

다시마 분말을 첨가한 쌀 압출팽화물의 특성

김의형 · 국승욱¹ · 정순택 · 박양균[†]

목포대학교 식품공학과 및 식품산업기술연구센터, ¹전남도립남도대학 호텔조리제빵과

Properties of Rice Extrudates Added with the Sea Tangle Powder

Eui Hyeong Kim, Seung Wook Kook¹, Soon Teck Jung and Yang Kyun Park[†]

Department of Food Engineering and Food Industrial Technology Research Center,
Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea

¹Department of Hotel Culinary and Baking, Jeonnam Provincial College, Jeonnam 517-802, Korea

Abstract

This study showed the optimum conditions for producing rice extrudate added with the sea tangle powder, and presented the effects of moisture content, barrel temperature and the amount of sea tangle powder. From the results, the more the amount of sea tangle powder was added, the less the water absorption ratio was showed, while the more the texture became smooth, the more the expansion ratio increased. From the sensory evaluation, the best preference was obtained when the moisture content was 18%, and the barrel temperature was at 100 °C. Between control and 10% sea tangle, there was no significant difference in all observed parameters. But if more than 20% sea tangle was added, low sensory evaluation scores were obtained due to the peculiar smell from sea tangle. From these results, addition of sea tangle below 10%(w/w) did not affect the quality of products.

Key words : sea tangle, extrusion, rice, snack, texture

서 론

건강한 삶을 위해 기능성 식품을 찾는 웰빙이 최근 사회 흐름 속에서 새로운 기능성 물질의 이용과 새로운 식품 개발에 관심이 집중되고 있다. 이런 현상에도 불구하고 스낵계통의 식품들은 아직까지 영양밀도가 낮으므로 일부 영양학자들은 “empty - calorie food”, “junk foods”라고 간주하고 있다. 이러한 스낵의 낮은 영양성을 보충하기 위한 노력과 새로운 기능성 물질을 첨가한 스낵제품의 개발이 필요한 실정이다(1-3)

해조류 중 다시마는 비타민 B₁, B₂, C, niacin 등이 함유되어 있으며, 칼슘, 인, 철, 마그네슘 등이 풍부하다(4). 또한 콜레스테롤 저하효과와 혈액순환을 촉진, 피부노화의 원인이 되는 과산화지질 등 인체에 유해한 물질의 제거, 비만방지 및 금속이온과의 반응 시 중금속 체내 흡수를 억제하는

효과를 가진 알긴산이 있어 육류의 소비가 많은 현대 식생활의 균형을 유지할 수 있을 뿐만 아니라 특히 4,000 ppm 이상의 요오드를 함유하고 있는 훌륭한 무기질 공급원이다(5-11). 이와 같이 기능성 물질이 풍부하지만 아직까지도 식품전반에 걸쳐 다양하게 이용되지 못하는 해조류인 다시마는 우리나라에서 연간 1,500만톤이나 되는 많은 양이 생산되고 있는 실정이다. 이러한 과잉생산에도 불구하고 이용되는 분야는 염장품, 건제품, 일부 식품첨가물, 그리고 추출액상 조미료로서 단순가공에만 이용되고 있다(12-13).

압출성형을 통해 만들어지는 제품에 사용되는 전분재료로는 옥수수가루, 밀가루, 귀리가루, 메밀가루, 감자가루, 쌀가루 등이 있다. 최근 쌀을 이용한 제품들의 소비가 증가하고 있으며, 위축된 쌀 소비량을 늘리기 위해서도 쌀을 이용한 제품개발이 필요하다고 볼 수 있다. 또한 쌀은 탄수화물, 단백질, 비타민, 무기질과 미량의 지방을 가지고 있으면서 알레르기가 적은 식품으로서 영양가치가 높은 식품이다(14-16).

따라서 본 연구에서는 다시마의 이용성을 증대하기 위해

[†]Corresponding author. E-mail : ykpark@mokpo.ac.kr,
Phone : 82-61-450-2422, Fax : 82-61-454-1521

서 쌀을 주 전분질 재료로 하여 여기에 다시마분말을 첨가한 쌀 압출팽화물의 제조와 품질특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용된 다시마는 (주)아침가리에서 분쇄된 것을 구입하여 사용하였으며, 쌀은 청계농협에서 구입하여 분쇄기(MS-2000, 명성기계, Korea)로 마쇄하여 100 mesh 체를 통과한 것을 사용하였다.

다시마 분말을 첨가한 쌀 압출팽화물의 제조

압출팽화물 제조의 최적조건을 선별하기 위해 원료의 수분함량, barrel 온도, 다시마분말 첨가량의 조건을 각각 달리하여 시료를 제조하였다. 먼저 쌀의 수분함량은 18, 20, 22%로 하였고, barrel 온도는 100, 120, 140°C로 하였으며 다시마분말 첨가량은 10, 20, 30, 40%의 4가지로 하여 압출팽화물을 제조하였다. 위와 같은 조건으로 압출성형한 후 수분함량이 2%정도가 되도록 60°C의 건조기에서 6시간 동안 건조시킨 후 지퍼백에 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

Extrusion 조건

쌍축 동방향 압출성형기(Corotating twin screw extruder, Model IHM 30, 인천기계, Korea)를 사용하였으며 기계적 조건으로 die 직경은 4 mm인 원형(circular type)을 이용하였고 스크류 배열은 high-shear screw를 이용하였다. 원료 사입부에 수분을 주입하였으며 바렐온도는 0.5 kw 전열기를 사용하여 가열하였고 사출구 직전의 바렐에 냉각수를 통과시켜 수분에 의한 팽화가 발생하지 않도록 하였다. 원료 사입속도는 150 g/min, 스크류 회전 속도는 250 rpm 이었으며 계량부위의 온도는 100, 120, 140°C로 조건별로 유지하였다.

Texture 측정

압출물의 전단력은 Rheometer (Sun Compac-100, Japan)를 이용하여 측정하였고, 시료의 크기는 3 cm 길이로 절단하였으며 측정조건은 모드 21에서 speed는 120 mm/min, 침입 정도는 0.6 mm, 최대하중 10 kg의 조건으로 hardness와 bending strength를 10회 반복 측정하여 최대와 최소값을 제외한 나머지의 평균값으로 하였다. 아답터는 No. 34와 No. 44를 사용하였다.

팽화율

팽화율은 제품의 직경과 사출구 직경의 비로써 계산하였으며, 제품 중 무작위로 20개의 시료를 취하여 Digital

Mitutoyo caliper(U.S.A)를 이용하여 10회 반복측정 후 평균값을 구하고 사출구 직경으로 나누었다.

수분흡수지수

압출팽화물의 분말 2.5 g을 정확하게 측정하여 무게를 칭량한 각각의 tube에 담고, 증류수 25 mL을 넣어 섞은 다음 30°C water bath에서 10분간 교반한 다음 9,000 rpm에서 15분간 원심분리하고 남은 침전물의 무게와 시료 무게의 비를 수분흡수지수로 계산하였다.

$$WAI = (\text{상등액을 따른 후 tube의 무게} - \text{tube무게}) / \text{시료의 무게} \times 100$$

색 도

색도는 압출팽화물의 분말을 일정량 취하여 색차계(HunterLab Color Quest 4570, Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, Virginia, U.S.A)를 사용하여 측정하였고, 각 시료당 3회 측정된 L, a, b의 평균값으로 하였다. 대조군(쌀 100%)과 다시마를 첨가한 압출팽화물의 총색택의 차는 $\Delta E(\text{color difference})$ 로 표시하였고 ΔE 의 값은 다음 식에 의해 구하였다.

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

L, a, b는 대조군 압출팽화물의 값이고, L', a', b'는 다시마를 첨가한 압출팽화물의 값이다.

관능검사

압출물의 관능검사는 15명의 패널요원이 수분함량, barrel의 온도 및 다시마분말 첨가량의 조건을 다르게 하여 제조한 시료의 외관, 색, 맛, 텍스처, 전체적인 기호도에 대하여 5점 평점법으로 평가하였으며, 관능검사 결과는 SPSS program을 사용하여 5% 유의차 검정을 하였다.

결과 및 고찰

수분함량에 따른 쌀 압출팽화물의 특성

다시마 분말을 첨가한 쌀 압출팽화물의 최적수분함량 조건을 설정하기 위해서 먼저 수분함량을 18, 20, 22%로 조건을 달리하여 제조한 쌀 압출팽화물의 특성을 조사하여 최적수분함량을 선별하고자 하였다.

수분함량의 비율을 달리하여 제조한 압출팽화물의 수분흡수지수, 텍스처, 팽화율, 색도를 분석한 결과는 Table 1과 같다. 압출팽화물로 갖추어야 할 품질 특성은 Lee와 Kim(17)에 의하면 가급적 낮은 텍스처, 높은 팽화율, 높은

Table 1. Change of water absorption, texture, expansion ratio and color values of the rice extrudate with various moisture contents

Sample	Sample		Water absorption (%)	Texture (g/cm ²)	Expansion ratio	Hunter color		
	Barrel temp (°C)	Moisture content (%)				L	a	b
Rice powder		18	705	13,271	1.60	86.41	-1.26	12.72
	100	20	691	15,412	1.66	87.47	-1.25	11.46
		22	686	19,694	1.72	89.55	-1.26	11.78

수분흡수지수가 좋은 압출팽화물이라고 보고하고 있어 본 연구에서도 위와 같은 조건을 최적 조건으로 설정하고자 하였다. 수분흡수지수는 수분함량 18%에서 705로 가장 높게 나타났으며 22%에서 686으로 낮은 결과였다. Mercier와 Feillet(18)에 의하면 쌀 압출팽화물 실험에서 수용성 dextrin과 수용성 전분의 영향 때문에 수분함량이 적을수록 수분흡착력이 증가하는 것으로 보고하였고, Bhattacharya 등(19)도 역시 수분함량이 증가하면 압출팽화물의 수분흡착력이 낮아지는 것으로 발표하여 본 실험 결과와 유사한 경향이었다. 압출팽화물의 텍스처값에서 Lee 등(20)은 압출팽화물로서 텍스처가 단단하지 않아야 한다고 보고하고 있다. 수분함량이 18%에서 22%로 함량이 높아질수록 압출팽화물의 텍스처는 증가하였다. Bhattacharya 등(19)은 수분함량이 높을수록 밀도가 높아지므로 파단강도가 높아진다는 연구결과와 일치하였다. 압출팽화물의 팽화는 압출성형기 내부에서 일어나는 증발압 변화와 열 발생으로 인하여 부분적인 용융이 일어나 die를 경계로 고압에서 저압으로 나오면서 급격한 압력저하로 수분 및 휘발성 물질들의 증발을 동반하는 현상으로 원료의 수분함량에 영향을 받는다(21). 본 실험에서는 수분함량이 증가할수록 쌀의 전분질 원료가 높은 팽화를 나타냈다. 이는 원료에 수분이 die를 통과할 때 많은 수분이 증발되면서 큰 기공을 형성하여 팽화율이 높아지는 반면에 수분함량이 적은 원료는 수분 증발량이 적어 팽화율이 낮은 것으로 사료된다 이와같이 수분함량에 따른 이화학적 특성을 조사한 결과 높은 수분흡수지수, 낮은 텍스처값을 가진 18%를 최적 수분함량으로 설정하였다.

수분함량을 달리한 압출팽화물의 색도변화를 알아보기 위해 색차계를 이용하여 Hunter L, a, b 값을 측정한 결과 명도(L)값은 수분함량이 낮을수록 가장 낮은 값을 보였다. 이는 원료의 수분함량이 낮아 압출성형과정 중 갈변현상이 일어났을 것으로 생각되어진다. 수분함량에 따른 쌀 압출팽화물의 적색도(a)는 -값으로 적색보다는 녹색을 보였고 시료간의 유의적인 차이를 보이지 않았다 황색도(b)에서는 수분함량 18%에서 12.72로 가장 황색도가 높았다. 이와같이 수분함량이 증가할수록 밝은 색을 띄었으나 적색도와 황색도는 시료간에 차이가 없었다.

Barrel 온도 변화에 따른 쌀 압출팽화물의 특성

쌀 압출팽화물의 최적수분함량을 18%로 설정하고, barrel 온도를 100, 120, 140°C의 3가지 조건으로 하여 제조한 쌀 압출팽화물의 특성을 조사하여 최적 barrel 온도를 선별하고자 하였다.

최적 수분함량을 18%로 고정시키고 barrel 온도에 따른 쌀 압출팽화물의 최적 온도조건을 설정하기 위하여 수분흡수지수, 텍스처, 팽화율을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 먼저 수분흡수지수는 barrel 온도가 100°C일때 624였는데 온도가 올라갈수록 증가하여 140°C일때는 686으로 증가하였다. Anderson(22)에 의하면 수분흡수지수는 barrel 온도가 상승함에 따라 증가하는 추세를 보인다고 하였고, Gomez와 Agilera(23)도 생전분이 압출성형시 호화 및 충밀름 등의 전단력을 받아 호정화가 일어나 WAI가 증가한다고 보고하였다. 온도에 따른 압출팽화물의 텍스처는 100°C에서 13,271 g/cm²로 강도가 낮았고 120°C 일때는 13,690 g/cm², 140°C에서는 14,028 g/cm²으로 온도가 낮을수록 압출팽화물의 텍스처는 감소하여 조직이 부드러워지는 결과였다. 팽화율은 온도가 증가할수록 1.60에서 1.53으로 팽화율이 감소하였다. 본 연구에서 이화학적 성분 변화를 분석한 결과 barrel 온도가 100°C일때 낮은 텍스처, 높은 팽화율을 보여 barrel 최적 온도로 판단되었다.

Table 2. Change of water absorption, texture and expansion ratio of the rice extrudate with various barrel temperatures

Sample	Sample		Water absorption (%)	Texture (g/cm ²)	Expansion ratio
	Moisture content (%)	Barrel temp (°C)			
Rice powder		100	624	13,271	1.60
	18	120	662	13,690	1.58
		140	686	14,028	1.53

온도에 따른 쌀 압출팽화물의 색도 변화는 Table 3과 같다. 명도(L)은 100°C에서 86.41로 가장 낮았고, 140°C일때 87.56으로 가장 높았다. Extrusion cooking이 색도에 미치는 연구 결과들을 살펴보면 Do 등(24)은 barrel 온도가 증가함에 따라 명암도가 증가한다고 하였고 Mok 등(25)도 압출온도가 높으면 명도가 증가한다고 하였다. 적색도(a)는 100°C에서 -1.26, 120°C에서 -1.25, 140°C에서는 -1.14로 온도가 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈다. 황색도(b)는 barrel 온도가 가장 낮은 100°C에서 12.72로 가장 높았다. 이와같이 barrel 온도가 증가할수록 밝은 색을 띄고 적색도와 황색도는 점차 감소하나 시료간의 많은 차이는 없었다.

다시마 분말 첨가량에 따른 쌀 압출팽화물의 특성

최적 다시마 분말 첨가량을 설정하기 위해서 앞에서 선

Table 3. Change of color values of the rice extrudate with various barrel temperatures

Sample		L	a	b
Moisture content(%)	Barrel temp (°C)			
Rice powder	100	86.41	-1.26	12.72
	18	86.42	-1.25	12.58
	140	87.56	-1.14	12.07

발한 수분함량 18%, barrel 온도 100°C의 조건에서 다시마 분말을 10%, 20%, 30%, 40% 농도별로 첨가하여 제조한 쌀 압출팽화물의 특성을 조사하였다.

다시마 분말을 10%, 20%, 30%, 40%의 농도별로 첨가하여 수분흡수지수, 텍스처, 팽화율을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 수분흡수지수는 다시마를 첨가하지 않은 대조구에서 686으로 가장 높은 흡수율을 보였다. 다시마 분말 첨가 농도가 증가할수록 656에서 571으로 감소하였다. 이는 압출성형시 쌀 전분이 dextrin화 되어 수분흡수율이 높아진 것으로 사료된다. 압출팽화물의 텍스처는 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 조직감이 부드러워진 결과였다. 대조구는 13,271 g/cm²으로 다른 처리구보다 가장 높았으며 분말 첨가량이 증가할수록 12,073 g/cm²에서 10,423 g/cm²으로 유의적인 차이를 보여 첨가량이 증가할수록 압출팽화물의 조직감이 좋아짐을 알 수 있었다. Do 등(24)은 헤조류 함량이 증가할수록 텍스처가 낮아진다는 보고와 일치하였다. 팽화율은 쌀 100%가 1.60으로 가장 낮았고 다시마 첨가량이 증가할수록 높아졌다. Bhattacharya와 Hanna(19)은 압출팽화물에서 팽화율이 클수록 텍스처는 작아진다고 하였는

Table 4. Change of water absorption, texture and expansion ratio of the rice extrudate added with sea tangle powder

Sample		Water absorption (%)	Texture (g/cm ²)	Expansion ratio
Moisture content(%)	Barrel temp.(°C)			
Control		686	13,271	1.60
Sea tangle 10%		656	12,073	1.67
Sea tangle 20%	18	638	11,202	1.70
Sea tangle 30%		591	11,061	1.74
Sea tangle 40%		571	10,423	1.81

데 본 실험의 결과와 일치하였다.

다시마 분말 첨가량에 따른 압출팽화물의 색도는 Table 5와 같다. 압출팽화물의 색도는 원료의 색깔이 가장 큰 영향을 미치는데, 쌀 보다는 다시마가 L값이 낮아 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 명도값이 낮아져 다시마 분말 함량이 많으면 색깔이 너무 진해 외관상 보기 좋지 않았다. 적색도(a)는 분말 첨가량이 증가할수록 녹색이 진해져 - 값이 증가하였고, 황색도(b)는 분말 첨가량이 증가할수록 대조구보다 황색도가 증가하였다. ΔE 값은 대조구보다 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 ΔE 값이 증가하였다.

수분함량, barrel 온도변화, 다시마 첨가량에 따른 압출팽화물의 관능평가 결과는 Table 6과 같다. 먼저 수분함량에 따른 관능평가에서는 수분함량 18%가 모든 평가항목에서 가장 우수한 점수를 얻어 최적조건임을 알 수 있었다. Barrel 온도에 따른 압출팽화물의 관능평가는 barrel 온도가 100°C 일때 가장 선호도가 높은 결과였다. 다시마 첨가량에 따른 관능평가는 다시마를 첨가하지 않는 control과 다시마 10%

Table 6. Sensory evaluation of the rice extrudate with various moisture contents, barrel temperatures and sea tangle powder

Sample		Appearance	Color	Taste	Texture	Overall acceptability
Moisture content(%)	Barrel temp.(°C)					
Rice powder 100%	18	3.86 ^{b1)}	3.53 ^b	3.46 ^b	3.66 ^c	4.06 ^c
	20	3.13 ^a	3.33 ^{ab}	3.40 ^b	2.86 ^b	3.13 ^b
	22	3.00 ^a	2.93 ^a	2.26 ^a	1.73 ^a	2.33 ^a
Rice powder 100%	100	3.93 ^b	3.80 ^b	3.60 ^b	3.40 ^b	3.93 ^b
	18	3.86 ^a	3.66 ^a	3.26 ^{ab}	3.01 ^b	2.93 ^a
	140	3.33 ^a	3.06 ^a	2.93 ^a	2.40 ^a	2.66 ^a
Control		3.86 ^c	3.33 ^c	3.40 ^b	3.33 ^a	3.73 ^c
Sea tangle 10%		3.53 ^c	3.46 ^c	3.26 ^b	3.26 ^a	3.60 ^c
Sea tangle 20%	18	2.73 ^b	2.46 ^b	2.46 ^a	2.86 ^a	2.73 ^b
Sea tangle 30%		2.26 ^{ab}	1.93 ^a	2.40 ^a	2.80 ^a	2.13 ^a
Sea tangle 40%		1.80 ^a	1.53 ^a	2.00 ^a	2.66 ^a	1.86 ^a

¹⁾Means with column with different letters are significantly different(P<0.05)

*Sensory score scales 1(extremely dislike or weak)~5(extremely like or strong)

Table 5. Change of color values of the rice extrudate added with sea tangle powder

Sample	Sample		L	a	b	ΔE
	Moisture content(%)	Barrel temp (°C)				
Control			86.41	-1.26	12.72	-
Sea tangle 10%			69.41	-1.31	16.27	17.55
Sea tangle 20%	18	100	65.77	-1.75	16.42	21.18
Sea tangle 30%			63.22	-1.86	16.64	23.70
Sea tangle 40%			58.78	-1.91	17.33	28.18

첨가구를 비교하면 모든 항목에서 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과로 부터 쌀로만 만든 압출팽화물보다 다시마를 첨가하여도 제품의 품질에 영향을 미치지 않아 영양적 기능을 강화시킬 수 있는 제품을 제조할 수 있을 것으로 사료된다 다시마 20% 이상 처리구에서는 다시마 특유의 냄새 때문에 전체적으로 낮은 평가를 받았다.

요 약

다시마 분말을 첨가한 쌀 압출팽화물의 최적제조조건을 설정하기 위하여 원료의 수분함량, 압출성형기의 barrel 온도, 다시마 첨가량의 변화에 따른 압출팽화물의 특성을 조사하였다. 수분함량 18%에서 높은 수분흡수지수, 낮은 텍스처 값을 나타내었고, barrel 온도는 100°C에서 낮은 텍스처와 높은 팽화율을 보여 이화학적 특성이 좋았다. 쌀가루에 다시마를 첨가한 압출팽화물은 첨가량이 증가할수록 수분흡수지수는 감소하고 텍스처는 부드러워졌으며, 팽화율은 높아졌다. 관능평가에서도 수분함량 18%와 barrel 온도가 100°C일때 가장 선호도가 좋았다 다시마를 첨가하지 않은 control과 다시마 10% 첨가구는 유의적인 차이가 없었으나 다시마 20% 이상 부터는 다시마 특유의 냄새 때문에 전체적으로 낮은 평가를 받았다. 이러한 결과로 부터 다시마 분말 10%를 첨가하여도 제품의 품질에 영향을 미치지 않고 영양적 기능을 강화시킬 수 있는 제품을 제조할 수 있을 것으로 판단 되었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부와 목포시에서 지원하는 기술개발용역사업인 “해조류와 가공과 기능성 물질 개발연구” 결과의 일부로서 연구비 지원에 감사드리며, 연구수행에 많은 도움을 준 RRC 식품산업기술연구센터에도 감사드립니다.

참고문헌

- Jung, B.I., Don, K.P., Kim, E.S., Rhee, K.S. and Rhee, K.C. (2000) Single-screw extrusion puffing of rice flour-defatted soy flour-squid, blends : Process optimization and product characterization. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 29, 412-419
- Ranhotra, G.S. and Vetter, J.L. (1991) Food considered for nutrient addition ; snacks and confectioneries. In Nutrient Addition to Food, eds Bauernfeind, J.C. and Lachance, P.A. Food & Nutrition Press, Inc., Trumbull, CT, USA, p.319-345
- Sim, Y.J., Jung, B.M. and Rhee, K.C. (2001) Quality characteristics of extruded formulated products prepared from blends of rice flour, corn flour and fish muscle by single-screw extrusion. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 45-49
- Kim, S.J., Mook, J.S., Park, J.W., Park, I.B., Kim, J.M., Rhim, J.W., Jung, S.T. and Kang, S.G. (2004) Quality of soybean paste prepared with sea tangle, sea mustard and anchovy powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 33, 875-879
- Kang, Y.J., Ryu, K.T. and Kim, H.S. (1996) Preparation of cellular liquid from brown seaweeds for functional tonic products. J. Korean Soc. Food Nutr., 25, 94-103
- Yoon, M.O., Lee, S.C., Rhim, J.W. and Kim, J.M. (2004) Comparison of alginic acid yields and viscosity by different extraction conditions from various seaweeds. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 33, 747-752
- Lee, K.H., Song, B.K., Jeong, I.H., Hong, B.I., Jung, B.C. and Lee, D.H. (1997) Processing condition of seasoning material of the mixture of *Laminaria* and enzyme-treated macderel meat Korean J. Food Sci Technol., 29, 77-81
- Jung, E.J. and Bang, B.H. (2003) The effect on the quality of yogurt added water extracted from sea tangle. Korean J. Food Nutr., 16, 66-71
- Cho, S.Y., Kang, H.J., Joo, D.S., Lee, J.S. and Kim, S.M. (1999) A comparative study on physical properties and gel formation abilities of hot-water extractable material, water-soluble alginate and alkali-soluble alginate extracted from *Laminaria japonica* in east sea. J. Korean Fish. Soc., 31, 774-778
- Cui, C.B., Lee, E.Y., Lee, D.S. and Ham, S.S. (2002) Antimutagenic and anticancer effects of ethanol extract from korean traditional *Doenjang* added sea tangle. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31, 322-328

11. Kwon, Y.M. and Kim, D.H. (2002) Effects of sea tangle and chitosan on the physicochemical properties of traditional *kochujang*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31, 977-985
12. Jung, J.Y., Hur, S.S. and Choi, Y.H. (1999) Studies on the efficient extraction process of alginic acid in sea tangle. Food Eng. Progr., 3, 90-97
13. Kwon, E.A., Chang, M.J. and Kim, S.H. (2003) Quality characteristics of bread containing *Laminaria* powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 406-412
14. Sim, Y.J., Jung, B.M. and Rhee, K.C. (2001) Quality characteristics of extruded formulated products prepared from blends of rice flour, corn flour and fish muscle by single-screw extrusion. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 45-49
15. Shin, M.S., Mun, S.H. and Bae, C.H. (2002) Effects of processing parameters of twin screw extruder and dry methods on the resistant starch formation from normal maize starch. Korean J. Human Ecology, 5, 62-72
16. Kee, H.J., Ryu, G.H. and Park, Y.K. (2001) Physical properties of extruded snack made of dried onion and onion pomace. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30, 64-69
17. Lee, S.H. and Kim, C.K. (1994) Optimization for extrusion cooking conditions of rice extrudate by response surface methodology. J. Korean Food Nutr., 7, 137-143
18. Mercier, C. and Feillet, P. (1975) Modification of carbohydrate components by extrusion-cooking of cereal products. Cereal Chem., 52, 283-297
19. Bhattacharya, M., Hanna, M.A. and Kaufman, R.E. (1986) Textural properties of extruded plant protein blends. J. Food Sci., 51, 988-993
20. Lee, Y.C., Ha, Y.C., Bock, J.Y., Shin, D.B. and Lee, K.H. (1990) Effects of raw material and extrusion cooking conditions on physical and chemical properties of the puffed rice extrudate. Korean J. Food Sci. Technol., 22, 105-109
21. Peri, C. Barbieri and Casiraghi, E.M. (1983) Physical, chemical and nutritional quality of extruded corn germ flour and milk protein blends. J. Food Technol., 18, 43-49
22. Anderson, R.A. (1982) Water adsorption and solubility and amylograph characteristics of roll cooked small grain products. Cereal Chem., 59, 265-269
23. Gomez, M.H. and Agilera, J.M. (1984) A physicochemical model for extrusion of corn starch. J. Food Sci., 49, 378-383
24. Do, J.R., Oh, S.L., Kim, Y.M., Jo, J.H., Moon, K.D., Jo, K.S. and Koo, J.G. (1994) A study on the physicochemical properties of extrudate containing sea mustard by single extruder. Bull. Korean Fish. Soc., 27, 13-26
25. Mok, C.K., Nam, Y.J. and Min, B.Y. (1984) Extrusion process of barley flour for snack processing. Korean J. Food Sci. Technol., 16, 429-436

(접수 2005년 3월 15일, 채택 2005년 5월 27일)