서도 100℃와 110℃에서는 비슷한 관능검사의 결과를 보인 반면 120℃에서는 전체적으로 낮은 평가를 받은 것으로 나타났다.

이상의 이화학적 시험과 관능검사의 결과를 고려하여 볼때 돈육과 미분을 혼합하여 압출성형할 경우에는 1:3의 혼합비율로 혼합한 다음 토출구온도 110℃에서 압출성형하는 것이 가장 바람직한 것으로 사료되었다.

#### V. 참고문헌

1. 한익, 이상효, 이현유, 김영명, 민병용 : 압출성형에 의한 알파미분의 물리화학적 특성. 1988. 한국식품과학회지, 20(4) 470.
2. 이철호 : Extrusion 기술을 이용한 전통식품의 생산과 가공. 1988. 한국식문화학회지, 3(1) 95.
3. Edward D. O'Brian, Robert E.O' Brian: Pork rind cooking Process. U.S. patent 2907660, Oct. 6. 1959
4. 양승용 : 옥수수가루를 첨가한 돈육과 돈피의 압출성형특성. 1990. 고려대학교 석사학위논문.
5. 김철진, 김동철, 김종태, 남궁배 : Extrusion-cooking 공정을 이용한 가공식품 제조공정 개발에 관한 연구. 1990. 한국식품개발연구원보고서, E 2066-0088.
6. Meyer, R.H., Graham, Charles I, Rudolph, J.E., Rudolph, R.E. and Haas, R.E.: Composition containing animal parts for production of a fried snack food and method for production thereof. 1981. U.S. Patent 4262028, Apr. 14.
7. Spadaro, J.J., Mottern, H.H. and Gallo, A.S.: Extrusion of rice with cotton seed and peanut flour. 1971. *Cereal Sci. Today*, 16(8), 238.
8. Gomez, M.H. and Aguilera, J.M.: A physico chemical model for extrusion of corn starch. 1984. *J. Food Sci.*, 49, 40.
9. Faubion, J.M., Hosoney, R.C. and Seib, P.A.: Functionality of a grain components in extrusion. 1982. *Cereal Foods World*, 27, 212.
10. Peri, C.B. and Casiraghi, E.M.: Physical, chemical and nutritional quality of extruded corn germ flour and milk protein blends. 1983. *J. Food Technol.*, 18, 43
11. Chinnaswamy, R. and Hanna, M.A.: Optimum extrusion-cooking conditions for maximum expansion of corn starch. 1988 *J. Food Sci.*, 53(3) 834

12. 이현유, 한억, 이상효, 김성수, 오상룡. 민병용, 박용호, 조래광 : 쌀을 이용한 압출형 영양 식품 개발에 관한 연구. 1989. 한국식품개발 연구원 보고서, E 1053-0103.
  13. Bhattacharya, M., Hanna, M.A. and Kaufman, R.-E.: Textural properties of extruded plant protein blends. 1986. *J. Food Sci.*, **51**(4) 988.
  14. Holay, S.H. and Harper, J.M.: Influence of extrusion shear environment on plant protein texturization. 1982. *J. Food Sci.*, **47**, 1869
  15. Falcone, R.G. and phillips, R.D.: Effects of feed composition, feed moisture, and barrel temperature on the physical and rheological properties of snack-like products prepared from cowpea and sorghum flours by extrusion. 1988. *J. Food Sci.*, **53**(5) 1464
  16. Phillips, R.D., Chhinnan, M.S. and Kennedy, M.B.: Effect of feed moisture and barrel temperature on physical properties of extruded cowpea meal. 1984 *J. Food Sci.*, **49**, 916.
  17. Ryu K.H. and C.H. Lee: Effect of moisture content and particle size of rice flour on the physical properties of the extrudate. Korean. 1988. *J. Food Sci., Technol.*, **20**(4) 463.
  18. 한억, 이상효, 이현유, 민병용. 1988. 압출성형에 의한 편의식품 개발연구. 한국식품개발연구원보고서 G 1001-0004, P.33.
-