creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

이학석사 학위논문

갈조류 Paste 혼합비율에 따른

쇠고기Patty의 기호도와 식품학적 특성

2008년 2월

부경대학교 대학원

식품생명과학과

김윤희

이학석사 학위논문

갈조류 Paste 혼합비율에 따른 쇠고기Patty의 기호도와 식품학적 특성

지도교수 류홍수

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함

2008년 2월

부경대학교 대학원

식품생명과학과

김윤희

김윤희의 이학석사 학위논문을 인준함

2008년 2월 26일

주 심 이학박사 류 은 순 인

위 원 농학박사 남 택 정 인

위 원 공학박사 류 홍 수 인

목 차

Abstract ····· iv

I. 서론 ····· 1

Ⅱ. 재료 및 방법 ····· 6

1. 재료의 준비와 조리 ····· 6

1.1 재료 ····· 6

1.2 시료의 제조 ····· 6

2. 혼합물 실험계획법(Mixture Design)과 반응표면분석 (Response Surface Methodology) ····· 7

3. 조리수율(Cooking Yield)와 직경 감소율 ····· 9

4. 물성검사(Texture Profile Analysis) ····· 10

5. 관능검사 ····· 12

5.1 관능적 특성 평가 ····· 12

5.2 혼합비율의 최적화를 위한 관능검사(Panel Test) ····· 13

5.3 소비자 기호도 조사(Consumer Acceptability) ····· 14

6. 일반성분 분석과 품질평가 ····· 16
6.1 일반성분 분석 ····· 16
6.2 단백질 품질평가 ····· 16
6.2.1 구성아미노산 분석 ····· 16
6.2.2 단백질 소화율(*In vitro*) ····· 17
6.2.3 단백질 효율비(C-PER; Computed Protein Efficiency Ratio)와 예측소화율(DC-PER; Discriminant Computed Protein Efficiency Ratio) ····· 17
6.3 보수력(Water Holding Capacity) 측정 ····· 18
6.4 TBA value ····· 18

7. 통계분석 방법 ····· 19

Ⅲ. 실험결과 및 고찰 ····· 20

1. 조리수율(Cooking Yield)와 직경감소율 ····· 20

2. 물성검사(Texture Profile Analysis) ····· 22

3. 관능검사 ····· 25
3.1 관능적 특성 평가 ····· 25
3.1.1 관능적 특성 ····· 25
3.1.2 반응표면분석 결과 ····· 33
3.1.3 관능 특성치와 물성치의 상관관계 ····· 42

3.2 혼합비율의 최적화를 위한 관능검사(Panel Test) ····· 44
3.2.1 혼합비율의 최적화를 위한 관능검사 결과 ····· 44
3.2.2 반응표면분석 결과 ····· 50
3.2.3 3개의 반응변수를 동시에 최대화하는 최적조건 ····· 56
3.3 소비자 기호도(Consumer Acceptability) ····· 58

4. 최적혼합비율의 Patty의 일반성분과 식품학적 품질 ····· 60
4.1 일반성분 ····· 60
4.2 단백질 품질 ····· 63
4.2.1 구성아미노산 조성 ····· 63
4.2.2 단백질 소화율(*In vitro*), C-PER과 DC-PER ····· 65
4.3 보수력(Water Holding Capacity) ····· 69
4.4 TBA value ····· 71

Ⅳ. 요약 및 결론 ····· 73

Ⅴ. 참고문헌 ····· 77

Effect of Ingredient Mixing Ratio on Sensory and Food Quality of Beef Patty Containing Brown Seaweed Paste

Yoon Hee Kim

Department of Food and Life Science, Graduate School

Pukyong National University

Abstract

At present, consumers prefer the reduced-fat meat products or low-calorie foods with dietary fiber to control body weight through low calorie intake and to prevent health problems such as adult disease like as cancel, diabetes and obesity. Therefore, in order to complement the nutritional problems of high fat or high calorie fast food, low calorie and high functional food ingredients could be incorporated into those food products.

The objective of this study were to optimize the mixture ratio of beef patty containing brown seaweed paste(BSPP) which can promise the low calorie and reduced-fat food products for maximizing sensory attributes. Ingredient mixture design in limited region and response surface methodology(RSM) were used to determine mixture ratio. Cooking yield, texture analysis and water holding capacity(WHC) were performed on raw and cooked patty

products. The effect of brown seaweed paste on WHC and protein denaturation of BSPP during frozen storage also experimented.

The cooking yield and reduction in diameter of patties containing brown seaweed paste were significantly improved than that of control.(p<0.05).

Optimum mixture ratio of BSPP was 6.44g of brown seaweed paste with 50.56g of ground beef, and predicted sensory score was 6.0 for overall acceptability. On the analysis result of overall acceptability by consumer test, sensory score of patty with optimum mixture ratio was higher 6.09± 0.88 than those of control(5.60± 0.61).

Crude fat content of patty(7.50%) based on optimum mixture ratio was lower than control(11.71%). Therefore, it could be confirmed that the effect of added brown seaweed paste on the reducing the fat content in BSPPP. Water holding capacity(WHC) of patty with optimum mixture ratio was far higher than those of control.

WHC of control was decreased from 74.94% to 71.47%, but BSPP with optimum mixture ratio show did not significant WHC changes during frozen storage. Therefore it could be confirmed that increased WHC of BSPP was from the added brown seaweed paste.

In vitro protein digestibility of BSPP was lower than those control. Protein digestibility of control drop to 80.65% from 86.56% during frozen storage period, while BSPP had not a notable protein digestibility changes during frozen storage. Therefore, results suggest that brown seaweed could prevent protein denaturation and

promote the quality improvement of beef patty during frozen storage and cooking.

Ⅰ. 서론

국민소득의 향상에 따른 외식산업의 발달로 현대인들의 식생활 문화가 간편화·서구화되어 쉽고 간편하게 조리하여 이용할 수 있는 편이식품(fast food)이 다양화되어 육 제품의 소비가 증가하고 있다. 소비가 급증하고 있는 육 가공제품 중에서도 patty는 젊은 소비자의 기호성이 높아 햄버거 전문점의 主 menu가 되고 있으며, 다른 육 제품에 비하여 단시간에 식사를 해결하려는 직장인과 서구의 입맛에 길들여진 어린이들이 선호하게 되면서 소비가 급증하고 있는 실정이다.

서구의 편이식품은 간편성, 경제성 및 관능성에 비중을 높이 두게 되므로, 칼로리, 포화지방산과 식염의 함량이 높고 비타민, 무기질, 식이섬유소의 함량이 낮아 영양적으로 바람직하지 못하다. 따라서 이러한 고단백 편이식품을 선호하는 식생활 방식 때문에 생활 습관병의 발병률이 높아지고 있어 저칼로리나 저지방 및 저콜레스테롤 식품의 요구도가 높아지고 있다.

저지방 육 제품을 생산할 때의 주요 관심사는 제조단가를 고려하여 고유의 육 제품에서 느낄 수 있는 맛, 풍미, 연도, 다즙성 등을 최대한 유지하는 것이다. 그러나 지방함량이 낮아지면 최종 제품의 연도, 다즙성 등 관능적 특성이 나빠지기 때문에 육류의 지방을 대체할 수 있는 성분이 보강될 필요가 있다. 저지방 육 제품을 개발할 때 이와 같은 문제점을 보완하고자 하는 노력의 일환으로 점질성 다당류, hydrocolloid를 지방대체물질로서 사용하는 방법이 많이 적용되고 있다. 이러한 관점에서 점질성 다당류를

많이 함유하고 있는 해조류, 특히 갈조류의 가치는 중요하다 할 수 있고, 또한 해조류에는 육지와 다른 바다라는 특수환경에서 만들어진 여러 가지 생리활성물질들이 함유되어 있어 부차적인 기능성을 기대할 수 있다.

미역(*(Undaria pinnatifida)*과 다시마(*Laminaria japonica)*는 갈조류(brown seaweed)의 대표적인 종으로 다양한 무기질, 비타민 및 섬유질 성분을 함유하고 있는 알카리성 식품으로서 우리식단에 매우 친근한 식품이며, 화학적으로 특징적인 점질성 다당류를 함유하고 있어 특이한 질감과 기능성을 제공하고 있다. 이들 다당류는 미역, 다시마 등에서 uronic acid 복합체인 alginic acid 형태로 20~30%정도 함유되어 있고, 황산기를 함유한 산성 다당으로 fucoidan이 다량 함유되어 있으며, cellulose도 포함되어 있다. 미역과 다시마에 많이 함유된 수용성 섬유질은 불용성 섬유질에 비해 보수력이 커서 겔 형성으로 점도가 높아지므로 포만감을 주고 영양소의 소화, 흡수를 지연시켜 당뇨병 환자에게 당 내성을 증진시키고 지질 대사를 개선하므로 당뇨병에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Torsdottir I et al., 1991) .

식이섬유 중 alginic acid는 갈조류의 세포벽을 구성하는 성분으로 mannuronic acid와 glucuronic acid로 형성된 복합다당류이다. Alginic acid는 신체 내에서 혈중 콜레스테롤의 수치를 저하시키는 효과가 있고 Cd과 같은 유해 중금속을 방출하는 작용을 하며, 유독한 방사능 물질인 strontium의 체외 배출 능력이 있으며 장내 세균 중 유해 미생물의 증식을 억제한다. 뿐만 아니라 *Bifidobaterium*과 *Lactobacillus*와 같은 유익한 균의 증식을 촉진

함으로써 변비 예방 및 다이어트에도 탁월한 효능을 보이고(Kuda T et al., 1992) 체내에서 Na을 K으로 치환하여 Na의 과다흡수를 억제하는 기능을 한다(Choi J H et al., 1986, Rhu B H etl., 1989). 일찍이 동의보감에서 다시마를 '곤포'라 하여 신체의 저항성을 높여주고 노폐물의 배설을 촉진하며, 고혈압, 동맥경화, 갑상선종, 신장염에 효과가 있을 뿐 아니라 암세포의 증식을 억제하고 노화를 예방하는 건강장수식품이라고 기록하고 있다.

최근 다시마의 항종양성, 항바이러스성, 항돌연변이 및 면역력 증강 등의 생리적 효과가 구체적으로 확인됨으로써, 다시마의 생리활성을 이용한 제품이 소비자의 높은 호응을 얻으면서 다시마의 수요는 점차 증가되고 있다.

소비자의 요구와 기대를 만족시킬 만한 제품을 개발하기 위해서는 소비자의 기호도에 맞는 정확한 조리법의 표준화와 최적화에 있다. 새로운 제품의 표준화와 최적화를 위한 첫 단계에서는 적절한 혼합물 실험계획법 내에서 올바른 통계적인 분석모형의 도입이 중요하며(Naes et al., 1999;Saguy et al., 1984; 한규홍, 2003), 반응표면분석기법(RSM;Response Surface Methology)이 최적화 작업에 긴요하게 쓰일 수 있으리라 기대되고 있다.

반응표면분석은 복수개의 요인변수들이 복합적인 작용을 함으로써 한 개나 여러 개의 반응변수들에 영향을 줄 때 이러한 반응의 변화가 이루는 반응표면에 대한 통계적인 분석방법을 말하며, 이는 회귀분석, 실험계획 및 최적화 이론을 아우르는 학제 간 연구 학문 분야이다(장대흥, 2005; Giovanni, 2005). 이러한 반응표면분석을 통하여 요인변수들과 반응변수들 간의 함수관계를 데이

터로부터 추정하여 요인변수들의 값의 변화에 따라서 반응량이 어떻게 달라지는 가를 예측할 수 있다. 또한 요인변수들의 어떠한 값에서 반응량이 최적화될 것인가를 찾아낸다. 따라서 가장 적은 수의 실험으로 가장 좋은 결과를 주는 실험계획을 할 수 있으며, 식품 조리 분야에서 다양하게 활용되고 있다. 전통적으로 많이 이용해 오던 실험계획은 요인변수들 중에서 한 변수를 제외한 모든 변수를 고정시키고 한 번에 한 변수만을 변화시켜 그 효과를 관찰하는 방법(One factor at the time method)을 적용해 왔으나 변수들이 상호의존성을 가지고 있을 경우는 이 방법으로 구해진 최적조건이 실제의 최적조건이라고 보기 어렵다. 그러므로 적절한 혼합물 실험계획법의 사용이 필수적이다(Cornell, 1990).

실험계획법 중 임의화 완전블록계획법(Randomized Complete Block Design)은 블록 안에 모든 가능한 처리조합이 수행되는 경우를 말하지만 실제의 실험설계에서 현실적으로 블록이 불완비인 경우가 발생할 수 있다. 특히, 불완비블록계획법(Incomplete Block Design) 중에서 사용된 처리조합에 대한 반복수가 동일한 경우를 균형 불완비블록설계(Balanced Incomplete Block Design: BIBD)라 일컫는다. 실험이 수일에 걸쳐서 수행되는 경우에, day라는 요인은 흔히 블록으로 간주되고 있지만 우리가 원하는 실험이 시간이 많이 걸리는 종류의 실험이라면, 실험하고자 하는 모든 조합을 하루 24시간 안에 수행하는 것이 어려울 수도 있을 것이다. 다시 말해서 한 블록 안에 모든 처리 조합을 수행하기 어렵다는 의미가 된다(박흥선, 2001). 따라서 수준수와 블록수가 많을 때 실험횟수를 줄이기 위하여 균형 불완비블록설계법이 사용된다.

따라서 본 연구는 간편성, 경제성, 선호도가 높은 쇠고기 patty에 최근 기능성 식품으로 많은 관심을 받고 있는 저칼로리의 갈조류를 paste(미역+다시마) 형태로 가공한 것을 첨가함으로써, 고지방의 쇠고기 patty의 영양학적 단점을 보완하고, 분쇄 육제품과 저지방 육제품의 문제가 되는 관능적 조직감(다즙성, 부드러움성)의 저하를 개선하고자 혼합물 실험계획법에 의한 반응표면분석기법을 이용하여 소비자들의 기호도에 초점을 맞춘 재료 혼합비율의 최적화를 시도하였다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 재료의 준비와 조리

1.1 재료

실험에 사용된 patty용 쇠고기는 호주산(호주 청청우)으로 목심을 사용하였고 갈조류 paste(미역+다시마)는 전라남도 완도군 소재 '㈜씨라이트'에서 제공받아 사용하였다. 양파는 녹즙기를 사용하여 즙을 내어 사용하였고 소금, 후춧가루는 부산시 남천동 대형할인마트에서 구입하여 사용하였다.

1.2 시료의 제조

Minitab을 이용한 혼합물 실험계획법(Table 1.)에 따라 patty용 쇠고기에 갈조류 paste(미역과 다시마 혼합 paste)를 혼합하고 양파즙(3g), 소금(0.6g) 및 후춧가루(0.1g)를 첨가하여 60±0.5g으로 맞춘 뒤 지름 10㎝의 틀에서 성형하였다. Patty는 냉동고에(-18±3℃) 보관 후, 표면온도가 200±20℃로 조절된 전기그릴에서 앞뒤로 뒤집어 5분씩 구워 낸 뒤 관능검사, 물성검사를 위한 시료로 사용하였다.

2. 혼합물 실험계획법(Mixture Design)과 반응표면 분석(Response Surface Methodology)

혼합물 실험계획법(Mixture experimental design)은 Scheff (Scheff H, 1958)가 처음 제안한 방법으로, 여러 성분으로 되어있는 혼합물에서 각 성분이 반응량에 미치는 유의한 영향을 파악하고 반응량을 최대 또는 최소로 만드는 최적 혼합비율을 찾고자 하는 실험계획법을 말한다. 혼합물 실험계획법 중 제한된 영역에서의 실험계획법은 전 영역이 아니고 제한된 영역에서만 실험이 가능한 경우 즉, 각 인자가 $0 \le x_i \le 1$ 의 모든 값을 취할 수 있는 것이 아니라 제한된 구간, $0 \le a_i \le x_i \le b_i \le 1$ 안에서만 값을 취할 수 있는 경우이다. 이와 같은 이유는 경제적인 이유나, 또는 실험 전 인자들의 성질에 대하여 상당한 정보가 있거나 하는 경우가 될 것이다.

본 연구는 총량(60g)이 100%로 전제되는 혼합물에서 구성재료(갈조류 paste x_1, 쇠고기; x_2) 간의 상대적인 비율에 따른 영향과 최적 비율을 찾고자 한다. 인자 중 갈조류 paste(x_1)를 $0 \le x_i \le 1$에 만족 시키려면 갈조류 paste의 양이 최대 57g이 되는 patty를 제조해야 하지만 patty의 성형이 불가능하고 관능적인 문제점 때문에 예비실험을 통해 patty의 성형이 가능하고 관능적으로 문제가 없는 영역(b_i=0.2653)을 설정하여 제한된 영역에서의 실험계획법을 사용하였다.

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$0 \le x_1 \le 0.2653$$

$$0.7347 \le x_2 \le 1$$

Table 1. Mixture ratio of ten formulations of beef patty containing brown seaweed paste[1].

Formulation Number[2]	Ingredients of patty(g)[3]			
	BSP[5] (x_1)	Beef (x_2)	OJ[4] (x_3)	Total(g)
1	0	57	3	60
2	8.38	48.62	3	60
3	9	48	3	60
4	10.06	46.94	3	60
5	11.17	45.83	3	60
6	12	45	3	60
7	12.96	44.04	3	60
8	13.57	43.43	3	60
9	15	42	3	60
10	15.12	41.88	3	60

[1]Experimental run were performed in random order by MINITAB(Minitab, 2000)

[2]Formulation numbers correspond to the numbers shown in figures.

All formulation contained 0.1%(w/w) of ground black pepper and 0.6%(w/w) of taste salt.

[3]Ground beef ranged from 41.88 to 57, BSP(brown seaweed paste) ranged from 0 to 15.12. [4]OJ(onion juice) fixed 5%(3g).

[5]BSP(brown seaweed paste) was assorted tangle and brown seaweed as a weight ratio of 1:1

본 실험의 설계에 들어가기 앞서 예비 실험을 통해 3개의 실험점으로 paste 첨가량 9g, 12g, 15g을 설정하고 제한된 영역에서의 실험계획법에 따라 10개의 실험군으로 하였고, 모든 구성재료의 총량은 100%(60g)가 되도록 하였으며, 각 군의 재료 혼합 비율은 Table 1과 같다. 쇠고기 patty의 구성재료인 갈조류 paste(x_1), 쇠고기(x_2)를 2개의 요인변수로 하였는데, 이때 갈조류 paste 양을 예비 실험을 통해 최대 15.12%(code 0.2653)로 고정하여 사용하였다. 이와 같은 방법으로 설계된 10개의 실험군으로 기호도 조사와 물성 검사를 실시하였다.

3. 조리 수율(Cooking Yield)과 직경 감소율

시료(중량60±0.5g)를 지름 10㎝의 원형 틀에 넣어 성형한 뒤 200±20℃의 전기 그릴에서 5분간 가열 한 후 2분간 방냉 시킨 다음, 무게와 직경을 측정하였으며 10회 반복 하였다.

조리수율(%)은 patty의 가열 전, 후 무게의 변화를 백분율로 나타내었다.

$$\text{Cooking yield}(\%) = \frac{\text{Cooked weight}}{\text{Raw weight}} \times 100$$

직경 감소율은 patty의 가열 전, 후 직경의 변화를 백분율로 나타내었다.

$$\frac{\text{Raw patty diameter} - \text{Cooked patty diameter}}{\text{Raw patty diameter}} \times 100$$

4. 물성검사(Texture Profile Analysis)

Patty의 조직특성은 컴퓨터와 연결된 Texture Analysis(TA-XT2i, stable micro system, England)를 사용하여 시료의 서로 다른 부위를 two bite compression test로 10회 반복 측정하였으며, 이때의 사용기기 분석 조건은 다음과 같다(Table 2). Texture analyzer를 사용하여 얻어지는 force-time curve로부터 TPA(Texture Profile Analysis) parameter를 측정하여 기계적인 경도(hardness), 부서짐성(fracturability), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)의 특성치를 Born 분류법에 따라 분석하였다(Born MC, 1978:Szczesniak AS, 1975). 물성 측정 중 시료의 온도를 관능적 특성 평가와 비슷한 온도로 맞추기 위하여 관능적 특성 평가가 끝난 시간대인 구운 후 5분 이내에 시료 별로 10회씩 측정을 마쳤다.

Table 2. Analytical condition of texture profile analysis

TA-XT2i[1] setting	
Pre-test speed	3.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	3.0 mm/s
Distance	60.0% strain
Time	2.00 sec
Load cell	25—1
Force	0.1kg
Temperature	40

[1]Texture Analyzer (Model TA-XT2i, Stable Micro System, England)

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

5. 관능검사

관능적 특성 평가와 재료의 혼합비율의 최적화를 위한 관능검사(panel test)는 블록(panelist)의 수준이 11개, 처리(patty)의 수준이 11개로 너무 많아 각 처리에서 5개의 블록이 있고 각 블록에서 5개의 처리가 있는 균형 불완비블록계획법(BIBD)을 시행하였다.

5.1 관능적 특성 평가

관능적 특성 평가를 수행하기 위한 patty는 Table 1의 혼합비율로 제조되었다. 관능검사원으로는 영양학을 전공하고 있는 대학생 11명이 참여하였으며 훈련을 통하여 평가방법 및 각 특성의 정의를 확립하고 검사를 수행하였다.

사용한 평가 척도는 9점 척도로 1점에서 9점으로 높아질수록 특성의 강도가 커지는 것을 나타내도록 하였다. 평가가 실시된 시간은 오전 11시 또는 오후 4시였고, 3회 반복 측정하였다.

색(color)의 특성으로는 갈조류 paste 첨가로 인한 patty표면의 녹색빛의 정도(매우 매우 진하다-매우 매우 연하다)를 평가하였으며, 냄새(odor)의 특성으로 해조 특유의 비린내(매우 매우 강하다-매우 매우 약하다), 향미(flavor)의 특성으로는 입안에서 해조 특유의 냄새(매우 매우 강하다-매우 매우 약하다)를 평가하였다. Patty의 텍스쳐의 특성으로 다즙성(juiciness,<매우 매우 적다-매우 매우 많다>), 경도(hardness, <매우 매우 약하다-매우 매우

강하다>), 씹힘성(chewiness, <매우 매우 약하다-매우 매우 강하다>)의 정도를 보았다.

세자리 숫자를 표시한 흰색 폴리에틸렌 접시(직경 6㎝)에 시료 15g씩 담아 한 개씩 임의의 순서로 제시된 11개의 시료를 평가하게 하였다. 평가 사이에 일어날 수 있는 오차를 줄이기 위해 한 종류의 시료 평가 후 물로 입을 헹구도록 하였으며 적당한 시간 간격을 두고 다음 시료를 평가하도록 하였다. Patty의 관능적 특성 평가 동안에는 새로운 시료를 맛 본 후 필요에 따라 이전에 평가했던 시료를 다시 맛보거나 점수를 고칠 수 있게 하였다.

관능 특성 평가의 결과는 panel test를 통한 관능 특성치의 정확성을 알아보기 위하여 texture analysis를 이용한 각 물성치와의 상관관계를 살펴보았다.

5.2 혼합비율의 최적화를 위한 기호도 조사(Panel Test)

반응표면분석기법을 이용한 재료의 최적혼합비율을 찾기 위하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사를 수행하기 위한 patty는 Table 1의 혼합비율로 제조하였으며 9점 기호 척도법을 이용한 설문지를 사용하였다. 9점은 '매우 매우 좋다', 7점은 '좋다', 5점은 '좋지도 싫지도 않다', 3점은 '싫다', 1점은 '매우 매우 싫다'로 나타내어 관능적 특성이 만족스러울수록 높은 점수를 주도록 하였다(정서진, 2005. 김광옥, 2001). 평가가 실시된 시간은 오전 11시 또는 오후 4시였고, 3회 반복 측정하였다.

평가항목으로는 다즙성(juiciness acceptability), 경도

(hardness acceptability), 씹힘성(chewiness acceptability) 및 전체적인 맛 (overall taste)을 평가하였다.

세 자리 숫자를 표시한 흰색 폴리에틸렌 접시(직경 6㎝)에 시료 15g씩 담아 한 개씩 임의의 순서로 제시된 11개의 시료를 평가하게 하였다. 평가 사이에 일어날 수 있는 오차를 줄이기 위해 한 종류의 시료 평가 후 물로 입을 헹구도록 하였으며 적당한 시간 간격을 두고 다음 시료를 평가하도록 하였다.

5.3 소비자 기호도 조사(Consumer Acceptability)

관능검사 결과를 반응표면분석기법을 사용하여 최적 혼합비율의 patty를 제조한 후 일반 패스트푸드점에서 판매되는 방법으로 햄버거 빵 사이에 patty, 토마토케첩, 머스터드 소스, 피클을 넣어 햄버거를 제조하여 소비자 기호도 조사를 실시하였다.

기호도 조사는 대학생과 일반인 100명을 대상으로 학교 내 교직원 식당과 학생식당에서 실시하였으며, 9점 기호 척도법을 이용한 설문지를 사용하였다. 9점은 '매우 매우 좋다', 7점은 '좋다', 5점은 '좋지도 싫지도 않다', 3점은 '싫다', 1점은 '매우 매우 싫다'로 나타내어 관능적 특성이 만족스러울수록 높은 점수를 주도록 하였다(정서진, 2005. 김광옥, 2001).

평가항목으로는 외관(Appearance), 향미(Flavor), 다즙성(juiciness acceptability), 경도(hardness acceptability), 씹힘성(chewiness acceptability) 및 전반적인 기호도(acceptability)였다.

시료는 흰색 폴리에틸렌접시(직경 6㎝)에 담아 제시하였으며 검사자는 관능평가 시 우선 외관을 살피고, 향을 맡은 후, 맛을 보도록 하였으며 평가 사이에 일어날 수 있는 오차를 줄이기 위해 한 종류의 시료 평가 후 물로 입을 헹구도록 하였으며 적당한 시간 간격을 두고 다음 시료를 평가하도록 하였다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

6. 일반성분 분석과 품질평가

6.1 일반성분 분석

AOAC 법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백은 semi-micro keldahl 법, 조지방은 Soxhlet 법, 회분은 건식 회화법으로 정량하였다(AOAC, 1990).

6.2 단백질 품질평가

6.2.1 구성아미노산 분석

구성아미노산은 Felker 와 Waine(Felker and Waine, 1987)의 방법에 따라 6N HCl 로 110℃ sand bath 에서 24 시간 가수분해 후 감압 농축한 액을 sodium citrate buffer(pH 2.2)로 10 ㎖ 정용하여 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia Biotech.)로 분석하였다. Cysteine 은 1-octanol, H_2O, 8.6M urea-EDTA s-olution, $NaBH_4$를 시료에 넣고 혼합하여 100℃ 수조에서 2 시간 방치한 후, 1M phosphate-0.2N HCl solution, acetone, DTNB/2M Tris-HCl buffer 를 첨가하여 412 ㎚에서 흡광도를 측정하였다. Tryptophan 은 Spies 와 Chamber 의 방법(Spies and Chamber, 1948)에 따라 19N H_2SO_4를 넣고 25℃의 암실에서 18 시간 동안 방치한 후, 0.04% $NaNO_2$를 넣고 580 ㎚에서 흡광도를 측정하였다.

6.2.2 단백질 소화율(*In vitro*)

단백질 소화율은 Satterlee 등의 방법(Satterlee, 1977; 1979)을 수정한 AOAC 법(AOAC, 1982)으로 측정하였다.
대조단백질로는 ANRC sodium caseinate 를 사용하였으며 α-chymotrypsin(41 units/㎎ solid, SIGMA), trypsin(14,600 BAEE units/㎎ solid, SIGMA) 혼합효소 1 ㎖를 가하여 37℃에서 10 분간 가수 분해시킨 뒤, *Streptomyces griceus* protease (58 units/㎎ solids, SIGMA)로 55℃에서 10 분간 다시 가수분해시켰을 때의 pH 를 측정하고 다음 식에 의해 계산하였다.

% digestibility = 234.84 - 22.56X

X : 효소 가수분해 20 분후의 pH

6.2.3 단백질 효율비(C-PER; Computed Protein Efficiency Ratio)와 예측소화율 (DC-PER; Discriminant Computed Protein Efficiency Ratio)

단백질 효율비는 *in vitro* digestibility 와 구성 아미노산 분석결과를 토대로 단백질의 질을 예측할 수 있는 방법으로 AOAC(AOAC, 1982; 1990)방법에 따라 계산하였다.

6.3 보수력(Water Holding Capacity) 측정

잘게 다진 patty 25g 을 원심분리관에 취하여 70℃의 water bath에서 30분간 가열하고 상온에서 10분간 방치한 후 2500rpm 에서 원심분리하였다. 원심분리가 끝난 후 분리된 육즙의 양과 시료의 총수분량을 측정하여 다음 공식에 의거하여 구하였다.

$$\text{수분손실(\%)} = \frac{\text{분리된 수분량(㎖)} \times 0.951^{*}}{\text{시료의 총수분함량(g)}} \times 100$$

* 0.951 ; 70℃에서 분리된 육즙중의 순수한 수분함량

보수력 = 100 - 수분손실(%)

6.4 TBA value

TBA value 는 Turner 법(Turner et *al*, 1954)에 따라 시료 5g 에 20% TCA solution (2M H_3PO_4 soln.) 5 ㎖와 0.01N TBA solution 10 ㎖를 가하여 100℃ 수조에서 30 분간 가열하여 실온까지 식힌 후, 혼합용액 15㎖(isoamylalcohol: pyridine=2:1, v/v)를 넣어 2 분간 흔들어 2400rpm 에서 원심분리한 후, 상층액을 취하여 538㎚에서 흡광도를 측정하였다.

7. 통계 분석방법

Patty 의 조리수율, 직경감소율, 일반성분, 단백질 소화율, 보수력 및 TBA value 의 분석자료는 SPSS program 을 사용하여 통계분석하였고, 모든 자료는 재료별로 집단화하여 평균과 표준편차를 구하고, 일원분산분석(One way ANOVA)을 통하여 집단간의 평균차를 검증한 후 Duncan's multiple range test 로 다중비교를 실시하였다

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

Ⅲ. 실험결과 및 고찰

1. 조리 수율(Cooking Yield)과 직경 감소율

쇠고기와 갈조류 paste 혼합 비율을 달리한 10종류의 patty와 갈조류 paste를 첨가하지 않은 대조구의 조리 수율과 직경 감소율을 실험한 결과를 Table 3에 나타내었다.

조리 수율은 식품 중의 수분, 단백질, 지방량, 가열온도, 조리방법 등이 복합적으로 작용하여 나타나게 되는데(Park C.K., 2000), 특히 가열에 의하여 수분 유출이 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 갈조류 paste를 첨가한 쇠고기 patty의 조리 수율의 경우 대조구는 74.45±1.18%로 갈조류 paste를 첨가한 모든 patty(78.43~80.78%) 보다 유의적으로 낮은 결과를 나타내었고 갈조류 paste 첨가구 사이에도 유의적인 차이를 나타내었다.

다시마나 미역에 함유된 알긴산은 고분자량의 biopolymer로서 분자간 matrix내에 수분을 포집(entrapment)하는 능력이 강하여(Moe S.T., 1995, Sime W.J., 1990) 알긴산을 포함하는 paste를 patty에 첨가하면 전체적으로 patty의 보수력이 증가하는 것으로 여겨진다. 갈조류 paste 첨가구 사이에도 유의적인 차이를 나타내었다. 가열감량이 높으면 경제적인 손실은 물론 육제품 중의 수분과 지방이 제거됨으로써 기계적인 조직감, 보수력, 지방 보유율을 나쁘게 하여 최종적으로 기호성에 나쁜 영향을 미치게 된다. Patty의 조리시 지방과 수분의 유출로 인해 크기 변화가 일어나

Table 3. Cooking Yield and reduction rate in diameter[1]. (%)

FN[2]	Cooking Yield	Reduction Rate in Diameter
1	74.45±1.18^{c}	25.60±0.61^{a}
2	80.78±1.85^{a}	13.80±0.84^{bc}
3	79.26±1.26^{ab}	14.20±0.45^{b}
4	79.80±1.11^{ab}	13.80±0.84b^{c}
5	78.51±1.94^{b}	13.80±1.64b^{c}
6	78.67±1.43^{b}	14.00±2.24^{b}
7	78.43±1.34^{b}	14.00±1.22^{b}
8	77.87±0.87^{b}	12.60±2.61^{bc}
9	78.55±1.88^{b}	12.60±2.51^{bc}
10	78.86±1.19^{ab}	11.20±1.64^{c}

[1]Means of five replicates. Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different(p<0.000, Duncan's multiple range test).

[2]Formulation numbers correspond to the numbers shown in Table 1.

며 과도한 크기 감소 및 변형은 소비자의 기호성을 떨어뜨리는 원인을 제공할 수 있다(Kim M.W., 2005). 이를 개선하기 위하여 식이섬유 및 대두 단백질을 첨가하면 가열 후 무게와 직경이 덜 감소되는 것으로 알려져 있지만 갈조류 paste를 첨가하면 이보다 더 좋은 효과를 얻을 수 있는 가능성이 있다.

Patty의 직경 감소율 역시 대조구(25.60%)가 갈조류 paste를 첨가한 모든 patty(11.20~14.20%)보다 유의적으로 크게 나타났으며 갈조류 paste 첨가구 사이에도 유의적인 차이를 나타내어 조리 수율의 결과들을 뒷받침 할 수 있었다.

2. Patty의 물성(Texture Profile)

Patty의 구성재료인 2가지 요인변수, BAP(x_1), 갈조류 paste(x_2)의 변화에 따른 물성값인 7가지 반응변수, 기계적인 경도(Y_1, hardness), 부서짐성(Y_2, fracturability), 부착성(Y_3, adhesiveness), 탄력성(Y_4, springness), 응집성(Y_5, cohesiveness), 점착성(Y_6, gumminess), 씹힘성(Y_7, chewiness)의 변화에 대한 관계를 반응표면 분석하였다.

갈조류 paste(x_1)와 쇠고기(x_2)의 혼합 비율을 달리한 10개의 실험군에 대한 물리적 특성을 비교하기 위해 Texture Analyzer로 측정한 검사의 결과는 Table 4에 나타내었다. 기계적인 경도(Y_1)는 control과 비교하여 갈조류를 첨가한 실험군 4-10에서 유의적인 차이를 나타내었으며 갈조류 paste 첨가량이 많아질수록

기계적인 경도가 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 갈조류 paste의 첨가로 인한 수분함량의 증가 때문으로 생각된다.

탄력성(Y_4)은 control과 비교하여 갈조류 paste를 첨가한 모든 실험군(2-10)이 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다. 응집성(Y_5) 또한 갈조류 paste를 첨가한 모든 실험군(2-10)이 control과 유의적인 차이를 나타내었으며 갈조류 paste의 첨가량이 많아질수록 응집성이 낮아지는 현상을 보였다. 점착성(Y_6)은 control과 비교하여 갈조류 paste를 첨가한 실험군 4-10에서 유의적인 차이를 나타내었으며 갈조류 paste의 첨가량이 많아질수록 점착성이 낮아지는 결과를 나타내었다. 씹힘성(Y_7) 또한 paste 첨가량이 많아 질수록(3-10) 낮아지는 현상을 보였는데 모든 실험군이 control과 유의적인 차이를 나타내었다.

경도는 육 제품의 단단함의 정도를 나타내며 탄성은 물리적 작용을 받아 변형된 것을 원래 상태로 회복시키는 힘의 정도를 나타내기 때문에 기계적 탄성과 관능적인 조직감은 관계가 크다고 볼 수 있다. 그리고 응집성은 서로 붙어 있으려고 하는 힘의 크기로 응집성은 점도와 관계가 있을 것으로 판단되며 씹힘성은 고체식품을 삼킬 수 있을 때까지 필요한 힘의 정도로 근육식품의 경우는 연도와 관련이 있으나 마쇄 육 제품에서는 오히려 물렁한 느낌으로 식감을 떨어뜨릴 수 있다.

물성간의 상관관계(Table 5)는 부서짐성(fractuability)를 제외한 모든 물성치간에 아주 높게 나타났는데, 특히 점착성과 씹힘성(r=0.940), 경도와 점착성(r=0.871), 경도와 씹힘성(r=0.880)의 상관계수가 높게 나왔다.

Table 4. Texture profile analysis of patties containing brown seaweed paste[1].

FN*	Hardness	Fracturability	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
1	4927.84±584.13^{a}	19.22±0.88^{abc}	-0.37± 0.29^{a}	0.82± 0.04^{a}	0.72± 0.02^{a}	3509.56±451.37^{a}	2821.37±435.57^{a}
2	4054.62±544.59^{c}	19.85± 0.73^{ab}	-3.89± 1.24^{ab}	0.79± 0.03^{ab}	0.56± 0.02^{b}	2134.67±234.85^{c}	1692.13±223.57^{d}
3	5019.08±787.11^{a}	19.23± 0.72^{abc}	-3.14± 2.01^{ab}	0.76± 0.01^{bc}	0.54± 0.01^{b}	3152.78±370.96^{a}	2405.66±321.01^{b}
4	4504.01±555.26^{b}	20.67±1.18^{a}	-4.73± 1.53^{abc}	0.76± 0.02^{bc}	0.54± 0.02^{b}	2211.43±189.37^{b}	2040.32±307.68^{c}
5	3861.49±773.53^{bcd}	18.08±0.91^{cd}	-8.99± 2.81^{bc}	0.78± 0.02^{bc}	0.55± 0.03^{b}	1988.29±306.46^{bc}	1543.62±242.19^{d}
6	3385.02±791.20^{cde}	19.31± 1.59^{abc}	-3.33± 3.10^{ab}	0.74± 0.02^{c}	0.48± 0.02^{cd}	1753.76±464.47^{c}	1039.55±330.12^{e}
7	3061.72±733.53^{def}	19.77± 0.70^{ab}	-3.47± 4.27^{ab}	0.78± 0.02^{ab}	0.50± 0.02^{c}	1249.03±300.54^{d}	979.41±227.10^{e}
8	2896.06±470.71^{ef}	18.55± 0.47^{bcd}	-7.57± 2.70^{bc}	0.75± 0.01^{bc}	0.45± 0.02^{d}	1161.56±227.23^{d}	956.90±199.54^{e}
9	2401.78±535.59^{f}	17.50±0.99^{d}	-10.34± 5.15^{c}	0.62± 0.03^{d}	0.35± 0.05^{e}	899.83±95.46^{de}	565.77±56.11^{f}
10	2460.87±499.02^{f}	20.04±2.30^{ab}	-11.65± 4.17^{c}	0.55± 0.04^{e}	0.31± 0.03^{f}	710.16±72.20^{e}	353.66±64.87^{f}

[1]Values within a column not sharing a superscript letter are significantly($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

x^1 : Brown seaweed paste, x^2 : Beef

1: x^1 0g, x^2 57g(control), **2**: x^1 8.38g, x^2 48.62g **3**: x^1 9g, x^2 48g **4**: x^1 10.06g, x^2 46.94g **5**: x^1 11.17g, x^2 45.83g **6**: x^1 12g, x^2 45g

7: x^1 12.96g, x^2 44.04g **8**: x^1 13.57g, x^2 43.43g **9**: x^1 15g, x^2 42g **10**: x^1 15.12g, x^2 41.88g **11**: x^1 12g, x^2 45g

Table 5. Correlations between texture attributes[1].

	Hardness	Fracturability	Adhesiveness	Springness	Cohesivenss	Gumminess
Fracturability	0.267					
	(0.060)					
Adhesiveness	0.552	0.166				
	(0.000)	(0.248)				
Springiness	0.580	0.017	0.655			
	(0.000)	(0.904)	(0.000)			
Cohesiveness	0.697	0.109	0.626	0.825		
	(0.000)	(0.452)	(0.000)	(0.000)		
Gumminess	0.871	0.117	0.592	0.646	0.821	
	(0.000)	(0.417)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	
Chewiness	0.880	0.134	0.557	0.683	0.835	0.940
	(0.000)	(0.353)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)

Cell contents : Person correlations (p-value).

Correlations higher than 0.500 were shaded.

3. 관능검사

3.1 관능적 특성 평가

3. 1.1 관능적 특성

6개의 반응변수(색, 냄새, 향미, 다즙성, 경도 씹힘성) 각각에 대하여 분산분석으로 관심요인인 첨가되는 갈조류 paste 비율에 대한 효과유무를 검정하였다. 분석시 패널리스트효과를 변량요인으로 고려한, 균형 불완비 블록설계(balanced incomplete block design)를 적용하였으며 분산분석 결과 유의한 결과에 대하여는 다중비교(multiple comparison)를 행하였다($p<0.05$).

색에 대한 관능 특성 검사 결과 첨가되는 갈조류 paste 비율을 달리한 처리간에 유의한 차이가 있었다. 다중비교(Duncan test) 결과 모든 처리간에 유의적인 차이를 나타내었으나 control에 대하여 처리구 2, 3(paste 8.38g, 9g ; 15%)은 별 차이를 나타내지 않았으며 paste의 첨가량이 증가할수록 관능점수가 낮아져 paste의 첨가로 인해 patty의 색이 짙어지는 것으로 나타났다. 따라서 최적 혼합비율의 paste의 첨가량을 고려할 때 15%까지는 patty의 표면이 녹색빛을 띄는 문제점을 최소화시킬 수 있으리라 생각된다.

냄새에 대한 관능 특성 검사 결과 첨가되는 갈조류 paste 비율을 달리한 처리간에 유의한 차이가 있었다. 다중비교(Duncan

test) 결과 모든 처리간에 유의적인 차이를 나타내었으나 control은 관능점수 8.60으로 처리구 2(8.40)와 큰 차이를 나타내지 않았으며 처리구 4-11은 관능점수 7.33-6.93로 비슷한 결과를 나타내었다. 이는 처리구 2(paste 8.38g)의 첨가 수준인 14%까지는 해조류 특유의 냄새로 인한 문제점을 최소화시키면서 관능적 조직감을 개선시킬 수 있으리라 생각된다.

향미에 대한 관능 특성 검사 결과 첨가되는 갈조류 paste 비율을 달리한 처리간에 유의한 차이가 있었다. 다중비교(Duncan test) 결과 control과 유의적인 차이가 있는 처리는 8개의 처리구(4-11)으로 관능점수 7.33-6.93을 나타내었으며 유의적인 차이가 없는 처리는 2개의 처리구(2, 3)이었다.

이는 처리구 3(paste 9g)의 첨가 수준인 15%까지는 해조류 특유의 냄새로 인한 문제점을 최소화시키면서 관능적 조직감을 개선시킬 수 있으리라 생각된다.

다즙성에 대한 관능 특성 검사 결과 첨가되는 갈조류 paste 비율을 달리한 처리간에 유의한 차이가 있었다. 다중비교(Duncan test) 결과 처리간에 유의적인 차이를 나타내었고 control에 대하여 10개의 처리구(2-11) 모두 유의적인 차이를 나타내었다. Paste의 첨가량이 증가할수록 다즙성이 증가하는 경향으로 나타났으며 이는 paste를 첨가함으로써 paste가 보유한 수분의 증가로 일어난 현상이라 생각된다.

경도에 대한 관능 특성 검사 결과 첨가되는 갈조류 paste 비율을 달리한 처리간에 유의한 차이가 있었다. 다중비교(Duncan test) 결과 처리간에 유의적인 차이를 나타내었고 control에 대하여 10개의 처리구(2-11) 모두 유의적인 차이를 나타내었다. Paste의 첨가량이 증가할수록 경도가 낮아지는 것으로 나타났으며 이는 첨가된 paste가 보유한 수분으로 인한 것으로 보여진다.

씹힘성에 대한 관능 특성 검사 결과 첨가되는 갈조류 paste 비율을 달리한 처리간에 유의한 차이가 있었다. 다중비교(Duncan test) 결과 모든 처리간에 유의적인 차이가 있으며 control과 유의적인 차이가 있는 처리는 8개의 처리구(4-11)이고 유의적인 차이가 없는 처리는 2개의 처리구(2, 3)이었다. Paste의 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 낮아지는 것으로 나타났으며 이는 첨가된 paste가 함유된 수분으로 인해 결착력이 떨어져 나타난 현상이라 볼 수 있다.

Table 6. Sensory score for sensory attribute of beef patties containing brown seaweed paste.

FN	Sensory attributes					
	Color	Odor	Flavor	Hardness	Juiciness	Chewiness
1	6.73±0.70^{a}	8.60±0.50^{a}	8.60±0.50^{a}	7.33±0.81^{a}	5.33±0.61^{g}	6.00±0.70^{ab}
2	6.60±0.63^{ab}	8.40±0.70^{ab}	8.40±0.63^{a}	6.93±0.45^{ab}	6.00±0.84^{f}	6.40±0.50^{a}
3	6.27±0.59^{abc}	8.13±0.53^{b}	8.11±0.51^{a}	6.60±0.50^{bc}	6.33±0.81^{ef}	6.25±0.83^{ab}
4	6.06±0.52^{bc}	7.28±0.51^{c}	7.18±0.5^{b}	6.28±0.67^{cd}	6.33±0.91^{ef}	5.78±0.86^{bc}
5	5.93±0.70^{c}	7.00±0.59^{d}	7.04±0.84^{b}	6.07±0.59^{de}	6.73±0.88^{ef}	5.47±0.63^{c}
6	5.40±0.51^{d}	7.33±0.59^{cd}	7.33±0.48^{b}	5.60±0.50^{ef}	6.53±0.63^{def}	5.58±0.50^{c}
7	5.40±0.73^{d}	7.13±0.63^{cd}	7.13±0.74^{b}	5.33±0.72^{f}	7.00±0.53^{cd}	5.50±0.51^{c}
8	4.93±0.70^{d}	7.00±0.84^{cd}	7.00±0.53^{b}	4.73±0.79^{g}	7.47±0.63^{bc}	5.60±0.63^{c}
9	4.33±0.82^{e}	6.93±0.45^{d}	6.93±0.59^{b}	4.27±0.45^{h}	7.8±0.41^{ab}	5.27±0.79^{c}
10	4.20±0.56^{e}	6.93±0.59^{cd}	7.00±0.75^{b}	3.87±0.63^{h}	8.27±0.45^{a}	4.70±0.73^{d}
11	5.40±0.91^{d}	7.20±0.67^{d}	7.27±0.59^{b}	5.67±0.48^{ef}	6.53±0.63^{def}	5.60±0.51^{c}

[1]Values within a column not sharing a superscript letter are significantly($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

x^1: Brown seaweed paste, x^2: Beef

1: x^1 0g, x^2 57g(control), **2**: x^1 8.38g, x^2 48.62g **3**: x^1 9g, x^2 48g **4**: x^1 10.06g, x^2 46.94g

5: x^1 11.17g, x^2 45.83g **6**: x^1 12g, x^2 45g **7**: x^1 12.96g, x^2 44.04g **8**: x^1 13.57g, x^2 43.43g

9: x^1 15g, x^2 42g **10**: x^1 15.12g, x^2 41.88g **11**: x^1 12g, x^2 45g

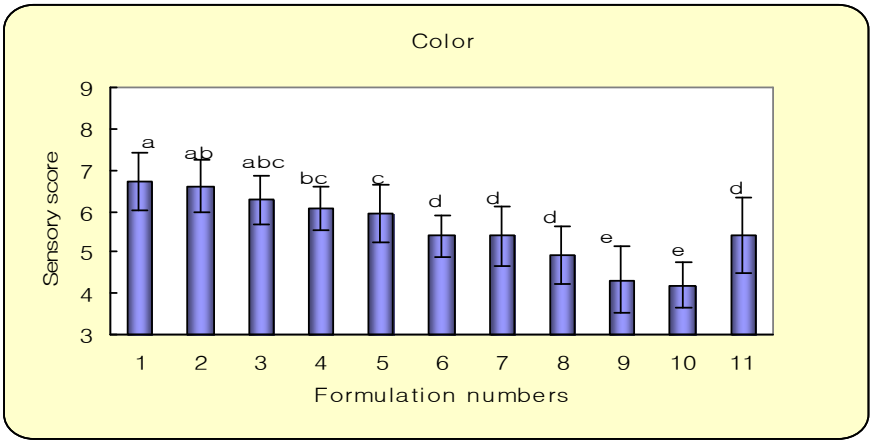

Figure 1. Sensory score for color of beef-brown seaweed patties[1].

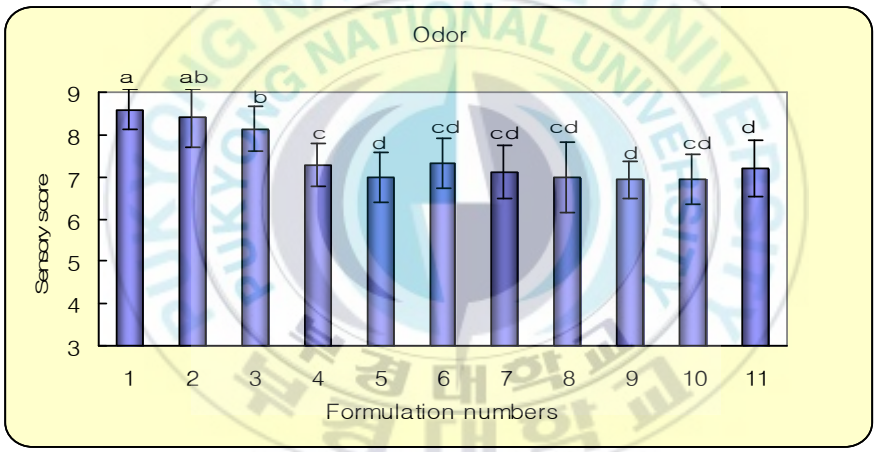

Figure 2. Sensory score for odor of beef-brown seaweed patties[1].

[1]Values within a column not sharing a superscript letter are significantly(p<0.05, Duncan's multiple range test).

x^1: Brown seaweed paste, x^2: Beef

1: x^1 0g, x^2 57g(control), **2**: x^1 8.38g, x^2 48.62g

3: x^1 9g, x^2 48g **4**: x^1 10.06g, x^2 46.94g **5**: x^1 11.17g, x^2 45.83g

6: x^1 12g, x^2 45g **7**: x^1 12.96g, x^2 44.04g **8**: x^1 13.57g, x^2 43.43g

9: x^1 15g, x^2 42g **10**: x^1 15.12g, x^2 41.88g **11**: x^1 12g, x^2 45g

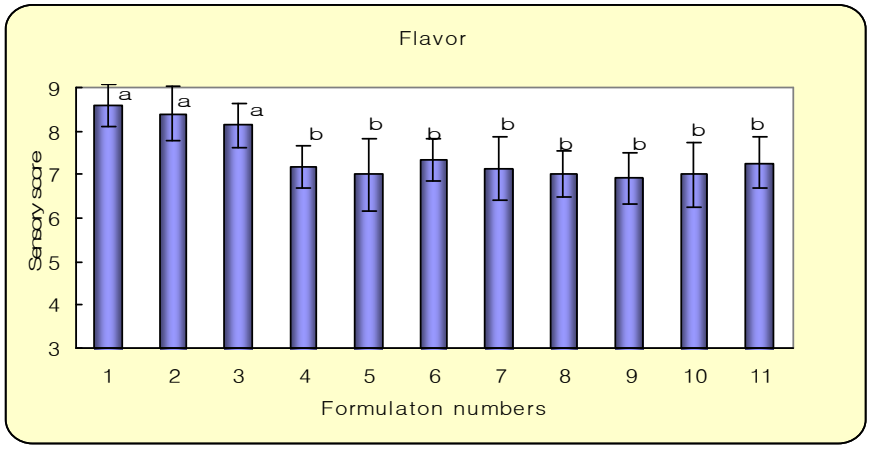

Figure 3. Sensory score for flavor of beef-brown seaweed patties[1]

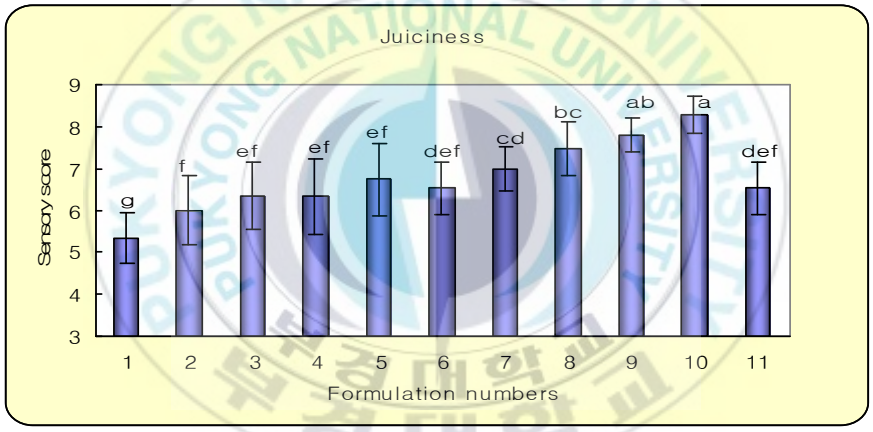

Figure 4. Sensory score for juiciness of beef-brown seaweed patties[1].

[1]Values within a column not sharing a superscript letter are significantly($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

x^1: Brown seaweed paste, x^2: Beef

1: x^1 0g, x^2 57g(control), **2**: x^1 8.38g, x^2 48.62g

3: x^1 9g, x^2 48g **4**: x^1 10.06g, x^2 46.94g **5**: x^1 11.17g, x^2 45.83g

6: x^1 12g, x^2 45g **7**: x^1 12.96g, x^2 44.04g **8**: x^1 13.57g, x^2 43.43g

9: x^1 15g, x^2 42g **10**: x^1 15.12g, x^2 41.88g **11**: x^1 12g, x^2 45g

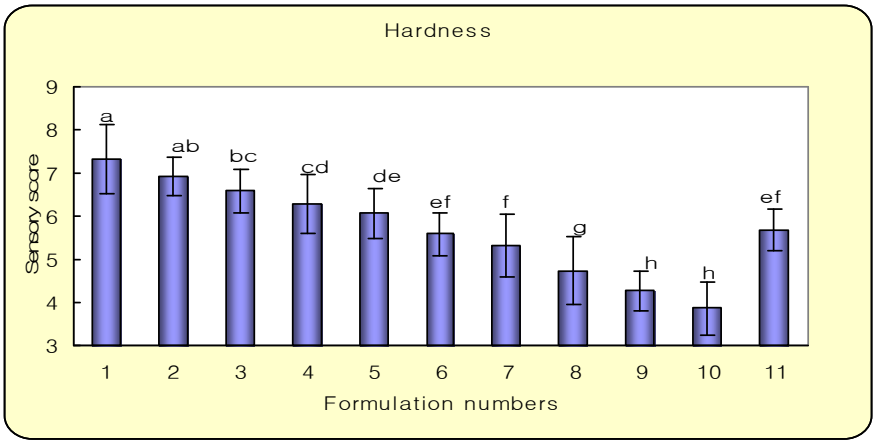

Figure 6. Sensory score for hardness of beef-brown seaweed patties[1].

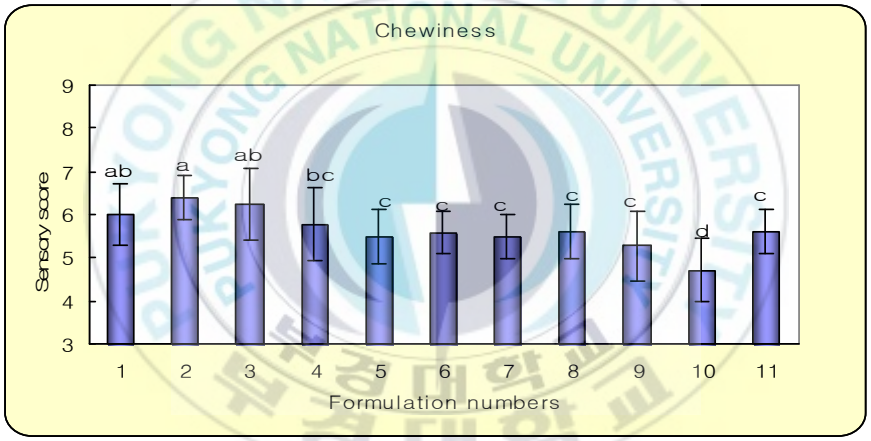

Figure 6. Sensory score for chewiness of beef-brown seaweed patties[1].

[1]Values within a column not sharing a superscript letter are significantly($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

x^1: Brown seaweed paste, x^2: Beef

1: x^1 0g, x^2 57g(control), **2**: x^1 8.38g, x^2 48.62g

3: x^1 9g, x^2 48g **4**: x^1 10.06g, x^2 46.94g **5**: x^1 11.17g, x^2 45.83g

6: x^1 12g, x^2 45g **7**: x^1 12.96g, x^2 44.04g **8**: x^1 13.57g, x^2 43.43g

9: x^1 15g, x^2 42g **10**: x^1 15.12g, x^2 41.88g **11**: x^1 12g, x^2 45g

3.1.2. 반응표면분석 결과

Patty의 색(color), 냄새(odor), 향미(falvor), 다즙성(juiciness), 경도(hardness), 씹힘성(chewiness)에 대한 반응표면 분석을 실시한 결과 제시된 회귀식을 Table 7에 나타내었다.

색(Color)

관능 특성 색에 대한 분산분석 결과 반응표면 회귀식은 다음과 같았으며 회귀모형(Figure 7)은 유의하였다.

$$Y_1 = 8.04x_1 + 6.64x_2 - 8.96x_1x_2$$

(y: 관능점수, x_1: 갈조류 paste, x_2: 쇠고기)

회귀모형은 paste의 첨가량이 증가할수록 관능점수가 낮아져 patty의 색(가열된 갈조류 특유의 녹색빛)이 짙어지는 것으로 나타났다.

냄새(Odor)

관능 특성 냄새에 대한 분산분석 결과 반응표면 회귀식은 다음과 같았으며 회귀모형(Figure 8)은 유의하였다.

$$Y_2 = 15.92x_1 + 8.39x_2 - 16.20x_1x_2$$

(y: 관능점수, x_1: 갈조류 paste, x_2: 쇠고기)

회귀모형은 paste의 첨가량이 증가할수록 관능점수가 낮아져 해

조류 특유의 냄새가 강해지는 것으로 나타났다.

향미(Flavor)

관능 특성 향미에 대한 분산분석 결과 반응표면 회귀식은 다음과 같았으며 회귀모형(Figure 9)은 유의하였다.

$$Y_3 = 16.45x_1 + 8.52x_2 - 17.25x_1x_2$$

(y: 관능점수, x_1: 갈조류 paste, x_2: 쇠고기)

회귀모형은 paste의 첨가량이 증가함에 따라 patty의 향미에 대한 관능점수는 낮아졌으며 이는 해조류의 첨가로 인해 patty의 해조류 특유의 냄새가 강해진 것을 의미한다.

다즙성(Juiciness)

관능 특성 다즙성에 대한 분산분석 결과 반응표면 회귀식은 다음과 같았으며 회귀모형(Figure 10)은 유의하였다.

$$Y_3 = -8.35x_1 + 5.36x_2 + 26.75x_1x_2$$

(y: 관능점수, x_1: 갈조류 paste, x_2: 쇠고기)

회귀모형은 paste의 첨가량이 증가함에 따라 patty의 다즙성에 대한 관능점수는 높아졌으며 이는 해조류가 보유한 수분이 부가되면서 나타나는 현상이라 볼 수 있다.

경도(Hardness)

관능 특성 경도에 대한 분산분석 결과 반응표면 회귀식은 다음과 같았으며 회귀모형(Figure 11)은 유의하였다.

$$Y_3 = 11.23x_1 + 7.22x_2 - 15.38x_1x_2$$

(y: 관능점수, x_1: 갈조류 paste, x_2: 쇠고기)

회귀모형은 paste의 첨가량이 증가함에 따라 patty의 경도에 대한 관능점수는 낮아졌으며 이는 다즙성과 역의 상관관계로 해조류가 보유한 수분이 부가되면서 나타나는 현상이라 볼 수 있다.

씹힘성(Chewiness)

관능 특성 씹힘성에 대한 분산분석 결과 회귀모형은 유의하지 않았다.

Table 7. Regression for each dependent sensory attributes

Dependent variables	Predictive models	R^2	*p*-value[a]
Color	$Y_1 = 8.04x_1 + 6.64x_2 - 8.96x_1x_2$	0.256	<0.000
Odor	$Y_2 = 15.92x_1 + 8.39x_2 - 16.20x_1x_2$	0.335	<0.000
Flavor	$Y_3 = 16.45x_1 + 8.52x_2 - 17.25x_1x_2$	0.212	<0.000
Juiciness	$Y_4 = -8.35x_1 + 5.36x_2 + 26.75x_1x_2$	0.302	<0.000
Hardness	$Y_5 = 11.23x_1 + 7.22x_2 - 15.38x_1x_2$	0.341	<0.000

[a]Statistically significant at the level of *p*-value presented.
x_1 : Brown seaweed paste, x_2 : Beef

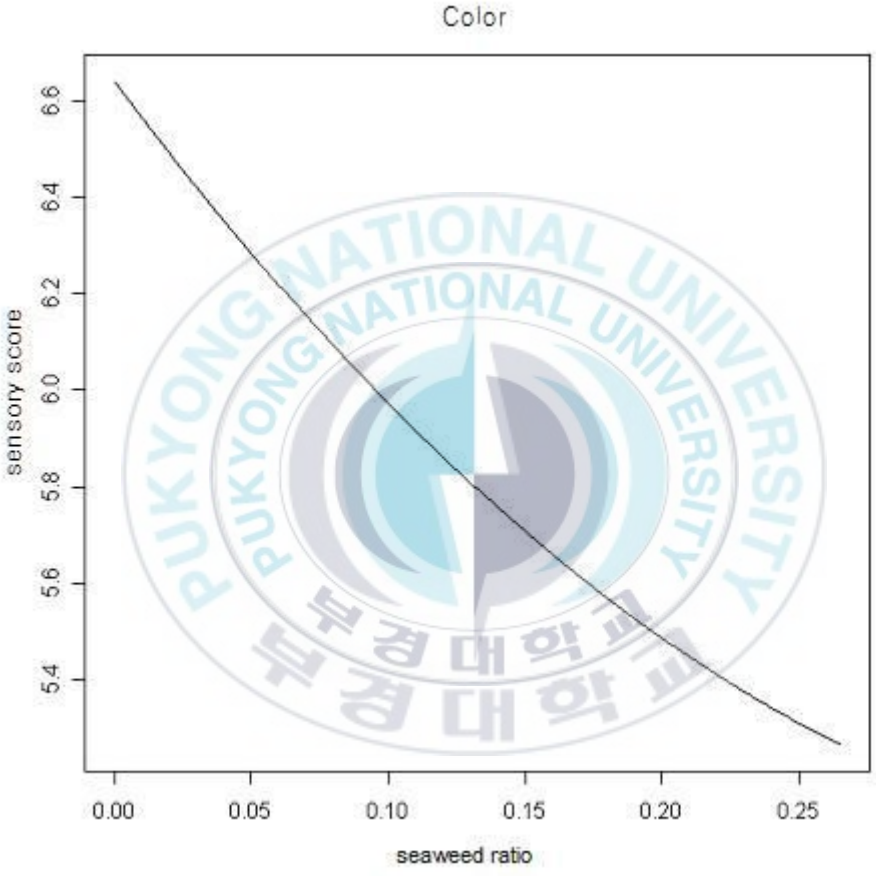

Figure 7. Predictive model for color of beef-brown seaweed patties from acceptability test

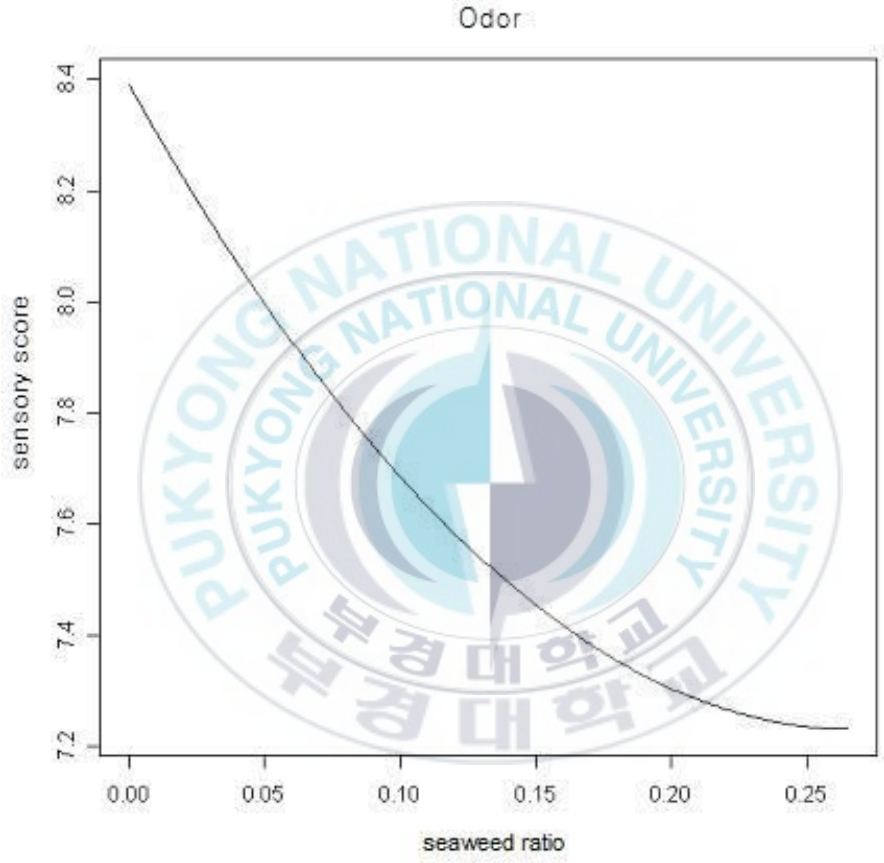

Figure 8. Predictive model for odor of beef-brown seaweed patties from acceptability test.

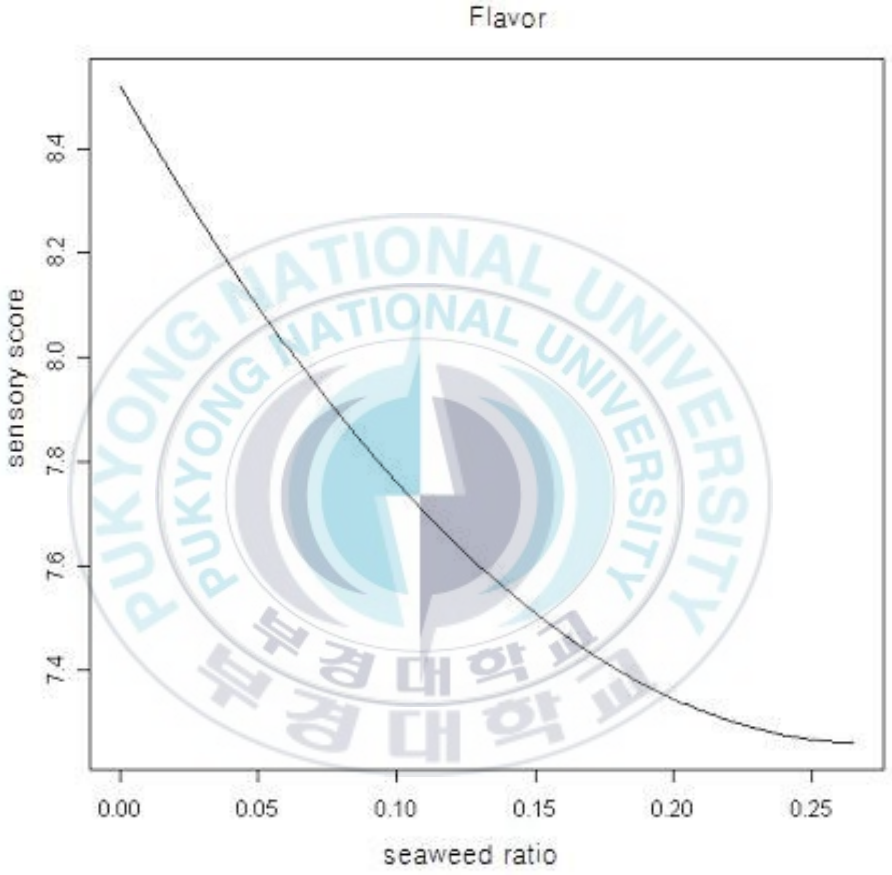

Figure 9. Predictive model for flavor of beef-brown seaweed patties from acceptability test

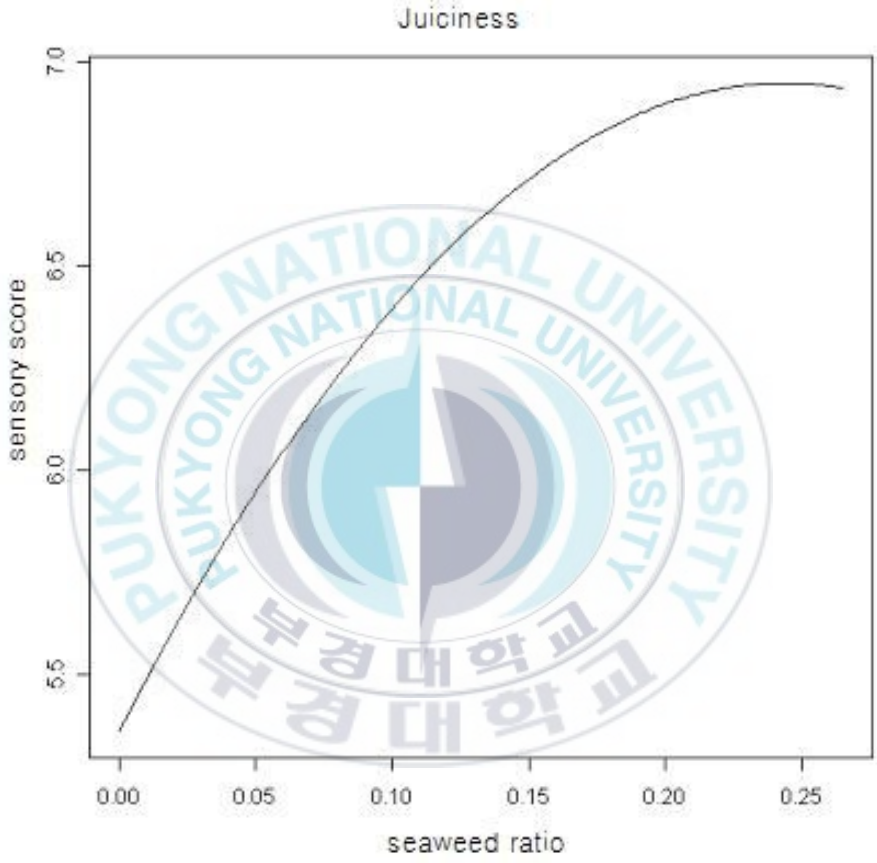

Figure 10. Predictive model for juiciness of beef-brown seaweed patties from acceptability test.

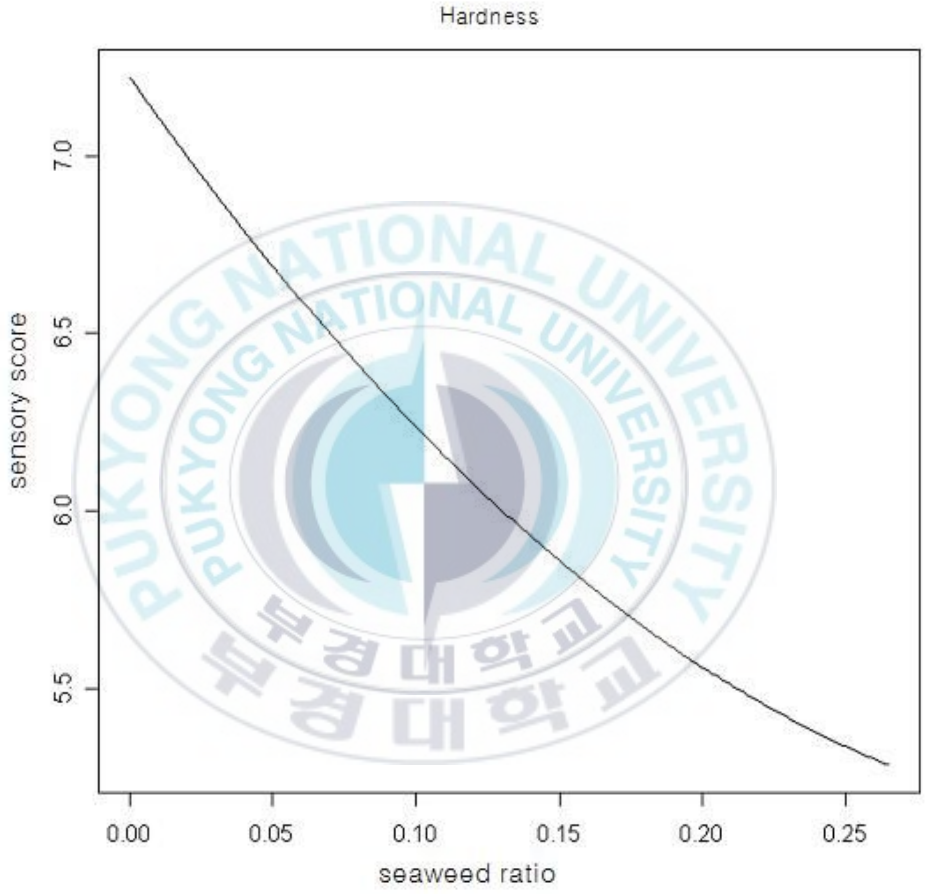

Figure 11. Predictive model for hardness of beef-brown seaweed patties from acceptability test.

3.1.3 관능 특성치와 물성치의 상관관계

Panel test를 통한 관능 특성치와 물성치 간에 상관관계를 Table 6에 나타내었다. 관능치와 물성치간의 상관관계는 모두 유의적으로 나타났으며 특히 관능특성치인 경도에 대하여 물성치 경도(r=0.984), 부서짐성(r=0.958), 탄력성(r=0.983), 및 응집성(r=0.993)은 상관계수가 0.95이상으로 높게 나타났다. 관능 특성치인 다즙성은 물성치 부서짐성과 0.974의 높은 상관관계를 나타내었으며 관능특성치인 씹힘성에 대하여 물청치 경도(r=0.953), 부서짐성(r=0.987), 탄력성(r=0.996), 응집성(r=0.977)은 상관계수가 0.95이상으로 높게 나타났다.

물성치인 부착성은 모든 관능치와 높은 역의 상관관계를 나타내었다. 이는 물성치인 부착성이 증가하게 되면 관능치인 경도, 다즙성, 씹힘성은 오히려 감소하는 경향을 나타낸다는 의미이다.

Table 6. Correlations of patties between panel test and texture profile analysis[1].

	Sensory attributes		
	Hardness	Juiciness	Chewiness
Hardness	0.984	0.835	0.953
	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Fracturability	0.958	0.974	0.987
	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Adhesiveness	-0.712	-0.897	-0.788
	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Springiness	0.983	0.943	0.996
	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Cohesiveness	0.993	0.877	0.977
	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Gumminess	0.917	0.670	0.849
	(0.000)	(0.001)	(0.000)
Chewiness	0.888	0.614	0.811
	(0.000)	(0.004)	(0.000)

Cell contents : Pearson correlations (*p*-value).

Correlations higher than 0.500 were shaded

3.2 혼합비율 최적화를 위한 관능검사(Panel Test)

3. 2.1 혼합비율 최적화를 위한 관능검사 결과

4개의 반응변수(다즙성, 경도, 씹힘성, 전체적인 맛) 각각에 대하여 공분산분석으로 관심요인인 첨가되는 갈조류 paste 비율에 대한 효과유무를 검정하였다. 분석시 패널리스트효과를 변량요인으로 고려한, 균형 불완비 블록설계(balanced incomplete block design)를 적용하였으며 공분산분석 결과 유의한 결과에 대하여는 다중비교(multiple comparison)를 행하였다(p>0.05).

반응변수 **다즙성의 수응도**에 대한 관능검사 결과 첨가되는 갈조류 paste 비율을 달리한 처리간에 유의한 차이가 있었다. 다중비교(Duncan test) 결과 처리간에 유의적인 차이를 나타내었고 control의 경우 paste첨가구 2-7의 기호도(6.06-7.07)에 비하여 낮은 기호도(5.93)를 나타내었다. 다즙성은 paste 처리구 3(paste 9g ; 15%)이 기호도(7.47)가 가장 높게 나타났으며 이와 반대로 paste 첨가량이 가장 많은 처리구 10(paste 15.12g ; 25.2%)이 가장 낮은 기호도(4.80)를 나타내었다. 이는 paste를 첨가함으로써 다즙성에 대한 기호도를 증진시킬 수 있으며 paste첨가량 15%수준에서 가장 높은 기호도를 나타내고 첨가량이 25% 이상이 되면 과도한 수분의 보유로 인해 오히려 관능적 조직감이 저하되어 기호도가 낮게 나타나는 것으로 생각된다.

반응변수 **경도의 수응도**에 대한 분산분석 결과 첨가되는 갈조

류 paste 비율을 달리한 처리간에 유의한 차이가 있었다. 다중비교(Duncan test) 결과 처리간에 유의한 차이를 나타내었고 control의 경우 paste첨가구 2-4의 기호도(6.56-7.67)에 비하여 낮은 기호도(6.47)를 나타내었으며 처리구 3은 paste의 첨가량이 9g(15%)로 가장 높은 기호도(7.67)을 나타내었다. Paste의 첨가량이 11.17g(18.6%) 이상이 되는 처리구 5-10의 기호도는 control과 비교하여 유의적으로 낮게 나타났으며 첨가량이 18% 이상이 되면 과도한 수분의 보유로 인해 오히려 관능적 조직감이 저하되어 기호도가 낮게 나타나는 것으로 생각된다.

반응변수 **씹힘성의 수응도**에 대한 분산분석 결과 첨가되는 갈조류 paste 비율을 달리한 처리간에 유의한 차이가 있었다. 다중비교(Duncan test) 결과 처리구간의 유의적인 차이를 나타내었으며 control의 경우 paste첨가구 2-4의 기호도(6.83-7.67)에 비하여 낮은 기호도(6.27)를 나타내었으며 처리구 2은 paste의 첨가량이 8.38g(14%)로 가장 높은 기호도(7.67)을 나타내었다. Paste의 첨가량이 11.17g(18.6%)이상이 되는 처리구 5-10의 기호도는 control과 비교하여 유의적으로 낮게 나타났으며 첨가량이 18% 이상이 되면 과도한 수분의 보유로 인해 오히려 관능적 조직감이 저하되어 기호도가 낮게 나타나는 것으로 생각된다. 처리구 10은 기호도가 4.13으로 가장 낮은 것으로 나타났다.

반응변수 **전체적인 맛**에 대한 분산분석 결과 첨가되는 갈조류 paste 비율을 달리한 처리간에 유의한 차이가 있었다. 다중비교(Duncan test) 결과 처리간에 유의적인 차이를 나타내었으며 control의 경우 paste첨가구 2-7의 기호도(5.80-6.80)에 비하여 낮은 기호도(5.60)를 나타내었으며 처리구 3은 paste의 첨가량이 9g(15%)로 가장 높은 기호도(6.80)을 나타내었다. Paste의 첨가량이 13.57g(22.6%)이상이 되는 처리구 8-10의 기호도는 control과 비교하여 유의적으로 낮게 나타났다.

갈조류 paste의 첨가함으로써 갈조류가 가지고 있는 맛난 성분(至味)으로 인해 patty의 맛에 대한 기호도가 높아지나 22.6% 이상 paste의 첨가량이 많아지게 되면 해조류 특유의 냄새로 인해 기호도가 낮아지는 것으로 생각된다.

Table 8. Sensory score for sensory attribute of patties containing brown seaweed paste.

FN*	Juiciness Acceptability	Chewiness Acceptability	Hardness Acceptability	Overall Acceptability
1	5.93±0.59^{e}	6.27±0.80^{b}	6.47±0.64^{c}	5.60±0.51^{de}
2	7.07±0.68^{ab}	7.67±0.60^{a}	7.27±0.77^{a}	5.80±0.54^{cd}
3	7.47±0.74^{a}	7.33±0.72^{a}	7.67±0.49^{ab}	6.80±0.56^{a}
4	6.89±0.58^{bc}	6.83±0.71^{b}	6.56±0.51^{b}	6.33±0.49^{ab}
5	6.47±0.52^{cd}	5.73±0.59^{b}	6.27±0.46^{d}	6.20±0.56^{bc}
6	6.47±0.64^{cd}	5.67±0.62^{c}	5.67±0.62^{d}	6.13±0.64^{bc}
7	6.07±0.59^{de}	5.53±0.52^{c}	573±0.59^{d}	5.87±0.64^{cd}
8	5.93±0.59^{e}	547±0.64^{c}	5.60±0.51^{d}	5.53±0.52^{de}
9	5.27±0.80^{f}	4.60±0.91^{d}	4.87±0.74^{e}	5.60±0.63^{de}
10	4.80±0.68^{g}	4.13±0.92^{d}	4.53±0.99^{e}	5.33±0.62^{e}
11	6.40±0.49^{de}	5.67±0.60^{c}	5.60±0.49^{d}	6.13±0.50^{bc}

[1]Values within a column not sharing a superscript letter are significantly($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

x^{1}: Brown seaweed paste, x^{2}: Beef

1: x^{1} 0g, x^{2} 57g(control), **2**: x^{1} 8.38g, x^{2} 48.62g **3**: x^{1} 9g, x^{2} 48g **4**: x^{1} 10.06g, x^{2} 46.94g

5: x^{1} 11.17g, x^{2} 45.83g **6**: x^{1} 12g, x^{2} 45g **7**: x^{1} 12.96g, x^{2} 44.04g **8**: x^{1} 13.57g, x^{2} 43.43g

9: x^{1} 15g, x^{2} 42g **10**: x^{1} 15.12g, x^{2} 41.88g **11**: x^{1} 12g, x^{2} 45g

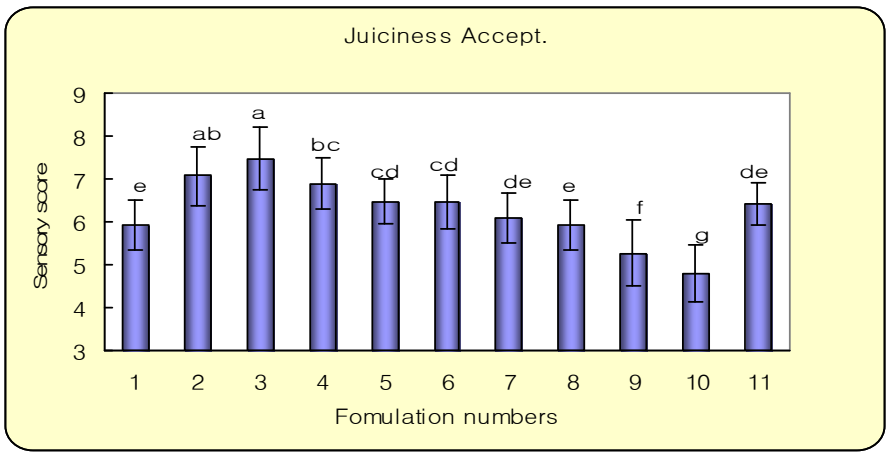

Figure 12. Sensory score for juiciness acceptability of beef-brown seaweed patties[1].

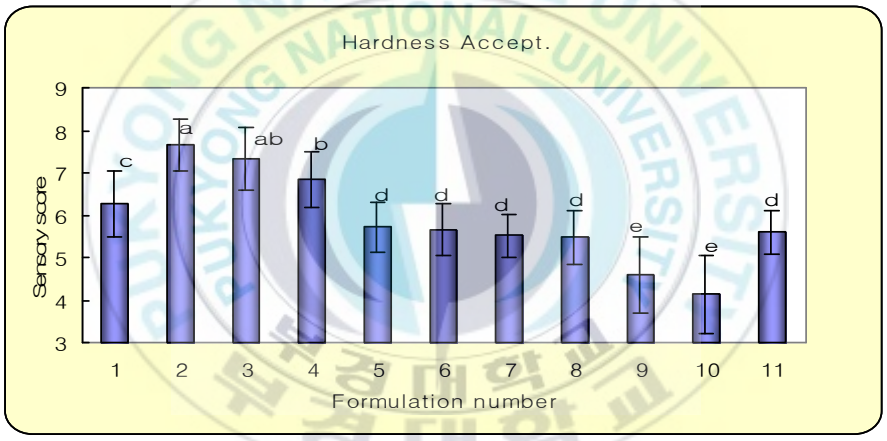

Figure 13. Sensory score for hardness acceptability of beef-brown seaweed patties[1].

[1]Values within a column not sharing a superscript letter are significantly($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

x^1: Brown seaweed paste, x^2: Beef

1: x^1 0g, x^2 57g(control), 2: x^1 8.38g, x^2 48.62g

3: x^1 9g, x^2 48g 4: x^1 10.06g, x^2 46.94g 5: x^1 11.17g, x^2 45.83g

6: x^1 12g, x^2 45g 7: x^1 12.96g, x^2 44.04g 8: x^1 13.57g, x^2 43.43g

9: x^1 15g, x^2 42g 10: x^1 15.12g, x^2 41.88g 11: x^1 12g, x^2 45g

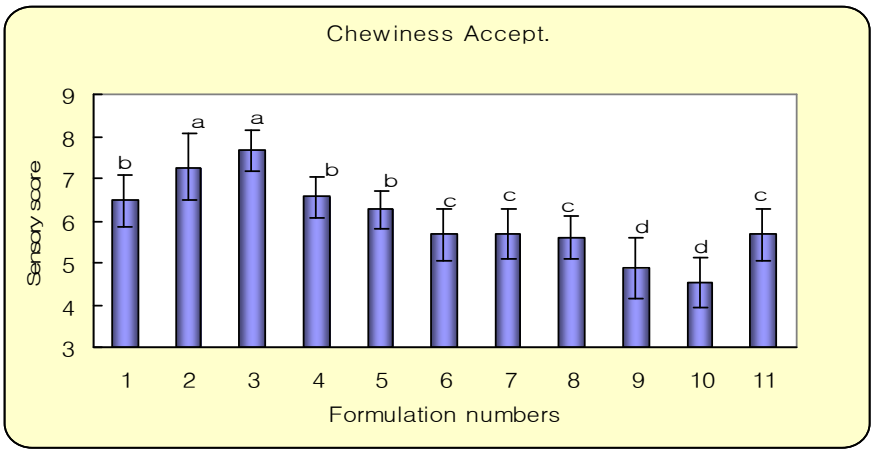

Figure 14. Sensory score for chewiness acceptability of beef-brown seaweed patties[1].

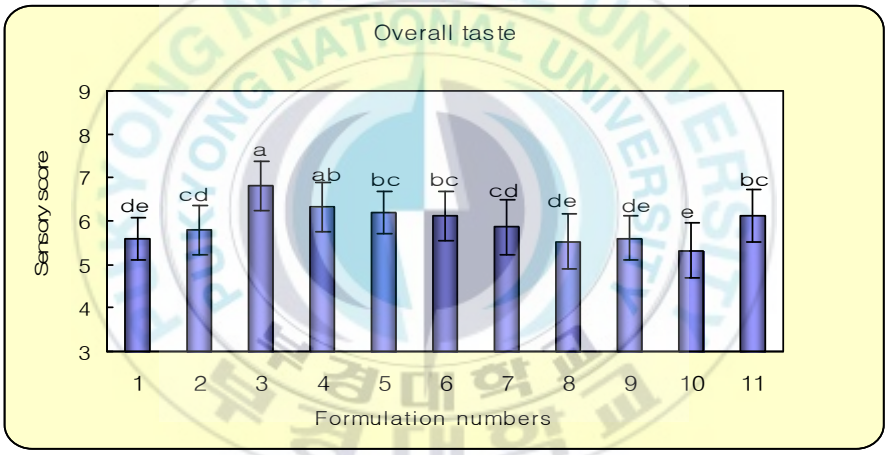

Figure 15. Sensory score for overall taste of beef-brown seaweed patties[1].

[1]Values within a column not sharing a superscript letter are significantly($p<0.05$, Duncan's multiple range test).

x^1: Brown seaweed paste, x^2: Beef

1: x^1 0g, x^2 57g(control), 2: x^1 8.38g, x^2 48.62g

3: x^1 9g, x^2 48g 4: x^1 10.06g, x^2 46.94g 5: x^1 11.17g, x^2 45.83g

6: x^1 12g, x^2 45g 7: x^1 12.96g, x^2 44.04g 8: x^1 13.57g, x^2 43.43g

9: x^1 15g, x^2 42g 10: x^1 15.12g, x^2 41.88g 11: x^1 12g, x^2 45g

3.2.2 반응표면분석 결과

Patty의 경도(Hardness), 씹힘성(Chewiness), 전체적인 맛(Overall taste)에 대한 반응표면 분석을 실시한 결과 제시된 회귀식을 Table 9에 나타내었다.

다즙성 (Juiciness acceptability)

다즙성에 대한 관능검사 결과 회귀모형은 유의하지 않았다.

경도(Hardness acceptability)

경도에 대한 관능검사 결과 반응표면 회귀식은 다음과 같았으며 회귀모형(Figure 16)은 유의하였다.

$$Y_5 = -12.78x_1 + 6.08x_2 + 22.70x_1x_2$$

(y: 관능점수, x_1: 갈조류 paste, x_2: 쇠고기)

경도의 회귀모형은 갈조류 paste 첨가 비율이 0.10(코드화 값)까지 높아짐에 따라 기호도(최대 6.2)가 높아지다가 다시 감소하는 것으로 나타났다.

씹힘성(Chewiness accetability)

씹힘성에 대한 관능검사 결과 반응표면 회귀식은 다음과 같았으며 회귀모형(Figure 17)은 유의하였다.

$Y_6 = -6.52x_1 + 6.29x_2 + 14.50x_1x_2$

(y: 관능점수, x_1: 갈조류 paste, x_2 :쇠고기)

씹힘성의 회귀모형은 갈조류 paste 첨가 비율이 0.12(코드화 값)까지 높아짐에 따라 기호도(최대 6.3)가 높아지다가 다시 감소하는 것으로 나타났다.

전체적인 맛(Overall taste)

전체적인 맛에 대한 관능검사 결과 반응표면 회귀식은 다음과 같았으며 회귀모형(Figure 18)은 유의하였다.

$Y_7 = -6.18x_1 + 5.57x_2 + 17.41x_1x_2$

(y: 관능점수, x_1: 갈조류 paste, x_2: 쇠고기)

전체적인 맛에 대한 회귀모형은 갈조류 paste 첨가 비율이 0.18(코드화 값)까지 높아짐에 따라 기호도(최대 6.0)가 높아지다가 다시 감소하는 것으로 나타났다.

Table 9. Regression for each dependent sensory attributes

Dependent variables	Predictive models	R^2	*p*-value[a]
Hardness Accept.	$Y_1 = -12.78x_1 + 6.08x_2 + 22.70x_1x_2$	0.189	<0.073
Chewiness Accept.	$Y_2 = -6.52x_1 + 6.29x_2 + 14.50x_1x_2$	0.187	<0.104
Overall taste	$Y_3 = -6.18x_1 + 5.57x_2 + 17.41x_1x_2$	0.119	<0.066

[a]Statistically significant at the level of *p*-value presented.
x_1 : Brown seaweed paste, x_2 : Beef

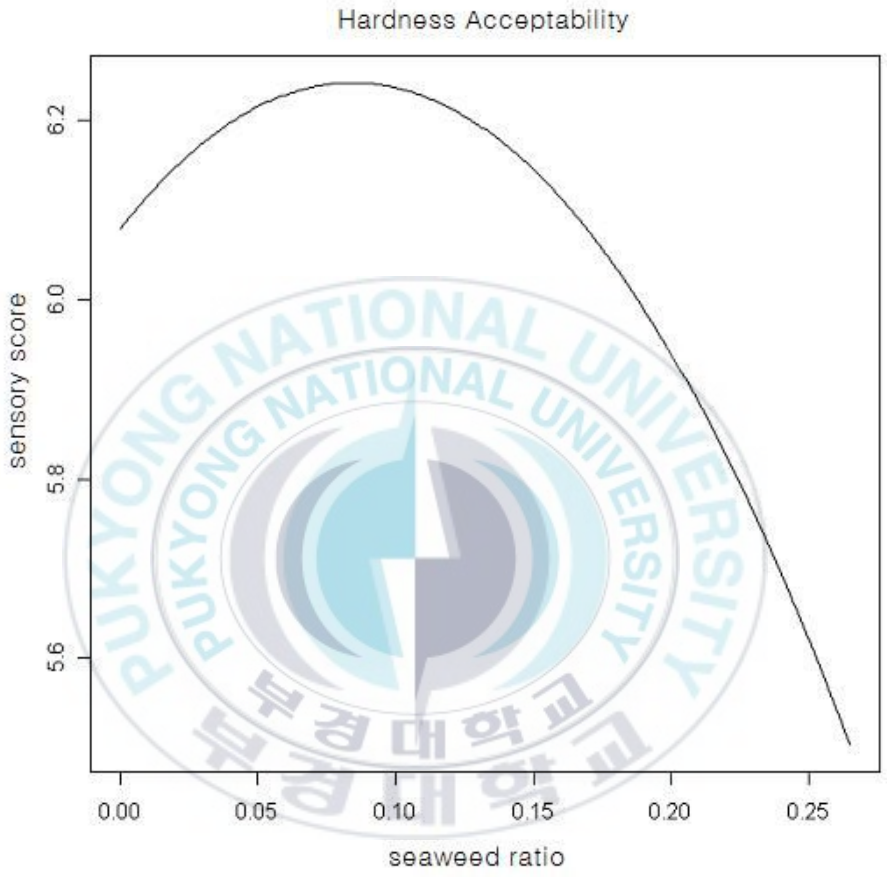

Figure 16. Predictive model for hardness acceptability of beef-brown seaweed patties from acceptability test

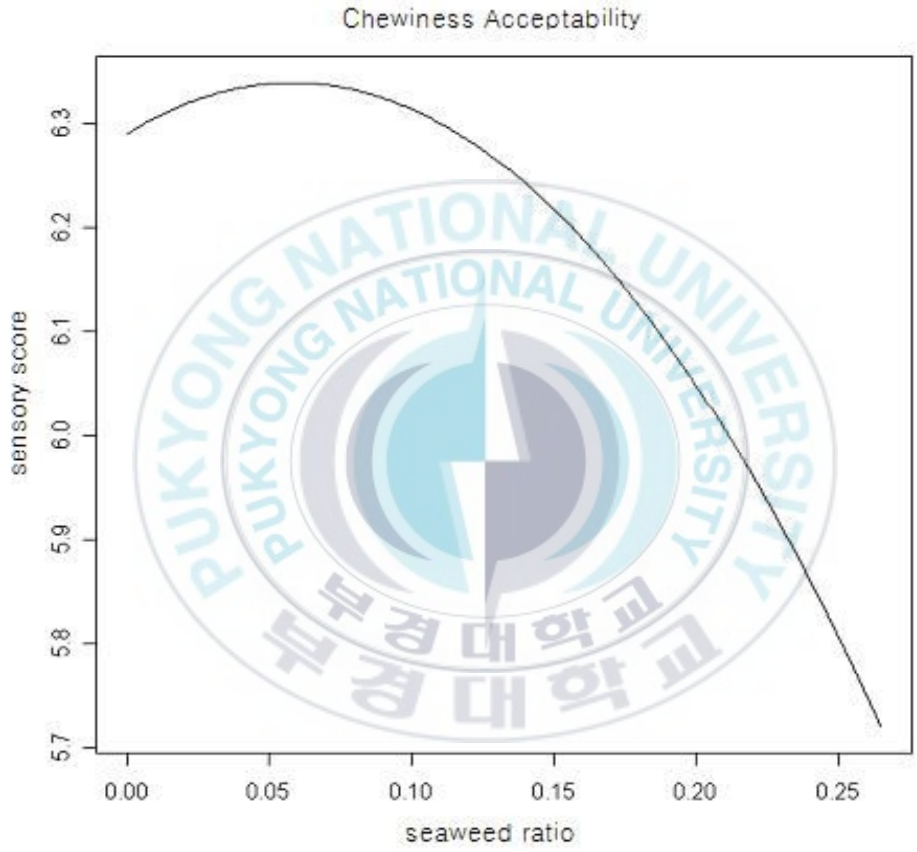

Figure 17. Predictive model for chewiness acceptability of beef-brown seaweed patties from acceptability test

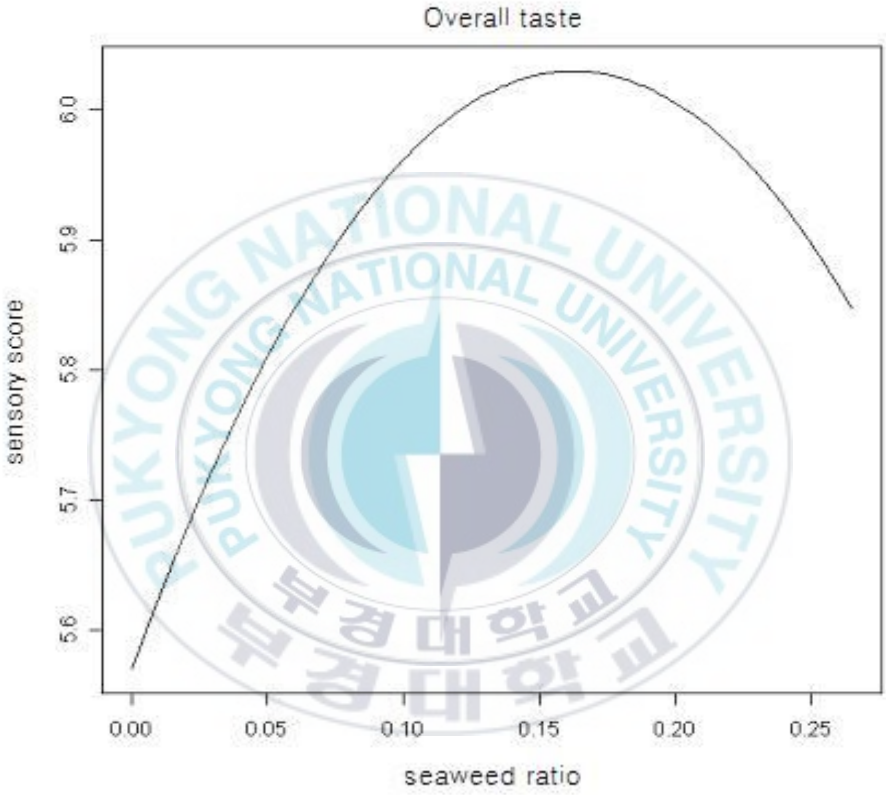

Figure 18. Predictive model for overall taste of beef-brown seaweed patties from acceptability test.

3.2 3개의 반응변수를 동시에 최대화하는 최적조건

3개의 반응변수(경도, 씹힘성, 전반적인 기호도)를 모두 고려한 최적 조건을 찾기 위하여 소망도함수(desirability function)기법을 이용하였다. 여기서 소망도함수란 기호도점수 최대값 9를 소망함수 1로 가정하였을 때, 예상되는 점수를 소망함수로 표현한 상대적인 값이다(Minitab, 2000). 3개의 반응변수(경도, 씹힘성, 전반적인 기호도)에 대한 소망도함수는 관능점수가 클수록 좋으므로 최대화에서 하한값(lower value)은 5, 목표값(target value)은 9로 놓고 최적조건을 찾았다.

갈조류 paste를 첨가한 쇠고기 patty에서 3개의 모든 반응변수(경도, 씹힘성, 전반적인 기호도)의 관능점수를 동시에 최대화(경도 6.23, 씹힘성 6.30, 전반적인 기호도 6.00)시키는 최적조건은 갈조류 paste는 코드화 값 0.1130(원래의 값 6.44), 쇠고기는 코드화 값 0.8870(원래의 값 50.56)이었다(Figure 19).

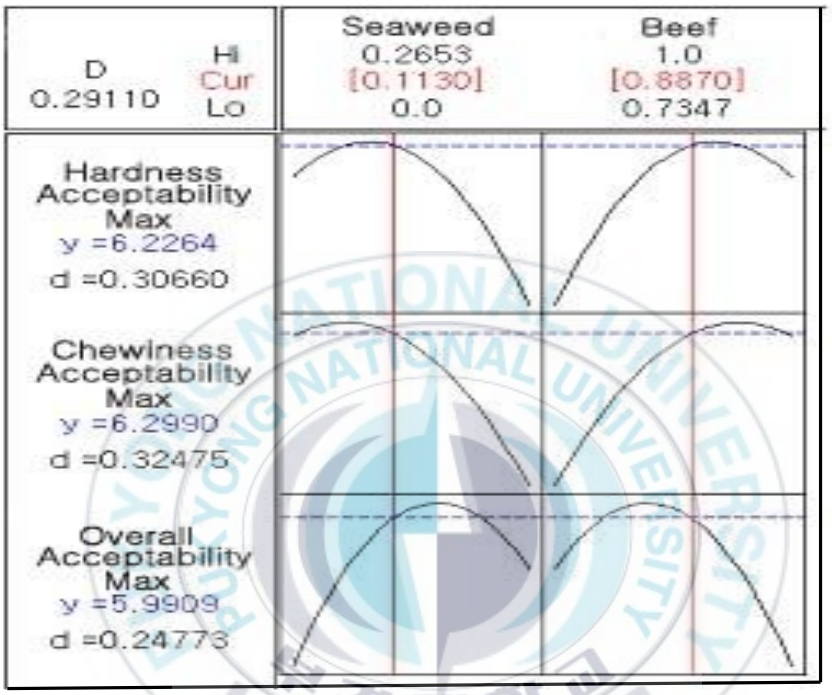

Figure 19. Response optimization curve for hardness acceptability, chewiness acceptability and overall acceptability.

3.3 소비자 기호도 조사(Consumer Acceptability)

기호도 조사(panel test) 결과를 반응표면 분석하여 기호도가 가장 높은 최적치로 hamburger patty를 만든 후 대학생과 일반인 100명을 대상으로 외관(appearance), 향미(Flavor), 다즙성(juiciness acceptability), 경도(hardness acceptability), 씹힘성 및(chewiness acceptability), 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대한 기호도 조사를 실시한 결과는 Table 10.에 나타내었다.

외관(appearance)에 대한 기호도 조사를 실시한 결과 기호도는 6.07±1.12로 나타났다. 향미와 다즙성에 대한 기호도는 각각 6.61±0.99, 6.37±1.05를 나타나 '보통이다' 이상의 기호도를 의미한다. 경도에 대한 기호도 조사를 실시한 결과 6.24±1.17로 나타내었다. 이 값은 예측치 6.23과 비슷한 결과를 나타내었으므로 반응표면 분석을 통한 경도에 대한 추정된 혼합물 모형식이 의미가 있음을 확인시켜 주었다. 씹힘성에 대한 기호도는 6.29±1.08로 나타났으며 이 값 또한 예측치 6.30과 비슷한 결과를 나타내었으며 이는 반응표면 분석을 통한 씹힘성에 대한 추정된 혼합물 모형식이 의미가 있음을 확인시켜 주었다.

전반적인 기호도(overall acceptability)에 대한 기호도는 6.09±0.88로 나타났으며 예측치 6.00과 비슷한 결과를 나타내어 반응표면 분석을 통한 전반적인 기호도에 대한 추정된 혼합물 모형식이 의미가 있음을 확인시켜 주었다.

Table 10. Sensory score of brown seaweed paste patty(BSPP) with optimum mixture ratio.

	Appearance	Flavor	Juiciness Acceptability	Hardness Acceptability	Chewiness Acceptability	Overall Acceptability
Sensory Score	6.07±1.12	6.61±0.99	6.37±1.05	6.24±1.17	6.29±1.08	6.09±0.88
( )				(6.23)	(6.30)	(6.00)

( ) : Predictive sensory score

4. 최적 혼합비율의 Patty 의 일반성분과 식품학적 품질

기호도 검사를 반응표면 분석으로 분석하여 얻어진 patty 의 재료 최적 혼합비율은 Figure 19 에 나타냈고, 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 전체적인 맛(overall taste)를 반응변수로 하고 이를 만족시키는 최적 혼합비율로 patty 를 제조하였다.

4.1 일반성분

기호도 조사 결과 얻어진 최적 혼합비율로 제조한 patty(BSPP)의 일반성분을 분석한 결과는 Table 11과 같다. 수분함량은 최적 혼합비율로 제조한 raw patty가 72.44%로 갈조류 paste를 첨가하지 않은 control(69.69%)보다 높게 나타났다. 이는 patty 제조 시 첨가된 갈조류 paste가 본래 가지고 있던 수분함량이 ground beef 수분함량이 높았기 때문으로 생각된다. 구운 후 최적혼합비율의 patty의 수분 함량은 65.91%로 대조구(61.15%)보다 높게 나타났는데, 이는 paste 첨가뿐 만 아니라 paste의 성분 중 알긴산이 보수력을 증가시켜 조리과정에서 수분의 손실을 방지하는 것이 그 원인이라 생각된다. 단백질 함량은 최적 혼합비율로 제조한 patty가 대조구(25.25%)와 비교하여 약간 낮은 결과(23.31%)를 나타내어 갈조류 paste의 저단백질 함량으로 인한 결과로 여겨진다. Raw patty를 가열하였을 경우 수분함량은 감소하고, 조단백질 함량과 조지방 함량은 증가하는 경향이었는데, 이것은 수분함량의 감소에 의한 조단백질의 상대적인 비율이 증가한 것이기 때문으로 생각된다. 축육은 도살 후 저장, 해동, 가공 등의 제조

Table 11. Proximate composition of control and beef patty with optimum mixture ratio. (%)

		Moisture (%)	Crude Protein (%)	Crude Lipid (%)	Ash (%)	Calorie (%)
Control	Raw	69.69±0.30	18.31±0.20 (60.40)	10.91±0.27 (35.99)	1.79±0.01 (5.91)	206.39
	Cooked	61.15±0.23	25.25±0.34 (64.99)	11.71±0.24 (30.14)	2.23±0.12 (5.74)	
BSPP*	Raw	72.44±045	16.38±0.24 (59.43)	6.23±041 (22.60)	1.81±0.01 (6.57)	160.74
	Cooked	65.91±047	23.31±0.20 (68.38)	7.50±0.30 (22.00)	2.12±0.25 (6.22)	

*Brown Seaweed Paste-Patty with optimum mixture ratio.

과정에서 육즙이 유출되어 나오는데 식육을 가열하거나 육 제품 제조공정 중 가열공정에서 유출되어 나오는 액을 shrink라고 정의하며, shrink는 대부분의 수분과 약간의 지방으로 되어 있다 (Hamm R, 1960). 가열에 의하여 유출되는 육즙의 양이 많으면 조리 수율이 감소하게 된다. 최적 혼합비율로 제조하게 되면 paste에 의하여 수율이 덜 감소하고 저지방 효과가 낮아지기도 하지만 실제로 갈조류 paste가 첨가된 patty의 조지방 함량은 대조구(11.71%)와 비교하여 낮은 결과(7.50%)를 나타내어 어느 정도 저지방 효과를 볼 수 있었다. 열량은 최적 혼합비율로 제조한 patty가 160.74 Cal/100g, 대조구가 206.39 Cal/100g로 최적 혼합비율로 제조한 patty가 낮았다.

4.2 단백질 품질

4.2.1 구성아미노산 조성

최적 혼합비율로 제조한 patty(BSPP)와 대조구의 구성아미노산 조성을 Table 13에 나타내었다. 최적 혼합비율로 제조한 patty의 주된 아미노산은 glutamic acid(18.37g /16g N), lycine(8.40g/16g N), leucine(8.07/16g N), glycine(7.74/16g N), valine(7.07/16g N) 순으로 전체 아미노산의 약 50%를 차지하였으며, control의 경우는 glutamic acid(16.70g /16g N), lycine(8.62g/16g N), leucine(8.07/16g N), aspartic acid (7.97g/ /16g N), valine(7.59/16g N) 순으로 전체 아미노산의 약 50%를 차지하였다. Control과 비교하였을 때, 최적 혼합비율로 제조한 patty는 갈조류 paste의 첨가로 인해 glutamic acid 함량은 많아진 반면에 aspartic acid의 함량이 약간 낮아진 결과를 보였다. 구성아미노산 중 필수아미노산 조성은 최적 혼합비율로 제조한 patty와 대조구 모두 42% 수준으로 비슷한 결과를 나타내었다.

Table 13. Total amino acid profile of control and BSPP with optimum mixture ratio from acceptability.

Amino acid	Control	BSPP*
Aspartic acid	7.97	6.28
Threonine	3.99	3.61
Serine	3.71	2.79
Glutamic acid	16.70	18.37
Proline	5.29	5.50
Glycine	7.67	7.74
Alanine	5.13	5.84
Valine	7.59	7.07
Isoleucine	4.62	4.35
Leucine	8.26	8.07
Tyrosine	3.07	3.01
Phenylalanine	3.94	3.83
Histidine	3.23	3.05
Lysine	8.62	8.40
Arginine	7.23	7.03
Methionine	2.72	2.60
Cystein	1.05	1.00
Tryptophan	1.13	1.15
Ammonia	2.30	2.07
Sum	104.22	101.76

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

4.2.2 단백질 소화율, C-PER 과 DC-PER

식품단백질의 영양을 평가하는데 있어서 일반적인 방법인 구성 아미노산의 총량과 조성 및 필수아미노산과 비필수아미노산의 비율 외에도 단백질 소화율과 단백질 효율도 중요한 평가법으로 알려져 있다(Ryu and Lee, 1985; Ryu et al, 1998).

축육은 도살 후 저장, 해동, 가공 등의 과정에서 액즙이 유출되어 나오는데 동결시키지 않은 생육에서 유출되는 액을 weep이라 부르고, 동결하였던 육을 해동시킬 때 유출되는 액즙을 drip이라 하며, 식육을 가열하거나 육제품 제조공정 중 가열공정에서 유출되어 나오는 액을 shrink라고 정의하고, shrink는 대부분의 수분과 약간의 지방이 차지한다고 하였다(Hamm R, 1960). Winger와 Fennema는 단백질 변성에 의하여 보수력이 감소하면 가열감량과 drip, shrink 등에 의해 총 손실량이 증가한다고 하였으며 지방을 감소시킴으로써 연도, 풍미, 다즙성 등 기계적인 조직감과 기호성이 저하될 수 있다고 한다(Winger R.J, 1976).

Patty의 재료 중 갈조류 paste가 patty의 단백질 소화율에 미치는 영향에 대해 살펴보기 위하여 냉동보관(-20℃)하면서 저장기간(0일, 15일, 30일, 60일)별로 단백질 소화율을 측정하여 Table 14에 나타내었다. Control은 굽지 않았을 때(83.68%)와 비교하여 구운 후 86.56±0.34%로 약 3% 정도 소화율이 높아졌다. 최적 혼합비율로 제조한 patty(BSPP) 역시 굽지 않았을 때(79.57%)와 비교하여 구운 후 81.74%로 약 2% 정도 소화율이 높아졌다. 이는 단순한 단백질의 가열 변성에 의한 소화율 상승으로 보여진다. Patty 제조 0일의 경우 굽지 않았을 때와 구웠을 때

Table 14. Protein digestibility(*in vitro*), C-PER and DC-PER of control and beef patty with optimum mixture ratio during frozen storage(-20±2℃)[1]

Protein digestibility(%)			
Sample	Storage	Control	BSPP*
Raw	0 day	83.68±0.55[a]	79.57±0.34[a]
	15 days	82.53±0.14[b]	79.14±0.04[b]
	30 days	77.70±0.10[c]	78.27±0.04[c]
	60 days	77.59±0.35[c]	78.34±0.59[c]
Cooked	0 day	86.56±0.34[a] (C-PER 2.50) (DC-PER 2.67)	81.74±0.17[a] (C-PER 2.15) (DC-PER 2.67)
	15 days	85.55±0.12[b]	81.35±0.65[b]
	30 days	80.63±0.39[c]	80.41±0.13[c]
	60 days	80.65±0.22[c]	80.63±0.16[c]

[1]Means of four replicates. Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different(p<0.000, Duncan's multiple range test).

*BSPP : brown seaweed paste patty

모두 BSPP가 control에 비교하여 약 4%정도 낮은 소화율을 나타내었는데, 이는 BSPP에 첨가되어 있는 갈조류 paste의 영향으로 보여진다. 갈조류 paste의 난소화성 식이섬유의 영향으로 단백질 소화율이 낮아진 것으로 생각되며 BSPP는 control과 비교하여 낮은 소화율을 나타내므로 저칼로리 효과를 볼 수 있을 것이라 생각된다. Control의 경우 굽지 않았을 때와 구웠을 때 모두 0일째부터 30일까지 냉동 저장 기간 동안 소화율이 낮아지는 현상을 보였다. 이는 유의적인 차이를 나타내었으며 굽지 않았을 때의 경우 0일째 83.68%였던 소화율이 냉동 저장한 지 60일이 경과한 후에는 77.59%로 급격히 감소하였으며, 구웠을 때는 0일째 86.56%였던 소화율이 냉동 저장한 지 30일이 경과한 후에는 80.63%로 크게 감소하는 것으로 나타났다. 냉동 저장 한 지 60일 후에는 30일째(80.63%)와 비교하여 비슷한 결과(80.65%)를 나타내었으며 유의적인 차이를 나타내지 않았다. BSPP의 경우 굽지 않았을 때의 경우 0일째 79.57%였던 소화율이 냉동 저장한 지 60일이 경과한 후에는 78.34%로 약간 감소하였으며, 구웠을 때는 0일째부터 냉동 저장 30일이 경과한 후 소화율이 낮아지는 현상을 보였다. 이는 유의적인 차이를 나타내었으나 0일째 81.74%였던 소화율이 냉동 저장한 지 30일 후에 80.41%로 나타나 control에 비하여 냉동 저장 기간에 따른 소화율의 큰 차이는 나타나지 않았다. 냉동 저장한 지 60일 후에도 30일째(80.41%)와 비교하여 비슷한 결과(80.63%)를 나타내었으며 유의적인 차이 또한 나타나지 않았다. Control은 굽지 않았을 때와 구웠을 때 모두 냉동 저장 기간(60일) 동안 단백질 소화율이 약 6%정도 크게 떨어지는 것으로 나타났으나, BSPP의 단백질 소화율은 약 1%정

도 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 갈조류 paste 첨가로 인한 보수력 증가가 냉동저장 기간 동안 단백질의 변성을 방지하는 것으로 생각할 수 있다. 일반적으로 보수력은 pH, 저장방법, 염 농도 등과 상관관계가 높은데 patty와 같은 분쇄 육 제품은 pH가 근원섬유단백질의 등전점까지 낮아지면 근원섬유 단백질이 변성되어 보수력이 낮아지고(Savage A.W., 1990), 동결을 하게 되면 얼지 않은 부분의 이온강도의 변화로 단백질이 변성하고(Jung I.C., 1998), 근육 내에 형성된 얼음결정이 근육 조직을 손상시켜서 보수력을 감소시킨다(Penny I.F., 1974). 따라서 육 제품의 품질을 높이기 위해서는 제품에 함유되어 있는 지방과 수분이 손실되지 않도록 하는 것이 매우 중요한데 본 연구에서는 갈조류 paste를 첨가함으로써 patty의 보수력 증가로 인한 수분과 지방의 손실이 줄어들어 단백질의 변성 방지효과와 patty의 품질 향상을 볼 수 있었다.

시료의 아미노산 조성과 *in vitro* 단백질 소화율 값을 토대로 계산된 단백질 효율비(C-PER)와 아미노산 조성으로 얻어진 예측소화율(DC-PER)을 구운 control patty와 갈조류 paste를 첨가한 patty 시료에 한하여 Table 14에 추가하였다. *In vitro* 소화율이 90% 이상인 단백질일 경우 rat-PER에 대한 정확도가 DC-PER이 높지만, 90%미만일 경우에는 C-PER이 더 정확하다고 한 보고(Ryu and Lee, 1985)를 감안하면 본 실험에 사용된 시료들의 *in vitro* 소화율이 90%미만이므로 C-PER의 결과들이 유효할 것으로 생각되었다. 그 결과 최적 혼합비율로 제조한 patty의 경우 C-PER값이 2.15를 나타내어 control(2.5)보다 훨씬 낮아 단백질로 인한 체중 증가에 크게 기여하지 못하지만 단백질 효율에 따

른 식품의 분류(Sattelee, 1979)의 ‘good’에 속하는 우수한 식품이라 할 수 있다.

4.3 보수력(Water Holding Capacity)

갈조류 paste의 첨가가 patty의 냉동저장 기간동안 품질변화에 미치는 영향에 대해 살펴보기 위하여 냉동보관(-20℃)하면서 저장 기간(0일, 15일, 30일, 60일)별로 보수력을 측정하여 Table 12에 나타내었다. Control의 경우 0일째 74.94%에서 60일째 71.47%로 약 3.5% 감소하여 냉동저장 기간 동안 보수력이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 최적 혼합비율로 제조한 patty의 보수력은 0일째 82.16%에서 60일째 81.21%로 약 1% 감소하는 것으로 나타났으나 control에 비교하였을 때 큰 변화가 없었다. 또한 냉동저장 기간 동안 control과 최적 혼합비율로 제조한 patty간의 보수력 차이는 약 8~10%로 최적혼합비율로 제조한 patty의 보수력이 훨씬 높은 것으로 나타나 첨가된 paste의 수분결합 능력이 우수한 것을 알 수 있었다. 육 및 육 가공제품의 경우 동결을 하게 되면 얼지 않은 부분의 이온 강도의 변화로 단백질이 변성하게 되고(Jung et al, 1998), 근육 내에 형성된 얼음 결정이 근육 조직을 손상시켜서 보수력을 감소시키는 것으로 알려져 있다(Penny IF, 1974). 본 연구에서도 동결에 의한 단백질 변성 및 조직의 손상이 저장 기간의 경과에 따라 커지면서 control의 경우 보수력이 낮아지는 것으로 나타났지만 paste를 첨가한 최적치의 경우는 동결 저장 중

Table 12. Water holding capacity of control and brown seaweed paste patty(BSPP) with optimum mixture ratio.

Water holding capacity (%)		
Days	Control	BSPP*
R-0day	74.94±0.65[a1]	82.16±0.35[a]
R-15days	74.46±0.41[a]	81.44±0.37[b]
R-30days	71.57±0.67[b]	81.36±0.23[b]
R-60days	71.47±0.42[b]	81.21±0.30[b]

[1]Means of three replicates. Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different(p<0.000, Duncan's multiple range test).

보수력의 유지에 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 보수력은 지방함량 낮고 적육의 함량이 높으면 결합수의 영향으로 보수력이 더 높아지는 것으로 알려져 있다(Jung I.B, 1998).

4.4 TBA value

기호도 조사 결과 얻어진 최적 혼합비율로 제조한 patty(BSPP)의 TBA가는 Table 15 에 나타내었다. TBA가는 raw patty의 경우 control과 BSPP간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 가열 후에도 control과 BSPP간에 유의적인 차이가 나타나지 않았는데 이는 갈조류 paste의 첨가가 patty의 성분 중 지방의 산패에 영향을 미치지 않는다고 생각할 수 있다.

Table 15. TBA value of control and BSPP with optimum mixture ratio.

		Control	BSPP*
TBA value (O.D × 100)	Raw	68.67±0.12	69.63±0.21
	Cooked	85.47±0.12	85.43±0.40

*Brown Seaweed Paste-Patty with optimum mixture ratio.

Ⅳ. 요약 및 결론

간편성, 경제성 및 관능적 선호도가 높은 쇠고기 patty에 우리나라 사람들이 즐겨 이용하는 저칼로리의 갈조류를 paste(미역+다시마) 형태로 가공한 것을 첨가함으로써, 쇠고기 patty의 영양학적 단점을 보완하고자 하였다.

이를 위하여 혼합물 실험계획법에 의한 반응표면분석기법을 이용하여 소비자의 기호도에 초점을 맞춘 재료 혼합비율의 최적화를 시도하였으며 단백질 소화율, 보수력, 단백질 효율비, 일반성분분석을 실시하여 최적 혼합비율로 제조한 patty의 식품영양학적 특징을 알아보았다. 또한 재료의 혼합비율에 따라 달라지는 조리 수율과 직경 감소율을 측정하고 물성검사를 실시하였다.

1. 대조구의 조리수율은 74.45%로 갈조류 paste를 첨가한 모든 실험군(78.43~80.78%)보다 유의적으로 낮았으며 직경 감소율은 대조구(25.60%)가 paste를 첨가한 모든 실험군(11.20~14.20%) 보다 유의적으로 높게 나타났다. 이는 첨가한 paste의 주성분인 알긴산(alginic acid)의 보수력(water holding capacity) 향상 효과 때문이라 생각된다.

2. 갈조류 paste(x1)과 쇠고기(x2)의 혼합비율을 달리한 10개의 실험군에 대한 물성검사 결과 갈조류 paste(x1)의 첨가량이 증가할수록 기계적인 경도, 탄력성, 응집성, 점착정, 씹힘성이 유의적으로 낮아지는 것으로 나타났으며 이는 갈조

류 paste의 첨가로 인한 수분함량의 증가 때문으로 생각된다.

3. 갈조류 paste를 첨가한 쇠고기 patty에서 3개의 반응변수(경도, 씹힘성, 전반적인 기호도)의 관능점수를 동시에 최대화시키는 최적조건은 갈조류 paste는 코드화 값 0.1130(원래의 값 6.44), 쇠고기는 코드화 값 0.8870(원래의 값 50.56)이었다. 이때의 예상 기호도(Y)는 경도 6.23, 씹힘성 6.30, 전체적인 맛 6.00로 나타났다.

4. 최적 혼합비율로 제조한 patty의 소비자 기호도 조사결과 외관, 향미, 다즙성은 각각 6.07, 6.61, 6.37로 나타났으며 경도, 씹힘성 그리고 전반적인 기호도는 각각 6.24, 6.29, 6.29로 나타나 예상 기호도(Y)와 비슷한 결과였고, 이는 반응표면 분석을 통한 추정된 혼합물 모형식이 의미가 있음을 확인시켜주었다.

5. 최적 혼합비율로 제조한 patty의 수분함량은 65.91%로 control(61.15%)보다 높아 patty에 첨가된 고수분의 갈조류 paste 때문으로 생각된다. 조지방 함량은 7.50%로 대조구(11.71%)보다 낮은 결과를 나타내어 지방 저하 효과를 볼 수 있었다. Control과 최적 혼합비율로 제조한 patty간의 보수력 차이는 약 8~10%로 최적혼합비율로 제조한 patty의 보수력이 훨씬 높았고 control의 경우 냉동저장 기간 동안 보수력이 유의적으로 감소하였으나 최적 혼합비율로 제조한 patty

의 보수력은 적게 감소하였다.

냉동저장 기간 동안 단백질의 소화율은 control의 경우 굽지 않았을 때와 구웠을 때 모두, 60일이 경과한 후에는 0일째 보다 약 6% 정도 크게 감소하는 것으로 나타났으나, 최적 혼합비율로 제조한 patty의 경우는 60일이 경과한 후에 약 1% 정도 낮아졌다. 이는 갈조류 paste 첨가로 인한 보수력 증가가 냉동저장 기간 동안 단백질의 변성을 방지하는 것으로 생각할 수 있었으며 최적 혼합비율로 제조하여 구운 patty의 경우 C-PER값이 2.15를 나타내어 체중증가 효과는 크지 않은 반면 우수한 식품 범주에 들었다.

Ⅴ. 참고문헌

박성현. 1984. 현대 실험계획법. 민영사. p 518

박홍선. 2001. SAS를 이용한 실험계획과 분산분석. 自由아카데미. 서울. P 249

AOAC. 1990. Calculated protein efficiency ratio(C-PER and DC-PER), Official first action. J. of AOAC 65:496

AOAC. 1990. Official Methods Analysis 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. p.334, pp.777-784

AOAC. 1990. Protein Efficiency Ratio, in "Official Methods of Analysis. 15th ed.," Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. p.1095

Berry B.W. 1993. Fat level and freezing temperature affect sensory, shear, cooking and compositional properties of ground beef patties. J. Food Sci., 58, 34.

Berry B.W. 1994. Fat level, high temperature cooking and degree of doneness affect sensory, chemical and physical properties of beef patties. J. Food Sci., 59, 10-14.

Berry B.W. 1997. Sodium alginate plus modified tapioca starch improves properties of low-fat beef patties. J. Food Sci., 62, 1245-1249.

Born M.C. 1978. Texture profile analysis. Food Tech 32:60

Chun S.S., Park J.R., Park J.C., Suh J.S. and Ahn C.B. 1999. Quality Characteristics of Hamburger Patties Added with Seaweed Powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28(1), 140-144

Egbert W.S., Huffman D.L., Chen C. and Dylewski D.P. 1991. Development of low-fat ground beef. Food Technol., 45, 64-68.

Hamm R. 1960. Biochemistry of meat hydration. Adv Food Res 10: 447-455

Hensley J.L and Hand L.W. 1995. Formulation and Chopping temperature effects on beef frankfurters. J. Food Sci. 60: 55-57

Hwang J.K., Hong S.I., Kim J.T., Choi M.J. and Kim Y.J. 1998. Quality Changes of Meat Patties by the Addition of Sea Mustard Paste. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27(3), 477-481.

Jung Y.H., Kim K.B., Choi S.N. and Kang Y.J. 1994. Preparation of Mook with Sea Mustard and Sea Tangle 1. The Optimum Conditions of Sea Mustard and Sea Tangle Mooks. J. Korean Soc. Food Nutr. 23(1), 156-163

Jung I.C., Kim D.W., Moon G.I., Kang S.J., Kim K.Y. and Moon Y.H. 1998. Effects of freezing temperature on quality of vacuum packaging freezed beef. Korean J. Life Sci. 12, 654-661

Kim M.W., Ahn M.S. and Lim Y.H. 2005. Quality characteristics

of Chicken patties with added mulberry leaves powder. Korean J. Food Cookery Sci. 21: 459-465

Kim S.J., Choi W.S., You S.K. and Min Y.S. 2007. Effect of Glucomannan on Quality and Shelf-life of Low-fat Chicken Patty. Korean J. Food Sci. Technol. Vol. 39, No. 1, pp. 55~60

Kim S.J., Moon J.S., Park J.W., Park I.B., Kim J.M., Lim J.H., Jung S.T. and Kang S.K. 2004. Quality of Soybean Paste (*Doenjang*) Prepared with Sweet Tangle, Sea Mustard and Anchovy Powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33(5), 875-879

Kwon E.A., Jang M.J. and Kim S.H. 2003. Quality Characteristics of Bread Containing *Laminaria* Powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32(3). 406-412

Park C.K., Song H.I., Nam J.H., Moon Y.H. and Jung I.C. 2000. Effect of Hydrocolloids on Physicochemical, Textural and Sensory Properties of Pork Patties. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29(4), 568~591

Penny I.F. 1974. The effect of freezing on the amount of drip from meat. “In meat freezing why and how” Meat Research, Langford, Bristol, p. 8

Peryam D.R. and Pilgrim F.J. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. Food Tech 11(9):9

Satterlee L.D., Kendrick J.G. and Miller G.A. 1977. Rapid in vitro assays for estimation protein quality. Food tech

31:78

Satterlee L.D., Marshall H.F. and Tennyson J.M. 1979. Measuring protein quality JAOCS 56:103

Savage A.W.J., P.D. Warriss and P.D. Jolly. 1990. The amount and composition of the protein in drip from stored pig meat. Meat Sci. 27, 289-303

Sheffe H. 1963. Experiments with mixtures. J Royal Stat Soc B20:344

Song H.I., Park C.K., Nam J.H., Yang J.B., Kim D.S., Moon Y.H. and Jung I.C. 2002. Quality and Palatability of Beef Patty Containing Gums. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31(1). 64~68.

Turner E.W., Paynter W.D., Montie E.J., Bessert M.W., Struck G.M. and Olson F.C. 1954.

Winger R.J., Fennema O. 1976. Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at -3℃ or 15℃. J Food Sci. 41: 1433-1438