

쌀가루와 옥수수가루의 비율을 달리하여 제조한 생선스낵의 품질특성

심영자 · 정복미* · 이기준

Food Protein Research and Development Center, Texas A & M University
*여수대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Extruded Formulated Products Prepared from Blends of Rice Flour, Corn Flour and Fish Muscle by Single-Screw Extrusion

Young-Ja Sim, Bok-Mi Jung* and Khee-Choon Rhee

Food Protein Research and Development Center, Texas A & M University
*Department of Food Science and Nutrition, Yosu National University

This research was conducted to study the characteristics of the extruded products prepared from blends containing fixed amounts of frozen pollack (20%) and defatted soy flour (5%) and varying amounts of rice and corn flour using laboratory-scale single-screw extruder. Extrusion conditions were set at 27% feed moisture, 160°C process temperature and 170 rpm screw speed. Results showed that there was almost no difference in proximate compositions among all extruded products. The product made from 100% rice flour had the highest expansion ratio, the lowest bulk density and the lowest shear force ($P<0.05$). Also, this product was the highest in *L* value and had the highest preference in sensory evaluation. Consequently, the addition of frozen pollack and defatted soy flour to rice flour could make desirable expanded extruded products. This study will form the basis for future development of rice snacks containing frozen pollack.

Key words : extrusion, pollack, rice flour, corn flour, defatted soy flour, physical properties, sensory attributes

서 론

근래 식품공업에서 광범위하게 사용되고 있는 압출성형 공정은 단일반응기내에 가열, 압축, 전단력 및 팽윤 등의 복합적인 작용을 하므로 곡류가공, 특히 전분가공 분야에서 각광을 받고 있다^(1,2). 압출성형 제품은 스낵, ready-to-eat(RTE) cereals, 과자류, 육류 대체품, 비스킷, 애완동물용 사료 등이 있다^(3,4). 이러한 제품들은 반제품이나 직접 팽창제품의 형태로 생산할 수 있고, 반제품들은 필요에 따라 튀기거나 굽는 과정을 거칠 수 있으며, 팽창제품들은 단맛, 향기를 부여하여 원하는 조직 감이나 맛으로 만들 수 있다⁽⁵⁾.

이러한 식품들은 높은 열량은 가지고 있지만 영양적 가치는 낮다⁽⁶⁾. 곡류스낵식품들은 너무 단단하거나 강함이 없어 애삭아삭 소리나면서 밀도가 낮은 생산품으로 만드는 것이

목표이며, 또한 더욱 영양적이고 완전식품으로 만들려고 노력하고 있다^(7,8). 옥수수와 밀이 주로 압출 성형제품에 이용되는 전분재료이고, 쌀은 비교적 많이 이용되지 않았지만⁽⁹⁾ 최근에 쌀로 만든 크래커와 스낵이 유럽과 미국에서 인기가 높아지고 있는 현황이다⁽¹⁰⁾. 쌀은 탄수화물, 단백질, 비타민, 무기질과 미량의 지방을 가지고 있으면서 알레르기가 없는 인기 있는 식품이다⁽¹¹⁾. 잉어, 대구, 연어 등의 생선 육을 이용한 압출성형 공정 연구는 1980년대부터 시작되어⁽¹²⁾ 현재 까지 계속 연구되어져 오고 있다⁽¹³⁻¹⁷⁾. 우수한 단백질과 무기질을 공급해 주는 동태는 우리 나라 사람들이 많이 이용하고 있는 생선이며 가공식품으로 많이 이용되고 있다⁽¹⁸⁾.

본 연구의 목적은 팽창성이 좋고 영양증진을 위한 스낵을 만들기 위하여 수산식품인 동태를 이용하여 압출성형 가루의 주된 재료로 이용되는 옥수수 가루와 우리 나라에서 주식으로 이용되는 쌀가루의 비율을 달리하여 제조한 생선스낵의 품질특성을 알아보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 재료는 쌀가루(Hanmi, Inc. USA)를 구

Corresponding author : Young-Ja Sim, Food Protein Research and Development Center, Texas A & M University, College Station, TX 77843-2471, USA
Tel : 1-713-722-7687
Fax : 1-281-679-1328
E-mail : YJSim@aol.com

Table 1. Extrusion formulations(%)

| | 100% RC ¹⁾ | 75% RC | 50% RC | 25% RC | 0% RC |
|---------------------|-----------------------|--------|--------|--------|-------|
| Rice flour | 75 | 56.0 | 37.4 | 18.5 | 0 |
| Corn flour | 0 | 19.0 | 37.4 | 55.5 | 74.0 |
| De-fatted soy flour | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Frozen pollack | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Water | - | - | 0.2 | 1 | 1 |

¹⁾RC: Rice cereal

All formulations had calculated total moisture contents of 27% prior to extrusion.

입 사용하였고, 옥수수가루(J. R. Short Milling Co., USA)와 탈지콩가루(Cargill, Inc., USA)를 재료로 하였으며, 동태는 동태전(Hammi, Inc., USA)을 구입하여 blender에서 곱게 간 후 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

제품의 제조

제품의 혼합물 제조는 동태 20%, 탈지콩가루의 양은 5%로 고정시키고, 쌀가루와 옥수수가루의 혼합비율은 5가지로 각각 달리 하였다(Table 1). 원료들의 수분함량을 측정한 후 혼합된 재료의 수분함량이 27%가 되도록 맞추었다. 각 재료의 양을 측정하여 blender(Combimax 650, Braun Co., USA)에서 3분 정도 충분히 혼합시킨 뒤 고운 채(No. 10)에 내리고 장갑을 낀 손으로 곱게 섞은 후 ziploc freezer bag에 넣어 냉장고에 하룻밤 보관하였다. 24시간 후 수분함량을 다시 측정하여 27%수분평형이 되도록 맞추어 놓은 뒤, 냉장고에 1일 보관한 다음, 압출기에서 제품을 제조하기 2시간 전에 제품을 냉장고에서 꺼내어 실온에 두었다가 제품을 만들었다.

Single-screw bench extruder(type 1503, C. W. Brabender instruments, Inc., NJ, USA)를 이용하여 여러 차례의 예비 실험을 통하여 160°C의 온도와 170 rpm screw speed로 맞추었고 die의 diameter는 3.175 mm인 것을 사용하였다. 동태와 탈지콩가루 양을 고정시킨 상태에서 쌀가루 만을 넣은 제품을 100% Rice cereal 이라 했고, 쌀가루 56%, 옥수수가루 19% 넣은 제품을 75% Cereal, 쌀가루와 옥수수가루 각각 37.4% 넣은 제품을 50% Rice cereal, 쌀가루 18.5%, 옥수수가루 55.5% 넣은 제품을 25% Rice cereal, 그리고 옥수수가루만 75% 넣은 제품을 0% Cereal이라고 정하였다. 압출 성형된 제품은 60°C의 오븐에서 8시간 건조시켜 수분함량이 3~4% 되도록 하였고, ziploc freezer bag에 넣어 냉장고에 보관하면서 분석에 사용하였다.

일반성분분석

재료(쌀가루, 옥수수가루, 탈지 콩가루, 동태)와 각 제품의 일반성분분석(수분, 조지방, 조단백질, 회분)은 AOAC방법⁽¹⁹⁾에 준하여 측정하였고, 모든 일반분석은 재료와 제품을 3회 반복하여 평균값을 구하였다.

팽화율

각 제품을 임의로 택하여 6 cm 길이로 20개씩 자른 뒤 caliper(digital, Mitutoyo Inc., Japan)를 사용하여 몸통의 폭 두 군데를 0.01 mm까지 측정하여 평균값을 사용하였고, 팽

화율은 제품의 직경과 die의 비로서 산출하였다.

밀도

각 시료를 blender에 넣고 적당히 갈아 두 개의 채(US #6, #10)를 층으로 준비한 후 가루를 채에 내린다. 6번 채는 통과하고 10번 채에 밭쳐진 입자들을 모아서 100 mL 메스실린더에 넣는다. 실린더의 아래 부분을 20번 정도 가볍게 친후, 100 mL를 정확히 맞춘 다음 무게를 쟁다. 밀도는 각 시료의 무게를 부피로 나눈 값(g/L)으로 산출되며, 각 제품은 5회 반복하여 계산하였다⁽²⁰⁾.

전단력

각 제품의 전단력은 Instron Universal Testing Machine (Model 1011, Instron Engineering Crop, Canton, MA, USA)을 사용하였고, 작동조건은 full scale load는 500 kg, crosshead speed는 200 m/min, probe는 칼날형이었다. 각 시료는 6 cm 길이로 3개씩 한 단위로 하여 무게를 쟁 뒤 측정하였으며 10개의 평행칼날이 있는 Allo-Kramer shear compression cell의 칼날 홈 구멍에 3개씩 직각으로 놓고 측정하였다. 각 제품 당 10회 반복했으며 전단력은 kg으로 측정된 최대 힘을 시료의 무게로 나눈 값으로 계산하였다.

색도 측정

제품은 kitchen-type coffee grinder로 15초 동안 곱게 갈아 준비하였다. 제품의 색도 측정은 Hunterlab Color Difference Meter(Model D25M-9, Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA)를 사용하여 L, a, b값을 구했다. 색차계는 24시간 warm-up 후 흰색표준판(L)을 이용하여 표준화하였고, 각 제품 당 3회 반복한 값의 평균값을 취하였다.

관능검사

압출성형 제품의 관능검사는 훈련된 패널요원 16명의 여성으로, triangle difference test 결과와 신뢰성, 건강, 성격, 실험에 대한 관심도 등을 고려하여 선정하였으며, 나이는 25-35세로 구성하였다. 관능검사전 이들에게 표준척도의 시료를 이용하여 충분히 훈련시킨 뒤 실험에 응하도록 하였다. 관능검사는 스낵식품을 똑같은 그릇에 각각 담아서 제공하였고, 측정 방법은 7점 채점법(1-7의 범위)으로 최저 1점에서 7점까지 점수를 주도록 하였다. 경도(견고함/부드러움), 조밀도(조밀함/거친함), 이 부착성(많이 붙음/안 붙음), 색도(엷음/좋음), 향(떫음/좋음)과 전반적인 바람직한 정도(떫음/좋음)를 평가하였다.

통계 분석

모든 통계처리는 Statistical Analysis System⁽²¹⁾을 이용하여 수행하였다. 평균과 표준편차를 구하였고, 유의성 여부를 검증하기 위하여 일원분산분석(ANOVA)과 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

원료 및 제품의 일반성분

각 재료와 제품의 일반성분은 Table 2와 같다. 쌀가루는 수

Table 2. Proximate compositions of ingredients and extruded products(%)

| | Moisture | Crude protein | Crude lipid | Crude Ash |
|-----------------------|----------|---------------|-------------|-----------|
| Ingredients | | | | |
| Rice flour | 13.32 | 6.54 | 0.99 | 0.45 |
| Corn flour | 11.55 | 5.40 | 1.59 | 0.53 |
| Defatted soy flour | 8.74 | 49.93 | 0.84 | 6.48 |
| Frozen pollack | 76.57 | 18.18 | 0.91 | 1.43 |
| Products | | | | |
| 100% RC ¹⁾ | 3.14 | 12.79 | 1.28 | 1.03 |
| 75% RC | 3.18 | 12.49 | 1.42 | 1.03 |
| 50% RC | 3.47 | 12.42 | 1.38 | 1.03 |
| 25% RC | 3.61 | 11.93 | 1.39 | 1.03 |
| 0% RC | 3.55 | 11.96 | 1.41 | 1.04 |

¹⁾RC: Rice cereal.

분 13.32%, 단백질 6.54%, 지방 0.99%, 회분 0.45%로 식품 성분표⁽²²⁾와 다른 연구자들의 결과⁽²³⁻²⁶⁾와 거의 비슷한 수준이었다. 옥수수 가루와 탈지 콩가루의 경우도 식품성분표⁽²²⁾와 비교했을 때 별 차이가 없었다. 동태의 일반성분은 수분이 76.57%, 단백질 18.18%, 지방 0.91%, 회분이 1.43%로 식품 성분표의 수분 79%, 단백질 14.6%, 지방 4.4%, 회분 1.9%로 본 실험의 결과가 식품성분표의 것보다 단백질이 약간 높은 반면, 수분, 지방, 회분은 낮은 값이었다. 압출성형 제품을 보면 각 제품별로 수분, 단백질, 지방, 회분 등의 값들이 약간의 차이들은 있지만 통계적인 유의성은 없었다. 그러나 원재료들의 혼합에 따라 영양이 강화된 제품이 생산되었음을 알 수 있었다. 압출성형된 제품의 품질과 외관에 영향을 미치는 요인으로는 원료, 수분함량, 압력, 온도, 토출구멍의 수, 토출구의 재질, 그리고 건조과정 등이라고 알려져 왔다⁽¹⁾. 이 등⁽²⁷⁾은 압출성형 조건을 적절히 조절해 줌으로써 전분질 곡류와 고단백 두류를 혼합하여 영양이 강화된 재형성 혼합곡립을 성공적으로 제조했다고 보고하였다. 본 연구에서도 탈지콩가루와 함께 동태를 첨가하여 단백질, 지방, 회분이 강화된 시리얼이 생산됐음을 볼 수 있었다.

쌀 함량에 따른 제품의 물성특성

Table 3은 동태 및 탈지콩가루가 함유된 쌀가루의 함량을 달리하여 제조한 스낵제품으로 제품의 팽화율, 밀도, 전단력, 색도 등을 비교한 결과이다. 팽화율은 100% 쌀가루제품

Table 3. Physical and rheological properties of the extrudates

| Property | 100% RC ¹⁾ | 75% RC | 50% RC | 25% RC | 0% RC |
|-------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Expansion ratio | 1.84 ^a | 1.67 ^b | 1.59 ^c | 1.42 ^d | 1.41 ^d |
| Bulk density(g/L) | 306 ^d | 311 ^d | 328 ^c | 335 ^b | 344 ^a |
| Shear force(kg/g) | 21.25 ^d | 24.99 ^{cd} | 28.61 ^c | 34.33 ^b | 40.57 ^a |
| Hunter color | | | | | |
| L value | 78.61 ^a | 78.75 ^a | 77.13 ^b | 75.61 ^c | 74.09 ^d |
| a value | -0.07 ^d | -0.04 ^d | 0.43 ^c | 0.99 ^b | 1.51 ^a |
| b value | 15.61 ^e | 21.08 ^d | 24.39 ^c | 26.02 ^b | 26.66 ^a |

¹⁾RC: Rice cereal

Means with the same letter are not significantly different(P<0.05).

Table 4. Sensory characteristics of the extrudates

| | 100% RC ¹⁾ | 75% RC | 50% RC | 25% RC | 0% RC |
|-----------------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Color | 5.25 ^a | 4.25 ^b | 4.88 ^{ab} | 4.75 ^{ab} | 5.38 ^a |
| Flavor | 4.81 ^{ab} | 4.25 ^{bc} | 4.00 ^c | 4.50 ^{bc} | 5.10 ^a |
| Hardness | 2.25 ^c | 2.88 ^b | 3.85 ^a | 4.13 ^a | 4.29 ^a |
| Dense ness | 3.81 ^c | 4.25 ^{abc} | 4.88 ^a | 4.00 ^{bc} | 4.63 ^{ab} |
| Tooth packing | 2.75 ^a | 3.25 ^a | 3.13 ^a | 3.25 ^a | 2.88 ^a |
| Overall quality | 5.25 ^a | 4.13 ^b | 4.06 ^b | 4.38 ^b | 4.56 ^{ab} |

¹⁾RC: Rice cereal

Means with the same letter are not significantly different(P<0.05).

이 가장 높았고, 쌀가루함량이 적어질수록 팽화율이 낮아졌으며 쌀가루가 전혀 함유되지 않은 제품이 다른 제품에 비해 유의적으로 낮았다(P<0.05). 밀도는 0% 쌀가루제품이 344 g/L로 가장 높았고, 쌀가루의 함량이 많아짐에 따라 밀도는 낮아짐을 볼 수 있었다. 따라서 100% 쌀가루제품이 다른 제품에 비해 밀도가 유의적으로 가장 낮게 나타났다(P<0.05). 전단력은 쌀가루가 전혀 함유되지 않은 제품이 가장 높았고, 쌀가루의 함량이 많아질수록 전단력은 유의적으로 낮아졌다.

Harper⁽²⁸⁾는 아밀로스와 아밀로페틴의 함량 비율은 압출성형 제품의 질에 영향을 준다고 하였고, Chinnaswamy⁽²⁹⁾등은 압출성형시 최적공정조건은 전분의 형태에 따라 달라진다고 보고하였다. Case⁽³⁰⁾는 압출성형하는 동안에 밀과 옥수수전분의 호화도가 증가함에 따라 팽화율은 증가하고, 밀도는 감소한다고 보고하였다. 본 연구에서도 전분의 형태가 다른 쌀가루와 옥수수가루를 다양한 함량으로 첨가함에 있어, 100% 쌀가루 제품이 밀도와 전단력이 가장 낮고, 팽화율이 가장 높은 시리얼의 좋은 조건을 갖고 있음을 알 수 있었다.

5가지 제품의 색도 측정 결과 명도(L)는 쌀가루가 100% 함유된 제품이 가장 밝게 나타났으며, 옥수수가루의 함량이 많아질수록 명도는 감소하여 어두워졌으며 이는 김 등⁽³¹⁾의 연구와 같은 경향이었다. 적색도를 나타내는 a값은 옥수수가루의 함량이 많을수록 a값이 커졌고, 0% 쌀가루 제품이 가장 높은 값을 나타냈다. 황색도를 나타내는 b값은 옥수수가루가 많아질수록 높아짐을 알 수 있었다. 100% 쌀가루로 만든 제품의 명도값이 가장 커졌고, a, b 값은 다른 군에 비하여 낮았음을 알 수 있었다.

스낵제품의 관능적 특성

5가지 스낵제품의 관능검사를 실시한 결과는 Table 4와 같다. 관능검사 결과 색도는 100%와 0% 쌀가루 첨가군이 보기 좋은 색으로 평가되었다(P<0.05). 이는 쌀가루와 옥수수가루가 섞인 제품의 색깔보다는 100% 쌀가루 제품이거나 쌀가루가 전혀 들어가지 않은 제품을 선호하였음을 알 수 있었다. 제품을 씹어 혀로 느끼는 맛이나 씹는 동안 느끼게 되는 향(flavor)에 대한 선호도는 0% 쌀가루제품의 선호도가 가장 좋았고, 다음은 100% 쌀가루 제품이 선호도가 좋았다고 나타났으며, 50% 쌀가루 제품의 선호도가 가장 낮았다(P<0.05). 스낵제품에서 생선냄새를 느꼈는지를 관능요원들에게 물어 보았으나 거의 느끼지 못했다고 응답하였다. 제품 제조 시에는 동태냄새를 느낄 수 있었으나, 제품을 오븐에 건조시키는 과정에서 냄새가 거의 제거된 것으로 사료된다. 견고성

은 50%, 25%, 0% 쌀가루제품이 75% 쌀가루 제품보다 견고한 것으로 나타났고, 100% 쌀가루 제품이 가장 부드러운 것으로 나타났다($P<0.05$). 이러한 결과는 Instron으로 측정한 결과와 유사하게 나타났음을 알 수 있었다. 조밀도는 100% 쌀가루 제품이 다른 제품보다 조밀하다고 평가되었다($P<0.05$). 이 부착성은 5가지 제품들간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 전반적인 수용도는 100% 쌀가루 제품이 선호도가 높았고, 다음은 0% 쌀가루 제품이 높은 편으로 나타났으며 나머지는 같은 수준으로 평가되었다($P<0.05$). Murray⁽³²⁾는 소금에 절인 대구를 넣고 압출성형 제품을 만든 결과 생선을 첨가함으로서 필수단백질이 상승되었고, 조직감도 좋아졌으나 관능평가에서 캐나다 소비자들은 생선냄새 때문에 선호도는 좋지 않았다고 보고되었다. Yu 등⁽³³⁾은 말레이지아의 전통스낵인 'Keropok'에 대한 연구에서 황색치생선을 여러 가지 비율로 넣어 만든 결과 관능검사에서, 생선이 많이 들어 갈수록 향이 좋았다고 하였으며, 생선 첨가량에 따른 제품의 전반적인 수용도는 영향을 받지 않았음을 보고하였다. 본 연구에서도 고 단백질인 동태를 시리얼에 첨가함으로써 영양을 상승시켰고, 전반적인 수용도도 좋게 나타났음을 알 수 있었다.

요 약

본 연구는 single-screw extrusion puffing을 이용하여 동태, 탈지콩가루의 양은 고정시키고, 쌀가루와 옥수수가루의 함량을 달리하여 제조한 압출 성형제품의 특성을 알아보고자 실행하였다. 각 제품에 있어 일반성분에서의 통계적인 차이는 나타나지 않았으며 품질특성에서는 쌀가루 100%로 제조한 제품이 다른 제품과 비교했을 때 팽화율이 높고, 밀도가 낮으며 전단력이 가장 낮게 나타나 유의성 있는 차이를 보여주었다($P<0.05$). 100% 쌀가루제품이 색도에서도 명도가 가장 높았고, 관능검사의 전반적인 바람직성 검사에서도 선호도가 높게 나타났다.

결론적으로 수산식품인 동태와 탈지콩가루를 쌀가루에 첨가하여 옥수수가루보다 팽창이 잘된 압출성형제품을 전단력이 낮은 좋은 조건에서 생산할 수 있었다. 이 결과는 차후 제품 개발에 동태를 첨가시킨 쌀가루 스낵제품을 만들 수 있는 기초자료가 될 것으로 사료된다.

문 헌

- Jack, L.R. and Robert, C.M. Food extrusion. *Food Technol.* 27: 47-53 (1973)
- Choudhury, G.S. and Gautam, A. Screw configuration effects on macroscopic characteristics of extrudates produced by twin-screw extrusion of rice flour. *J. Food Sci.* 64: 479-487 (1999)
- Suknark, K. Phillips, R.D. and Chinnan, M.S. Physical properties of directly expanded extrudates formulated from partially defatted peanut flour and different types of starch. *Food Research International* 30: 575-583 (1997)
- Robert, C.M. Low Moisture Extrusion: Effects of cooking moisture on product characteristics. *J. Food Sci.* 50: 249-253 (1985)
- Matz, S.A. *Snack Food Technology*, 3rd Edition. Van Norstrand Reinhold, NY, USA (1993)
- Ranhotra, G.S. and Vetter, J.L. Food considered for nutrient addition; snacks and confectioneries. In Nutrient Addition to Food, eds J.C. Bauernfeind and P. A. Lachance, Food & Nutrition Press, Inc., Trumbull, CT, 319-345 USA (1991)
- Shukla, T.P. Future snacks and snack food technology. *Cereal Foods World*. 39: 704-705 (1994)
- Riaz, M.N. Technology of producing snack foods by extrusion. Food Protein Research and Development Center, Texas A & M University, College Station, Texas, USA (1997)
- Choudhury, G.S. and Gautam, A. Comparative study of mixing elements during twin-screw extrusion of rice flour. *Food Res. Int.* 31: 7-17 (1998)
- Tuley, L. The rice revolution. *Food Review* 19: 13-14 (1992)
- Dziezak, J.D. Romancing the kernel; A salute to rice varieties. *Food Technol.* 45: 74-80 (1991)
- Choudhury, G.S. and Gogoi, B.K. Extrusion processing of fish muscle, A review. *J. Aqua. Food Prod. Technol.* 4: 37-67 (1995)
- Maga, J.A. and Reddy, T. Coextrusion of carp(Cyprinus Carpio) and rice flour. *J. of Food Processing and Preservation* 9: 121-129 (1985)
- Bhattacharya, S., Das, H. and Bose, A. N. Rheological behaviour during extrusion of blends of minced fish and wheat flour. *J. food Eng.* 15: 123-137 (1992)
- Choudhury, G.S. Application of extrusion technology to process fish muscle. In *Nutrition and Utilization Technology in Aquaculture*, ed. D.J. Sessa & C. Lim, American Oil Chemists' Society, Champaign 233-245 (1994)
- Gogoi, B.K., Oswalt, A.J. and Choudhury, G.S. Reverse screw elements and feed composition effects during twin-screw extrusion of rice flour and fish muscle blends. *J. of Food Sci.* 61: 590-595 (1996)
- Gogoi, B.K., Choudhury, G.S. and Oswalt, A.J. Effects of location and spacing of reverse screw and kneading element combination during twin-screw extrusion of starchy and proteinaceous blends. *Food Research International*. 29: 505-512 (1996)
- Chun, H.J., Chun, S.Y. and Sim, Y.J. *Food and health of modern. Ji Gu Publishing Co.* 156-157 (1995)
- AOAC: *Official Methods of Analysis*, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
- Jennifer, R.J. Development and characterization of extruded/expanded products containing pork and nonmeat ingredients. Texas A & M University, Master dissertation (1999)
- SAS Institute, Inc. *Statistical Analysis system, SAS Version 6.12*. SAS Analytical Institute, Gray, NC. (1996)
- Composition of Food. Recommended dietary allowances for Koreans, the Korean Nutrition Society (1995)
- Sung-Gil Choi and Chul Rhee. Effects of freezing rate and storage temperature on the degree of retrogradation, Texture and microstructure of cooked rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 783-788 (1995)
- Bhattacharya, S. and Choudhury, G.S. Twin-screw extrusion of rice flour: Effect of extruder length-to-diameter ratio and barrel temperature on extrusion parameters and product characteristics. *J. Food Processing Preservation* 18: 389-406 (1994)
- Akhilesh, G. and Gour, S.C. Screw configuration effects on starch breakdown during twin-screw extrusion of rice flour. *J. Food Processing Prevervation* 23: 355-375 (1999)
- Sang Sook Kim and Young Jin Kim. Effect of moisture content of paddy on properties of rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 690-696 (1995)
- Lee, Y.T., Seog, H.M., Kim, S.S., Kim, K.T. and Hong, H.D. Quality Characteristics of reconstituted multi-grain by extrusion process. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 963-968 (1997)
- Harper, J.M. *Extrusion texturization of foods*. Volume 2. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, USA 7-19 (1981)
- Chinnaswamy, R. and Hanna, M.A. Relationship between amylose content and extrusion-expansion properties of corn starches. *Cereal Chemistry* 65: 138-143 (1988)
- Case, S.E., Hanna, M.A. and Schwartz, S.J. Effect of starch gelatinization on physical properties of extruded wheat and corn-

- based products. Cereal Chemistry 69: 401-404 (1992)
31. Ji-Young Kim, Gyung-Hee Cha and Hyo-Gee Lee. Sensory and physical characteristics of bam-dduk prepared with different ratio of the ingredients. Korean J. Soc. Food Sci. 14: 427-433 (1997)
32. Murray, B.P., Stanley, D.W. and Gill, T.A. Improved utilization of fish protein-co-extrusion of mechanically deboned salted minced fish. J. Can. Inst. Food Sci. Technol. 13: 125-130 (1980)
33. Yu, S.Y., Mitchell, J.R. and Abdullah, A. Production and acceptability testing of fish crackers('keropok') prepared by the extrusion method. J. Food Technol. 16: 51-58 (1980)

(2000년 6월 15일 접수)