

Single-Screw Extrusion Puffing을 이용한 오징어 첨가 곡류스낵식품 : Process와 제품기능성연구

정복미[†] · 박돈근^{**} · 김은실^{*} · 이기순^{**} · 이기춘^{***}

여수대학교 식품영양학과

*한림산업대학 전통조리과

**Dept. of Animal Science, Texas A&M University

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

Single-Screw Extrusion Puffing of Rice Flour-Defatted Soy Flour-Squid Blends : Process Optimization and Product Characterization

Bok-Mi Jung[†], Don-Keun Park^{**}, Eun-Sil Kim^{*}, Ki-Soon Rhee^{**} and Khee-Choon Rhee^{***}

Dept. of Food Science & Nutrition, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

*Dept. of Traditional Cuisine, Hallym College, Chunchon 200-850, Korea

Dept. of Animal Science, and *Food Protein Research and Development Center,
Texas A&M University, TX 77843-2471, USA

Abstract

This study was conducted to develop new snack foods through extrusion puffing of rice flour-defatted soy flour-squid blends. With a single-screw laboratory extruder used, it was determined that 15.7% feed (raw material mixture) moisture and 160°C extruder cooking-zone temperature would yield extrudates with relatively low shear-force and high expansion ratio, when incorporating squid as freeze-dried powder. Final test extrudates were produced under the aforementioned extrusion condition, using either finely comminuted raw (nondehydrated) squid or freeze-dried squid in feed formulation. The squid form had no significant effect on product shear-force, whereas expansion ratio was greater when raw squid was used. Consumer hedonic sensory scores for appearance, flavor and overall palatability were higher for extrudates from feed with raw squid. This study has demonstrated that high-protein snacks can be produced through extrusion puffing of rice flour with squid and defatted soy flour.

Key words: extrusion, squid, snack, rice flour, defatted soy flour

서 론

압출성형기술은 쿠키, 크래커, 칩, 팝콘, 스낵땅콩과 같은 스낵식품 생산에 광범위하게 사용되었으며(1), 그 외 영양강화식품(2), 유아식(3) 등에도 이용된다. 미국의 경우 식품산업분야에서 압출 성형기의 이용이 증가되고 있으며, 스낵식품 산업에서 주된 위치를 차지하고 있다. 1995년 미국 스낵식품매출액은 150억 달러를 초과했으며, 1인당 섭취량은 21.3 파운드에 나타났(4).

대부분의 스낵이 주로 영양소의 급원으로 섭취되지 않는다 하더라도, 많은 스낵들이 영양성을 고려하여 만들어졌으며, 소비자들은 스낵식품의 관능성 역시 좋기를 원한다. 이러한 요구에 부응하기 위하여 연구자들 및 제조업자들은 계속 노력하고 있다(5).

식품 압출 성형(food extrusion)은 원료를 다양하게 혼합, 가열한 후 여러 가지 형태의 die를 통하여 성형되는 공정으로, 장점은 수많은 재료와 공정조건을 이용하여 다양한 식품을 생산할 수 있는 반면 단점은 생산하는 제품의 기능성을 조절하기 쉽지 않다는 점이다. 압출 성형 제품의 질은 원재료 혼합물의 조성, 수분함량, 분말형태, 압출 성형 온도 등에 따라 매우 다양하다(6). 압출 성형 제품에 사용되는 전분재료는 주로 옥수수과 밀이며, 쌀은 비교적 많이 이용되지 않았다(7). 하지만 최근에는 쌀로 만든 크래커와 스낵이 유럽과 미국시장에서 인기가 높아지고 있다(8).

스낵식품은 일반적으로 영양밀도가 낮으므로, 일부 영양학자들은 "Empty-calorie foods", "Junk foods"라고 간주하며, 이러한 단점을 보완하기 위하여, 공정시 육류(9-

[†]To whom all correspondence should be addressed

12), 생선(13,14) 등 동물성 단백질을 첨가한 스낵의 제조 연구가 많이 행해졌다. 미국의 경우 1인당 수산식품섭취는 2000년대에 약 5 파운드 증가할 것으로 기대하고(15) 있는 반면 우리나라의 경우 국민영양조사보고서(16)에 의한 어패류 섭취의 연차적 추이를 보면, 1970년대에 30~40%, 1980년대 초에 58%에서 차츰 떨어져 90년에 51%까지 떨어지고 있는 추세이며 그 이후 신선한 어패류의 섭취보고는 나타나지 않았다. 본 연구의 주목적은 오징어 사용법을 다양하게 하고 동시에 오징어 소비를 촉진하고, 또한 스낵식품의 영양가를 증진시키기 위한 것이었다. 구체적으로는 오징어와 탈지 콩가루를 쌀가루에 혼합하여, 압출성형하는데 적절한 공정조건을 제품의 전단력과 팽화율의 결과를 바탕으로 결정하고, 만들어진 스낵제품의 여러 가지 특성을 조사하기 위해 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 탈지 콩가루는 Cargill, Inc.(USA)에서 구입하였고, 쌀가루는 미국 텍사스주 휴스턴에 위치한 한국마켓에 있는 한미식품의 쌀가루를 구입하여 사용하였다. 생오징어 역시 같은 마켓에서 구입하여, 깨끗이 수세하고, 껍질을 벗긴 후 잘게 썰어, 블렌드로 곱게 갈아서, 사용할 때까지 냉동 보관하였으며, 냉동 건조시킨 오징어는 한국 남해수산연구소의 동결 건조기(Freeze 6, Labconco, USA)로 건조시킨 후(-40°C에서 48시간), 2일간 실온에서 미국으로 운반되어 냉동보관 후 사용하였다.

제품 생산

혼합물 제조

목표한 혼합물 수분을 달성하기 위한 원료(오징어, 쌀가루, 탈지 콩가루) 혼합비율을 UFFF soft-ware program(17)을 이용하여 계산하였고, 이에 의하여 무게를 측정된 원료들을 낮은 속도의 혼합기(CombiMax 650, Braun Co., USA)로 충분히 혼합한 다음, 체(No. 10)에 내려 다시 골고루 섞었다. 혼합물은 Ziploc freezer bag에 넣어 밀봉시킨 후, 냉장고(4°C)에서 수분평형을 이루도록 약 12시간 동안 보관하였다.

실험 1

적정 압출성형 조건을 얻기 위한 실험은 혼합물의 수분함량조절이 쉽도록 수분이 아주 낮은 동결 건조된 오징어만을 사용하였으며, 생 오징어는 조건 결정 후 최종 제품의 제조에만 사용하기로 하였다. 수 차례의 초기 예비 실험을 통해 냉동 건조 오징어(수분함량: 4.72%) 1.5%, 탈지콩가루(수분함량: 7.47%) 10%를 고정 분량으로 하고 여기에 쌀가루(수분함량: 11.14%)와 증류수의 양을

달리하여 얻고자 하는 feed 혼합물을 만들기로 결정하였다. 최적 성형 조건을 구하기 위해, 압출기 조리(cooking-zone) 온도와 혼합물의 수분함량을 두 변수로 하고 제품을 만들었으며, 제품의 팽화율, 밀도, 전단력, 그리고 색도를 측정하였다. 위에 언급한 두 변수의 혼합은 response surface methodology(RSM)를 바탕으로 하여 결정하였다. 제품의 기기 측정 결과는 Statistical Analysis System(18) program을 이용하여, GLM, RSREG, 그리고 G3D 등의 과정으로 처리하였으며, 그 결과들을 이용하여 제품 생산을 위한 최적조건을 결정하기로 하였다. 1차 실험에서는 예비 실험의 결과를 기초로 Table 1과 같이 조건을 정하여, 13번의 run을 second-order design(RSM)에 의하여 170°C 온도와 27% 혼합물 수분을 중심으로 하고 수행하였다. 1차 실험의 자료 분석 결과, 제품 생산을 위한 예측된 최적조건들이 실험 영역 밖이었다. 따라서 조리 범위 온도에서 성형이 되는 17, 18, 19, 20%의 수분함량을 갖는 혼합물들을 만들어 160°C에서 보충실험을 하였다.

실험 2

1차 RSM 실험과 그의 보충실험에도 불구하고, 결과로 얻어진 예측된 최적 조건들이 실험 영역에 들지 않았다. 따라서, 150°C 온도와 17% 혼합물 수분량을 중심으로 하고 수분과 온도의 최대와 최소의 차이와 그 중간 간격을 넓혀 2차 RSM 실험을 하였다. 실험조건은 Table 2와 같으며, 그 외의 모든 자료 측정방법과 결과처리는 1차 RSM 실험과 동일하였다.

Table 1. Experimental design for the first RSM experiment

Run no.	Coded level of extrusion variable		Actual level	
	X ₁ ¹⁾	X ₂ ²⁾	Moisture	Temperature
Factorial portion				
1	-1	-1	25.5	160
2	1	-1	28.5	160
3	-1	1	25.5	180
4	1	1	28.5	180
Star portion				
5	1.68	0	29.5	170
6	-1.68	0	24.5	170
7	0	1.68	27.0	187
8	0	-1.68	27.0	153
Center portion				
9	0	0	27.0	170
10	0	0	27.0	170
11	0	0	27.0	170
12	0	0	27.0	170
13	0	0	27.0	170

¹⁾X₁ = Feed moisture (%).

²⁾X₂ = Process temperature (°C).

Table 2. Experimental design for the second RSM experiment

Run no.	Coded level of extrusion variable		Actual level	
	X ₁ ¹⁾	X ₂ ²⁾	Moisture	Temperature
Factorial portion				
1	-1	-1	14.0	135
2	1	-1	20.0	135
3	-1	1	14.0	165
4	1	1	20.0	165
Star portion				
5	2	0	23.0	150
6	-2	0	11.0	150
7	0	2	17.0	180
8	0	-2	17.0	120
Center portion				
9	0	0	17.0	150
10	0	0	17.0	150
11	0	0	17.0	150
12	0	0	17.0	150
13	0	0	17.0	150

¹⁾X₁ = Feed moisture (%).

²⁾X₂ = Process temperature (°C).

실험 3

2차 RSM 실험에서 좋은(전단력이 낮고, 팽화율이 좋은) 제품을 생산하기 위한 조건들을 근접하게 밝혀내는데는 성공적이었으나, 최상의 제품을 생산하기 위한 이론과 맞는 최적조건을 얻고자하는 데는 많은 제한요소들이 존재한다는 것이 확인되었다. 3차 실험에서는, 2차 RSM 실험 결과를 바탕으로 각각의 제한조건들을 만족시키면서, 비교적 좋은 품질의 제품을 생산하는 조건을 최종적으로 결정하기 위해 실험하였다. 이 실험에서는, 수분함량 16%의 혼합물을 120~160°C의 온도에서 압출성형하였다. 그 결과는 2차 실험의 결과와 함께 최종 조건(15.76% 혼합물 수분과 160°C 온도)결정에 이용되었다. 관능검사와 일반성분 등의 검사에 사용된 제품은 이렇게 결정된 최종 조건에서 동결건조 오징어, 생 오징어, 또는 오징어를 포함하지 않은 혼합물로부터 제조되었다.

압출기조건

Single-screw bench extruder (Type 1503; C.W. Brabender Instruments, Inc., South Hackensack, NJ, USA)를 사용하여 압출 성형하였는데, screw 속도는 170 rpm, 조리 범위의 온도는 120~187°C에서 작동되었다. Die는 직경이 3.175 mm인 것을 사용하였다. 최소한 2시간동안 압출기를 warm-up 한 후 작동하였다.

제품저장 및 운반

제품은 압출 성형 후 2시간 내에 60°C의 오븐에서 8시간 건조시킨 후, Ziploc freezer bags에 넣어 밀봉하여, 냉

장고에 보관하면서 분석에 사용하였다. 관능검사용 제품은 미국에서 빠른 우편으로 한국으로 운반되어 냉동저장 후 사용하였다.

제품품질분석

일반성분

원료 및 제품의 단백질함량은 원소분석기(CHNS-0; CE Instruments, Rodano-Milan, Italy)로 Nitrogen을 측정하여 6.25를 곱하여서 계산하였으며, 수분과 지방함량 및 회분측정은 AOAC 법(19)으로 측정하였다. 모든 분석은 제품당 3회 반복하였다. 최종제품의 아미노산함량은 산으로 가수분해 후 아미노산자동분석기(Biochrom 20, Cambridge, England)로 분석하였다.

팽화율(Expansion Ratio: ER)

팽화율은 제품의 직경과 die 직경의 비로써 계산되었다. 각 제품 중 무작위로 20개의 시료를 취하여 digital Mitutoyo caliper(USA)를 이용하여, 각 시료당 직경 측정을 2회 반복하고 이의 평균값을 사용하였다.

밀도(Bulk Density: BD)

제품을 6 cm 길이로 잘라 무작위로 20개의 시료를 취한 후, 각각의 직경, 길이, 무게를 측정하였다. 밀도는 Bhattacharya와 Choudhury의 방법(20)에 따라 다음 식에 의거하여 계산하였다.

$$BD = \text{Mass (kg)} / \text{Vol. (m}^3\text{)}$$

전단력(Shear Force: SF)

Instron Universal Testing Machine(Model 1011; Instron Engineering Corp., Canton, MA, USA)을 사용하였으며, 작동조건은 crosshead speed 200 mm/min, full scale load는 50 kg, probe는 칼날형을 사용하였다. 제품을 6 cm로 잘라 3개씩 한 단위로 하여 무게를 쟀 뒤 측정하였고, 모든 평가는 한 제품 당 10회 반복하였으며, kg으로 측정된 전단력은 시료의 양(g)으로 나누었다.

색도(Hunter Color: HC)

Hunterlab Color Difference Meter(Model D25M-9; Hunter Associate Laboratory, Inc., Reston, VA, USA)로 L(명도), a(적색도)와 b(황색도)를 각 제품마다 5회 반복 측정하였다. 색차계는 24시간의 warm-up 후 흰색 표준판(L)을 이용하여 표준화하였다.

관능평가

최종제품의 관능적 품질평가는 남녀 소비자(여수대학교 학생과 교수, 그리고 지역사회 주민) 101명에 의하여 9구분(1=아주 싫음, 5=좋지도 싫지도 않음, 9=아주 좋음) 기호(hedonic) test를 이용하여 수행되었다. 설문지에 나타난 관능요원들의 나이는 18~50세였고, 남자가 49명, 여자가 52명이었다. 나이별로는 18~35세가 62명이었으

며, 36~50세가 39명이었다. 관능검사는 여수대학교 식품영양학과 조리실에서 1999년 9월10일에서 13일까지 실시하였다. 관능검사전 요원들로부터 조사에 대한 동의를 구하였으며, 제품의 외관, 향기, 맛, 그리고 전체적 좋아함을 평가하기 위한 방법론적인 것을 충분히 설명하였다. 오징어가 함유되지 않은 대조군은 오징어 함량만큼 탈지 콩가루를 더 첨가하였고, 다른 조건은 오징어함유 제품의 조건과 동일하였다.

통계처리

Extrusion 조건을 결정하기 위한 실험들의 결과는 이 미 1차 실험의 방법에서 언급한 바와 같이 통계처리하였다. 모든 분석이나 측정결과는 평균치로 나타내었고, 최종 제품인 생 오징어와 냉동 건조한 오징어를 포함한 제품들의 유의성 검정에는 Student's t test를 사용하였다. 관능검사 결과는 평균치와 표준편차로 나타냈으며, 세가지 제품(without squid, with raw squid or freeze-dried squid)간의 유의성 검정에는 Analysis of Variance와 Student-Newman-Keuls test를 이용하였다. 모든 통계처리는 Statistical Analysis System(18) program을 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

재료의 일반성분분석

각 재료의 일반성분은, 쌀가루의 경우 수분 11.14%, 단백질 6.24%, 지방 0.79%, 회분 0.44%였다. 식품성분표(21)에 의한 쌀가루의 일반성분은 수분 11.7%, 단백질 6.8%, 지방 1.0%, 회분 0.5%로 본 연구 data와 비교해 볼 때 수분, 단백질, 지방이 약 0.5%정도 낮으며, 회분은 거의 비슷한 수준이었다. Choudhury와 Gautam(7)는 쌀가루의 수분은 10%, 단백질은 5.8~5.9%, 지방은 0.5~0.6%, 회분

은 0.4~0.5%라고 보고하였고, Bhattacharya와 Prakash (22)는 쌀가루의 수분은 13.6%, 단백질 6.5%, 지방 1.0%, 회분 0.6%라고 보고하여 보고자에 따라 약간의 차이가 있었지만 큰 차이는 없었다. 탈지 콩가루의 경우 식품성분표와 비교하였을 때 별 차이가 없었다. 냉동 건조한 오징어의 일반성분은 수분이 4.72%, 단백질 80.5%, 지질 6.44%, 회분 5.98%로 나타났다. 이를 식품성분표의 말린 오징어 data와 비교할 수는 없지만, 수분함량이 19.5%인 말린 오징어의 경우 단백질이 67.8%, 지질이 6.9%, 회분이 5.6%로 이를 환산하여 본 연구에 사용된 냉동건조 오징어와 비교했을 때 후자가 지질과 회분이 약간 높음을 알 수 있었다.

최적 압출조건

첫 번째 RSM 실험에서 얻은 제품들의 팽화율, 밀도, 전단력 및 색도 L , a , b 의 값은 Table 3과 같다. 혼합물의 수분함량의 경우 수분함량이 낮을수록 팽화율은 높은 경향을 보인 반면, 밀도는 낮았으며, 전단력 또한 낮아지는 경향이 있었다. 그러나 혼합물의 수분함량이 낮더라도 압출기의 조리온도에 따라 달라지는 경향을 나타냈다. 팽화율과 전단력의 경우 혼합물의 수분함량이 24.5%, cooking-zone 온도가 170°C일 때보다 수분 함량은 약간 높고(25.5%), 온도가 약간 낮은 (160°C) 경우 전반적으로 팽화율이 높고 전단력이 낮았다. 반면 온도가 가장 낮고(153°C) 혼합물의 수분함량이 27%일 때 팽화율은 비교적 높았으나 전단력은 다른 조건에 비해 약간 높게 나타났다.

Table 4에 나타낸 바와 같이 팽화율을 제외한 전단력, 밀도, 색도는 두 실험조건(혼합물 수분과 온도)과 linear 관계가 있었으며, 색도는 quadratic 관계도 있었다. 전단력, 팽화율, 밀도와 색도의 모델에 대한 lack of fit 유의성은 없었으나, R^2 값은 높지 않은 편이었다. 제품 특성 결과들이 생산조건과 주로 linear관계를 나타내어, 최적 조

Table 3. Expansion ratio (ER), bulk density (BD), shear force (SF) and Hunter color (HC) values of extrudates from the first RSM experiment

Run	Extrusion condition		ER	BD (g/L)	SF (kg/g)	HC		
	Moisture (%)	Temperature (°C)				L	a	b
1	25.5	160	1.90	485.69	14.90	79.51	0.18	16.02
2	28.5	160	1.67	504.55	23.03	79.86	0.23	15.99
3	25.5	180	1.80	453.22	17.54	78.24	0.71	15.83
4	28.5	180	1.39	578.87	25.71	79.68	0.32	15.43
5	29.5	170	1.33	588.02	24.56	82.20	0.03	14.18
6	24.5	170	1.75	433.30	18.78	79.28	0.63	15.51
7	27.0	187	1.65	474.86	18.07	78.00	0.78	15.40
8	27.0	153	1.80	519.72	16.37	78.05	0.15	16.63
9	27.0	170	1.79	472.10	17.04	79.25	0.20	15.79
10	27.0	170	1.76	481.91	17.72	78.68	0.46	15.82
11	27.0	170	1.69	445.53	22.70	79.15	0.40	15.45
12	27.0	170	1.69	496.10	22.77	78.22	0.56	15.80
13	27.0	170	1.56	506.04	24.86	80.29	0.23	15.10

Table 4. Analysis of variance for the fit of experimental data to full response surface models of the first RSM experiment

Source	df	Sum of square					
		Shear force	Expansion ratio	Bulk density	Hunter color		
					L	a	b
Model	5	102.25	0.28**	21755**	28.33*	31.64*	59.32*
Linear	2	77.27*	0.23	17065***	9.51*	11.40*	21.12*
Quadratic	2	24.98	0.04	1839	17.90**	19.10**	36.45**
Crossproduct	1	0.00	0.01****	2851	0.91	1.15	1.76
Residual	7	62.06	0.04	3943	7.09	8.05	16.13
Lack of fit	3	14.70	0.01	1752	1.83	2.03	5.61
Pure error	4	47.36	0.03	2191	5.26	6.02	10.52
R ²		0.62	0.86	1.00	0.80	0.80	0.79

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.005, ****p<0.001

건을 찾기가 어려웠으므로, reduced 모델을 이용하여 3차 원적 곡선을 그려서 최적조건을 찾기로 하였다. 그 결과에 의하면 최소의 전단력과 최대의 팽화율을 만족시키는 조건은 혼합물 수분이 17%, 온도 150°C인 것으로 밝혀졌다. 이 조건은 1차 실험의 실험조건 범위 밖이었기에, 다시 17, 18, 19, 20% 수분함량인 혼합물을 만들어 160°C에서 보충 실험을 하였다. 그러나, 그 보충 실험결과에서 밝혀진 사실은, 혼합물의 수분함량이 낮을수록 제품의 전단력은 낮았고, 팽화율은 높다는 것이었다. 결과적으로 2차 RSM 실험을 계획하였다.

2차 RSM 실험에서 얻은 제품들의 전단력, 밀도, 그리고 팽화율의 자료는 1차 RSM 실험에 비해 현격히 좋았으나, 최상의 제품을 생산하기 위한 최적조건을 밝혀내는데는 불충분하였다(결과는 보고되지 않았음). 결론으로는 2차 RSM 실험에서 Table 2에 기재된 모든 run들을 수행할 수 없었다는 것이 주원인인 것 같다. 아주 낮은 수분함량의 혼합물들 예를 들어(Table 2의 run number)로는 압출기의 작동을 할 수 없었다. 다시 말하면 이들의 수분은 압출기의 작동한계보다 낮았다는 결론이다. 통계적, 수학적 이론에 바탕을 둔 최적조건을 얻기 위해서는, 가능한 한 넓은 범위의 extrusion 조건에서 제품을 만든 후, 그 결과를 최적조건 예측에 적용하여야 한다. 2차 RSM 실험에서 압출기를 작동할 수 있었던 조건들에서 수행한 run들의 결과에 의하면 제품의 전단력과 팽화율은 혼합물의 수분함량이 낮을수록 향상된다는 1차 실험의 결과와 동일하였다.

3차 RSM 실험에선 압출기 작동이 가능한 혼합물 수분 범위 내에서 압출 성형 조리온도를 달리하여 최종적으로, 생산조건을 결정하기로 하였다. 이 실험(3차)의 설계와 결과는 Table 5에 보고되었다. 여기서 언급할 바로는 생 오징어를 사용시, 얻을 수 있는 혼합물의 최소 수분함량이 15.76%라는 것이다. 이 제한조건과 전단력 및 팽화율의 결과, 그리고 세 연구자가 대충적인 관능검사한 후의 의견을 감안하여, 160°C의 압출기 조리 온도와 15.76%의

Table 5. Experimental design, shear force and expansion ratio values of extrudates from the third RSM experiment

Run	Extrusion condition		Shear force (kg/g)	Expansion ratio
	Moisture (%)	Temperature (°C)		
1	12.0	160	18.60	2.74
2	13.0	160	15.10	3.10
3	14.0	160	12.79	2.85
4	12.0	170	15.59	2.85
5	13.0	170	16.41	2.75
6	14.0	170	18.53	2.48
7	15.0	170	14.24	2.78
8	14.0	135	6.87	2.10
9	20.0	135	8.83	2.06
10	14.0	165	7.79	2.77
11	20.0	165	9.30	2.17
12	11.0	150	13.38	2.55
13	17.0	150	10.80	2.31
14	23.0	150	10.27	1.98
15	17.0	180	24.88	2.02
16	17.0	120	6.70	2.43
17	16.0	135	7.49	2.53
18	16.0	140	8.15	2.57
19	16.0	145	8.65	2.51
20	16.0	150	9.65	2.49

혼합물 수분을 최종 조건으로 결정하였다. 위의 조건하에서 생 오징어나 냉동 건조시킨 오징어를 이용하여 최종 오징어 함유 제품을 얻었다. 생 오징어 함유제품은 생 오징어 6.68%, 쌀가루 83.32%와 10% 탈지 콩가루의 혼합물로부터 제조되었고, 동결건조 오징어 제품은 동결 건조 오징어 1.5%, 쌀가루 83.63%, 탈지 콩가루 10%와 4.87%의 증류수의 혼합물로부터 제조되었다.

첨가 오징어가 품질에 미치는 효과

제품의 전단력, 팽화율 및 밀도

이렇게 만든 제품의 전단력, 팽화율 및 밀도를 측정, 비교한 결과는 Table 6에 나타내었다. 전단력과 팽화율은

Table 6. Shear force (SF), expansion ratio (ER) and bulk density (BD) of extrudates produced under the final extrusion condition¹⁾, from blends containing raw squid or freeze-dried squid

Squid type	SF (kg/g)	ER	BD (g/L)
Raw (not dried)	14.11 ^{NS2)}	2.54 ^{NS}	353.19 ^{b3)}
Freeze-Dried	14.10	2.48	377.50 ^a

¹⁾15.76% feed moisture, 160°C process temperature (170 rpm screw speed).

²⁾NS: Not significant.

³⁾Means within the same column which are not followed by a common superscript are significantly different ($p < 0.05$).

두 제품 사이에 유의적인 차이가 없었으나, 밀도는 생 오징어 첨가제품이 동결 건조 오징어 첨가제품에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). Yu 등(23)은 타피오카 가루와 같은 생선을 사용하여 압출성형으로 크래커를 제조시 여분의 물을 전혀 첨가할 필요가 없으며, 따라서 건조시간을 감소시킬 수 있는 것이 이점중의 하나라고 지적하였는데, 본 연구에서도 생 오징어를 사용하여 여분의 수분을 첨가하지 않고도 좋은 제품을 만들어 낼 수 있었다. Matz(24)는 혼합물의 수분함량은 압출성형 온도와 압력 그리고 제품의 질감에 결정적인 역할을 하며, 혼합물의 수분이 증가함에 따라 압출성형 온도는 내려가고, 팽화율은 떨어지며, 보다 단단한 제품이 만들어진다고 하였으며, 일반적인 혼합물의 경우 수분함량이 13~14%가 적절하다고 하였다. 본 연구에서도 혼합물의 수분함량이 증가할수록 팽화율은 낮아졌으며, 전단력은 높아졌음을 알 수 있었다. Ryu와 Walker(25)는 제품의 전단력은 온도가 증가함에 따라 유의하게 감소하였다고 보고하였으며, Bhat-tacharya와 Prakash(22)는 die의 온도가 증가함에 따라 제품의 밀도와 전단력이 비례적으로 증가하였음을 보고하였는데, 본 연구에서는 대체적으로 동일한 수분함량에서 압출기의 온도가 증가할수록 전단력은 증가하고 팽화율은 감소하는 경향이었으나 일관된 현상은 아니었다. Bhat-tacharya와 Prakash(22)는 쌀가루에 chick pea를 혼합하여 압출성형 제조시 쌀가루만 사용할 때보다 팽화율은 감소하고, 밀도와 전단력은 증가하였음을 보고하였고, Sukna가 등(26)의 보고에 의하면 전분류들(tapioca, corn, "Cereal Crisp", "Crisp Film")을 압출성형시 가장 낮은 수분 함량(18%)에서 가장 팽화가 잘 되었으며, 여기에 부분 탈지 땅콩가루(partially defatted peanut flour)를 혼합하면, 수분을 18%에서 22%로 증가시 팽화율은 감소하였다는 것이다. 또한 전분의 종류와는 관계없이, 15~30%의 부분 탈지 땅콩가루를 첨가하면 제품의 밀도는 낮은 첨가 수준에서는 감소하였다가, 어느 수준 이상 첨가하면 증가하였으며, 전단력도 15~30% 첨가 수준에서는 감소하였고, 그 이상 첨가량이 증가하면 전단력도 증가하였음을 보고하였다. Paton과 Spratt(27)는 단백질 그 자체는 전분과 비교하여 팽화 용적이 낮으므로 단백질 함량이

증가함에 따라 팽화율은 감소한다고 하였다. 이와 같이 압출성형 제품 제조시 첨가되는 재료의 종류, 재료성분에 따라 제품의 물리적 성질을 다양하게 변화시킬 수 있음을 알 수 있다.

제품의 일반성분 및 아미노산 조성

최종 두 오징어 포함 제품의 일반성분 및 아미노산 조성을 측정한 결과, 두 제품 사이에 차이가 거의 나타나지 않았다(Table 7). 본 연구제품의 일반성분 조성은 수분 6.5~6.6%, 단백질 13.4~13.5%, 지방 0.2~0.22%, 회분 1.18~1.2%로 나타났다. Maga와 Reddy(13)의 연구에서는 쌀가루와 잉어의 함량을 달리하여 만든 압출성형 제품의 조성이 7% 수분, 8~15% 단백질, 0.5~2.3% 지방으로 압출성형한 제품간의 차이가 많았고, Park 등(11)은 옥수수 전분, 탈지 콩가루, 쇠고기를 혼합하여 만든 제품들의 영양소 함량은 수분 4~5%, 지방 4~7%, 단백질 약 40%라고 보고하였다. 이와 같이 압출성형 제품의 영양소 함량은 사용하는 재료의 종류에 따라 크게 달라질 수 있으므로 본 연구 결과를 타 연구결과와 비교할 수가 없었다. 본 연구 제품의 아미노산 조성은 glutamic acid가 2.4%로 가장 높게 나왔으며, 다음으로 aspartic acid, leucine 등의 순으로 나타났다.

Table 7. Proximate and amino acid compositions of final extrudates from rice flour-defatted soy flour-squid blends

	Extrudates from blends with	
	Raw squid	Freeze-dried squid
Proximate composition (%)		
Moisture	6.60	6.50
Protein	13.40	13.50
Lipid	0.22	0.20
Ash	1.18	1.20
Amino acid composition (g/100 g)		
Aspartic acid	1.10	1.10
Threonine	0.50	0.50
Serine	0.60	0.60
Glutamic acid	2.40	2.40
Proline	0.80	0.80
Glycine	0.60	0.60
Alanine	0.70	0.70
Cystine	0.06	0.06
Valine	0.61	0.61
Methionine	0.21	0.21
Isoleucine	0.43	0.42
Leucine	1.07	1.07
Tyrosine	0.23	0.23
Phenylalanine	0.59	0.60
Histidine	0.30	0.30
Lysine	0.59	0.60
Ammonium chloride	0.87	1.05
Arginine	0.83	0.84

Table 8. Sensory assessment of control and squid products

Squid in feed	Appearance	Aroma	Taste	Flavor	Overall palatability
None (control)	5.21 ^{a1)}	5.71 ^a	4.99 ^a	5.33 ^a	5.18 ^{ab}
Raw	5.46 ^a	5.41 ^a	5.23 ^a	5.30 ^a	5.44 ^b
Freeze-dried	5.30 ^a	4.79 ^b	4.92 ^a	5.10 ^a	5.01 ^a

¹⁾Means in the same column which are not followed by a common superscript are significantly different ($p < 0.05$).

관능평가

Hedonic test는 제품에 대한 소비자들의 전형적인 선호도 조사로써, 본 연구제품의 관능평가 결과는 Table 8에 제시하였다. 제품의 외관에 있어서는 세 가지 제품(without squid, with raw squid or freeze-dried squid) 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 코로 냄새를 맡아서 감지하는 향(aroma)에 있어서는 오징어를 함유하지 않은 제품과 생 오징어를 첨가한 혼합물로부터 만든 제품간에는 차이가 없었다. 냉동 건조한 오징어를 사용한 제품은 다른 두 가지 제품에 비하여 향의 선호도가 낮았다. 제품을 씹어 혀로 감지하는 맛이나 씹는 동안 느끼게 되는 향(flavor)에 대한 선호도는 세 가지 제품 사이에 차이가 나타나지 않았다. 제품의 외관, 맛, 향기를 전부 참작하여 결정하는 전체적인 선호도는 생 오징어를 원료 중에 포함한 제품이 가장 높고, 냉동 건조시킨 오징어를 원료에 포함한 제품이 가장 낮아 두 제품 사이에 유의적인($p < 0.05$) 차이를 보였다. 본 연구의 관능검사시 오징어를 첨가하지 않고 만든 제품을 대조군으로 취급하여 비교한 것은 오징어 첨가 제품들로부터 오징어 향이 실제로 감지되는지, 만일 감지되는 경우 소비자들이 오징어 향을 선호하는지 알아보기 위해서였다. 이 대조군 제품을 만들기 위해서는 오징어를 대체하여 탈지 콩가루를 더 첨가하였고, 다른 공정조건은 오징어 함유제품과 같게 하였다. 본 연구결과에서 한가지 흥미로운 사실은 코로 맡는 향에 있어서 오징어를 함유한 두 가지 제품이 동일하게 나오지 않고, 생 오징어를 원료로 한 제품의 선호도가 높았으며, 냉동 건조시킨 오징어를 원료로 한 제품은 오히려 오징어를 함유하지 않은 제품보다 선호도가 낮았다는 사실이다. 이러한 결과는 두 가지 관점에서 고찰해볼 수 있다. 첫째는 오징어 첨가제품 중 냉동 건조시킨 오징어를 사용하여 만든 제품은 재료의 냉동 건조과정 중 오징어 향이 감소되거나, 재료 저장 중 향이 변했을 가능성이 있다. 둘째는 압출기에서 조리된 고온의 혼합물이 die를 통과하여 팽창할 때 남은 오징어 향이 대부분 휘발될 가능성도 있다. 두 번째 가능성을 뒷받침해 주는 것은 제품을 씹는 과정에서 느끼는 향기(flavor)는 세 가지 제품사이에 거의 차이가 없다는 것이었다. 관능평가 후 소비자들의 의견을 들어 본 결과, 오징어 향을 감지하기 어렵다고 하였다. 하지만 전반적인(overall palatability)면에서는 생 오징어로 만든 제품의 선호도가 냉동 오징어로 만든 제품에 비해 높았다.

요 약

본 연구는 오징어, 쌀가루 및 탈지콩가루를 혼합하여, 압출성형 공정을 이용하여, 새로운 스낵제품을 만들고자 수행하였다. 실험실용 single-screw extruder를 이용하여 제품의 낮은 전단력과 높은 팽화율을 목적으로 수 차례 실험한 결과, 15.7%의 혼합물수분과 160°C의 조리 온도가 비교적 좋은 제품 생산조건으로 나타났다. 이 조건에서 냉동 건조 오징어가루나 아주 곱게 갈은 생 오징어를 다른 재료들과 혼합하여 최종 제품들을 만들었다. 전단력은 두 오징어 첨가제품간에 유의성 있는 차이는 없었으나, 팽화율의 경우는 생 오징어를 첨가하여 만든 제품이 냉동 건조시킨 오징어를 첨가하여 만든 제품에 비해 유의적으로 높았다. 소비자 관능검사 결과 생 오징어로 만든 제품이 냉동 건조시킨 오징어로 만든 제품에 비해 외관, 맛, 향, 그리고 전체적 면에서 선호도가 높았다. 결론적으로 본 연구는 단백질이 풍부한 오징어와 탈지 콩가루를 쌀가루에 첨가하여 비교적 팽창이 잘된 스낵제품을 생산할 수 있는 조건을 제시하였으며, 이 결과는 차후 제품개발의 기반으로 사용할 수 있을 것이라고 본다.

감사의 글

본 연구는 1998년도 한국과학재단의 후반기 해외 post-doc. 연수(98-11-22-2)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- Riaz, M.N., Lusas, E.W. and Mohy-ud-Din, G.: Application and advantages of extrusion technology in food industry. *Pak. J. Food Sci.*, **6**, 85-88 (1996)
- Smith, O.B.: Extrusion cooked snacks in a fast growing market. *Cereal Sci. Today*, **19**, 312-315 (1975)
- Devalle, F.R., Villanueva, H., Reyes-Govea, M., Escobedo, H., Bourges, J., Ponce, J. and Munoz, J.: Development, evaluation and industrial production of a powdered soy-oats infant formula using a low-cost extruder. *J. Food Sci.*, **46**, 192-196 (1981)
- Snack Food Association: State of the snack food industry report. *Snack World*, **53**, 49 (1996)
- Riaz, M.N.: *Technology of producing snack foods by extrusion*. Food Protein Research and Development Center, Texas A&M University, College Station, Texas, USA, Vol. 10, p.1-8 (1997)

6. Kim, Y.B., Kim, J.Y. and Lee, C.H. : Changes in molecular weight distribution and enzyme susceptibility of rice starch by extrusion cooking and simple heat treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 703-708 (1993)
7. Choudhury, G.S. and Gautam, A. : Comparative study of mixing elements during twin-screw extrusion of rice flour. *Food Res. International*, **31**, 7-17 (1998)
8. Tuley, L. : The rice revolution. *Food Review*, **195**, 13-14 (1992)
9. Mittal, P. and Lawrie, R.A. : Extrusion studies of mixtures containing meat offals. *Meat Sci.*, **10**, 101-105 (1984)
10. Megard, D., Kitabatake, N. and Cheftel, J.C. : Continuous restructuring of mechanically deboned chicken meat by HTST extrusion cooking. *J. Food Sci.*, **50**, 1364-1369 (1985)
11. Park, J., Rhee, K.S., Kim, B.K. and Rhee, K.C. : High-protein texturized products of defatted soy flour, corn starch and beef: shelf-life, physical and sensory properties. *J. Food Sci.*, **58**, 21-27 (1993)
12. Rhee, K.S., Cho, S.H. and Pradahn, A. : Composition, storage stability and sensory properties of expanded extrudates from blends of corn starch and goat meat, lamb, mutton, spent fowl meat, or beef. *Meat Sci.*, **52**, 135-140 (1999)
13. Maga, J.A. and Reddy, T. : Coextrusion of carp and rice flour. *J. Food Process Preservation*, **9**, 121-128 (1985)
14. Gogoi, B.K., Oswart, A.J. and Choudhury, G.S. : Reverse screw element and feed composition effects during twin-screw extrusion of rice flour and fish muscle blends. *J. Food Sci.*, **61**, 590-595 (1996)
15. Choudhury, G.S. : Application of extrusion technology to process fish muscle. *Extrusion Cooking*, **17**, 233-245 (1990)
16. Ministry of Health and Welfare : 95 National nutrition survey report (1997)
17. Pesti, G.M., Miller, B.R. and Chambers, R. : User Friendly Feed Formulation Program. Version I, II, University of Georgia, Department of Poultry Science, Athens, GA (1986)
18. SAS : *SAS User's guide: Statistics*. SAS Institute, Inc., Cary, NC (1990)
19. AOAC : *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC (1990)
20. Bhattacharya, S. and Choudhury, G.S. : Twin-screw extrusion on rice flour: Effect of extruder length-to-diameter ratio and barrel temperature on extrusion parameters and product characters. *J. Food Process. Preservation*, **18**, 389-406 (1994)
21. The Office of Rural Development : *Food Composition Table*. Korea (1996)
22. Bhattacharya, S. and Prakash, M. : Extrusion of blends of rice and chick pea flours : A response surface analysis. *J. Food Eng.*, **21**, 315-330 (1994)
23. 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 (1981)
24. Matz, S.A. : *Snack Food Technology*. 3rd ed., AVI Publishing Co., West Port, Conn., p.159-160 (1992)
25. Ryu, G.H. and Walker, C.E. : The effects of extrusion conditions on the physical properties of wheat flour extrudates. *Starch*, **47**, 33-36 (1995)
26. 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 Res. International*, **30**, 575-583 (1997)
27. Paton, D and Spratt, W.A. : Component interaction in the extrusion cooking process: influence of process conditions on the functional viscosity of the wheat flour system. *J. Food Sci.*, **49**, 1380-1385 (1984)

(2000년 2월 18일 접수)