

감마선 조사된 미역귀(*Undaria pinnatifida* Sporophyll) 열수추출물을 첨가한 쿠키의 품질 특성

김다미¹ · 김경희¹ · 윤영식¹ · 김재훈² · 이주운² · 육홍선^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과

²한국원자력연구원 정읍방사선과학연구소

Quality Characteristics of Cookies with Hot Water Extract of Seamustad (*Undaria pinnatifida*) Sporophylls and Treated with Gamma Irradiation

Da-Mi Kim¹, Kyoung-Hee Kim¹, Young-Sik Yun¹, Jae-Hun Kim²,
Ju-Woon Lee², and Hong-Sun Yook^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeonbuk 580-185, Korea

Abstract

In this study we assessed the effects of gamma irradiation (50 kGy) on cookies to which was added various concentrations (1%, 3%, 5%, 7%) of hot water extract from seamustad (*Undaria pinnatifida*) sporophylls (WEUS) for future industry use. The pH of the dough went down significantly with the addition of WEUS. However, density was not related to that. The spread ratio of the cookies increased significantly as more WEUS was added to the cookie recipe, and cookies containing gamma-irradiated extract were taller than non-irradiated cookies with the same concentration. The loss rate of cookies was the same between control and experiment groups. On the other hand, the leavening rate significantly increased upon the addition of WEUS, and gamma-irradiated cookies were higher than non-irradiated cookies in the same concentration. The L value of cookies was much reduced with higher WEUS content, but the b value showed no significant differences between the control and experiment groups. The a value showed no significant difference for non-irradiated groups, but did for gamma-irradiated groups. Upon the addition of WEUS, hardness was shown to be higher than the control. The antioxidant activity, DPPH radical scavenging, was significantly higher with the control cookies, and upon the addition of WEUS, the gamma-irradiated cookies had higher antioxidant effects than non-irradiated cookies. The sensory evaluation showed that cookies made with WEUS have a positive impact in color, smell, taste, texture, and overall acceptability, but the sensory evaluation worsened with a lot of WEUS. The results of acceptability were higher in cookies with 3% the non-irradiated group and 1% the gamma-irradiated group. These results suggest that the 1% gamma-irradiated group was in the best condition to use in the industry since just a little of it makes exceptional quality, sensory properties, and functionality.

Key words: *Undaria pinnatifida* sporophyll, hot water extracts, cookies, quality characteristics, antioxidative effect

서 론

최근 들어 소득과 생활수준이 향상되면서 식생활의 서구화와 평균수명의 연장에 수반된 만성질환의 급증에 따라 건강과 함께 식생활 양식에 대한 관심이 더욱 고조되어 가고 있는 실정이다. 따라서 식생활의 간편화에 따른 제과 이용의 확대에 따라 생리활성 물질을 첨가하여 품질 향상을 도모하고자 하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 특히, 건강에 대한 일반인들의 의식수준이 높아지고 있어 환경 친화적인 소재 들인 해조류가 새롭게 부각되고 있다.

해조류에는 다량의 무기질, 비타민, 섬유소, 단백질뿐만 아

니라 alginic acid, fucan, laminaran 등의 수용성 다당류가 풍부하게 함유되어 있는 것으로 알려져 있으며(1-4), 특히 황 함유 다당체인 fucoidan과 D-mannuronic acid, L-guluronic acid 그리고 alginic acid는 콜레스테롤 배출 작용, 중금속 (Cd), 방사능 물질(Sr)의 체내 흡수 억제 및 배출 작용과 정장 작용이 있어 식이섬유로서 효과가 알려져 있다(5-8). 이러한 장점들에도 불구하고 해조류의 식품산업에 대한 활용 및 응용분야에 대한 연구는 미비한 실정이다(9).

해조류의 한 종류인 미역귀(*Undaria pinnatifida* sporophyll)는 갈조류 곤포과에 속하는 미역의 포자엽으로 항균, 항암 등의 기능성식품으로서 개발 가능성이 높은 물질로 밝

*Corresponding author. E-mail: yhsuny@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6840, Fax: 82-42-821-8887

혀지고 있으며(10), 최근 미백 및 항산화 활성에 관한 연구가 많이 이루어짐을 보고하고 있어 다양한 생리활성을 기대할 수 있을 것이라 사료된다(11,12). Kim 등(13)의 연구에서 미역귀의 일반성분을 분석한 결과, 수분 83.6%, 조단백질 2.4%, 조지방 1.6%, 탄수화물 9.1%, 회분 3.3%를 함유하고 있다고 보고되어 있다.

한편 발암성 생물학 검정 및 다세대 생식 독성 평가를 포함하는 많은 범위의 독성학 연구 결과, World Health Organization(14)에서는 감마선 조사와 관련된 어떠한 독성도 발견하지 못했으며, 감마선 조사에 의해 나타날 수 있는 복귀돌연변이 시험 결과, 200 kGy까지는 복귀돌연변이를 유발하지 않는 것으로 나타나면서 최근 더욱 이온화 방사선의 물리적인 특성을 이용하여 기능성 소재의 생리활성 개선 및 항산화 활성 증가 등에 관한 다양한 연구들이 보고되어진다(15,16). 해조류의 한 종류인 지층이의 항산화 활성을 연구한 Lee 등(17)의 연구에 의하면 비조사구와 조사구와의 비교에서 유의적인 차이를 보이지 않았으나, Kwon 등(18)은 소복 추출물에 감마선 조사 시 비조사구에 비해 유의적으로 라디칼 소거능이 증가한다고 보고하였다. 또한 방사선 구조변환 생물소재의 산업적 활용 연구에 관한 다양한 연구가 진행되며 감마선 조사와 식품 소재의 결합을 통한 고부가가치 기능성 소재 및 제품을 개발하기 위해 많은 연구역량을 집중하고 있다.

따라서 본 연구에서는 미역귀를 식품산업에 적용하기 위한 일환으로 감마선 조사에 의한 미역귀(*U. pinnatifida* sporophyll) 열수추출 분말을 첨가하여 쿠키를 제조하고 품질 특성 및 항산화 효과를 살펴 기능성식품 개발과 미역귀 이용의 효율성 증대를 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 미역귀는 부산광역시 기장읍에서 구입하여 열수추출에 사용하였다. 밀가루는 영양성분이 탄수화물 77.3%, 단백질 8.7%, 지방 0.8%, 수분 12.8%, 섬유소 0.2%인 박력밀가루(Daehan flour mills Co., Ltd., Seoul, Korea)

를 사용하였고, 그 외 마가린(Sam Lip General Foods Co., Ltd., Seoul, Korea), 백설탕(Samyang Co., Ltd., Seoul, Korea), 베이킹파우더(Samjinfood Co., Ltd., Gwangju, Gyeonggi-do, Korea), 계란(Farmever Co., Ltd., Seoul, Korea)은 시중에서 구입하여 사용하였다.

열수추출 및 감마선 조사

미역귀 열수추출은 Kwak 등(19)의 연구를 응용하여 적용하였다. 미역귀 10 g(건조중량)에 3차 증류수 100 mL를 가하여 50 kGy로 감마선 조사 후 2시간 동안 100°C에서 환류 추출하였고, 여과(Whatman, No.4)하여 이를 동결건조기(SFDSM12-60Hz, Samwon, Seoul, Korea)를 이용하여 건조시킨 후 본 실험에 사용하였다. 미역귀 열수추출물의 수율을 측정된 결과, 감마선 조사를 50 kGy 하였을 때의 수율이 비조사구에 비해 1.65배 높은 것을 확인할 수 있었으므로, 산업적 부가가치 창출의 가능성을 보아 본 실험에서 쿠키에 적용하여 실험해보았다. 감마선의 조사는 한국원자력연구원 방사선과학연구소(Jeongup, Korea)내 선원 11.1 PBq, ⁶⁰Co 감마선 조사시설(point source AECL, IR-79, MDS Nordion International Co., Ltd., Ottawa, Canada)을 이용하여 실온(22±1°C)에서 시간당 10 kGy의 선량률로 50 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 흡수선량의 확인은 alanine dosimeter(5 mm, Bruker Instruments, Rheinstetten, Germany)를 사용하였다. 비조사구인 0 kGy는 동일한 온도효과를 얻기 위하여 감마선 조사시설 외부에 보관하였고, 조사 직후 조사 처리구와 함께 4°C 냉장고에 저장하였다.

쿠키의 제조

쿠키는 Lee 등(20)의 쿠키제조 방법을 변형시켜 적용하였으며, Table 1과 같이 미역귀 열수추출 분말을 밀가루에 대하여 비율(w/w)을 달리하여 밀가루 100 g 기준에 대해 미역귀 열수추출 분말을 첨가하지 않고 만든 대조구와 감마선 비조사 1, 3, 5, 7% 첨가구 및 감마선 조사 1, 3, 5, 7% 첨가구로 제조하였으며 제조 방법은 Fig. 1과 같다. 마가린과 설탕을 반죽기(NVM-14, Daeyung, Seoul, Korea)에 넣어 잘 풀어준 다음, 3분간 설탕결정이 보이지 않을 때까지 크림화 하였다. 계란은 유지와 분리되지 않도록 넣으면서 부드러운 크림이 되도록 한 후 박력밀가루를 기준으로 비율에 맞게 미역귀

Table 1. Formula for cookies prepared with various concentrations of hot water extracts powder contents from *Undaria pinnatifida* sporophyll

| Ingredients (g) | Baker's ratio (%) | Control | WEUS ¹⁾ by non irradiation (%) | | | | WEUS by gamma irradiation (%) | | | |
|-----------------|-------------------|---------|---|-----|-----|-----|-------------------------------|-----|-----|-----|
| | | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| Flour | Variable | 300 | 297 | 291 | 285 | 279 | 297 | 291 | 285 | 279 |
| WEUS | Variable | 0 | 3 | 9 | 15 | 21 | 3 | 9 | 15 | 21 |
| Total | 100 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Margarine | 65 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 |
| Sugar | 30 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Egg | 12 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Baking powder | 0.53 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |

¹⁾WEUS means hot water extracts from *Undaria pinnatifida* sporophyll.

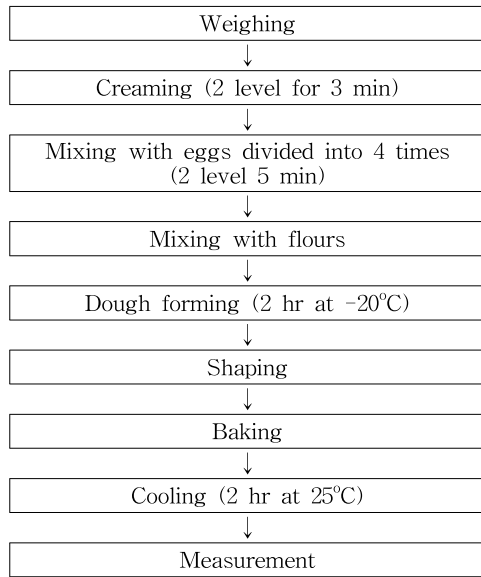


Fig. 1. Flow chart for hot water extracts powder contents from *Undaria pinnatifida* sporophyll cookies manufacture procedure.

열수추출 분말을 첨가하고, 체질한 박력밀가루를 넣어 가볍게 혼합하면서 반죽을 완료하였다. 완료된 반죽은 지름 5 cm인 긴 원형으로 성형하고 종이에 싸서 2~3시간 동안 냉동시켰다. 이후 반죽을 냉동기에서 꺼내어 두께 5 mm 정도로 절단하여 평철판에 팬닝한 후, 전기오븐(Daeyung Co.)에서 윗불 180°C, 아랫불 160°C로 조절하여 15분간 구웠으며, 완성된 쿠키는 실온에서 2시간 방냉한 후 기계적 검사 및 관능검사를 실시하였다.

반죽(dough)의 pH 및 밀도

pH는 반죽 5 g에 증류수 45 mL를 넣고, 충분히 교반시킨 후 pH meter(PHM 210, Radiometer, Lyon, France)로 상온에서 측정하였으며, 반죽의 밀도(g/mL)는 50 mL 메스실린더에 물 40 mL를 넣은 후 5 g 반죽을 넣었을 때 늘어난 부피와 반죽의 무게로부터 구하였다(21).

퍼짐성, 손실률, 팽창률 측정

쿠키의 퍼짐성 지수(spread ratio)는 AACC법 10-50D(22)를 사용하여 10회 반복 측정 후 다음의 공식을 이용하여 평균값을 구하였다. 퍼짐성은 직경(mm)에 대한 쿠키 6개 높이(mm)의 비로 나타낸 것으로 쿠키 6개를 나란히 수평으로 정렬한 후 전체 길이를 측정하여 쿠키 한 개에 대한 평균 직경을 구하였다. 쿠키의 손실률(loss rate)과 팽창률(leavening rate)은 쿠키를 굽기 전과 후의 중량을 각각 측정하여 그 차이에 대한 비율로 산출하였다.

$$\text{퍼짐성(spread ratio)} = \frac{\text{쿠키의 직경(mm)}}{\text{쿠키 6개의 높이(mm)}} \times 100$$

손실률(% loss rate) =

$$\frac{\text{굽기 전후의 쿠키 한 개의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전 반죽 한 개의 중량(g)}} \times 100$$

팽창률(% leavening rate) =

$$\frac{\text{굽기 전후의 실험군 쿠키의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전후의 대조군 쿠키의 중량 차(g)}} \times 100$$

색도

쿠키의 색도는 쿠키를 petri dish(50×12 mm)에 담아 색차계(ND-300A, Nippon Denshoku, Tokyo, Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 8회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. 이때 표준 백판의 L, a, b 값은 112.56, -0.38, 3.18이었다.

경도

쿠키의 경도(hardness)는 texture analyzer(TA-XT2/25, SMS, Surrey, England)로 측정하였다. 경도는 그래프 중 최고 피크점을 기준으로 하였으며, 실험구 별로 8회 반복하여 측정 후 평균±표준편차로 나타내었다. 기기의 측정 조건은 option TA, pre test speed 2.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, post test speed 2.0 mm/sec, 압축 시 변형률(strain)은 70%로 직경이 2 mm인 알루미늄 원통형 probe P2를 장착하여 측정하였고, sample size는 5×5×0.5 cm로 하였다.

항산화 활성

쿠키 2 g에 methanol을 8 mL 가하여 실온에서 24시간 추출한 뒤 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 얻은 상등액을 시료 용액으로 사용하였다. 0.2 mM DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl)용액 1 mL와 시료용액 1 mL를 가하여 혼합한 뒤 30분 뒤에 methanol을 blank로 하여 517 nm에서 UV/Vis-spectrophotometer(Shimadzu UV-1800, SHIMADZU Co., Kyoto, Japan)로 흡광도를 측정하였다. 수소공여능은 다음과 같은 계산식에 의해 환산하였다(23).

$$\text{수소공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

관능적 특성

관능검사는 남녀 대학생 24명을 panel로 선정하여 본 실험의 목적과 평가 방법 및 측정 항목에 대해 잘 인지될 수 있도록 충분히 설명한 후 실시하였다. 평가 항목은 쿠키의 색(color), 냄새(smell), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptability)로 매우 선호도가 높을수록 7 점, 매우 선호도가 낮을수록 1점을 표시하도록 하고, 쿠키의 색(color), 미역귀 냄새(*U. pinnatifida* sporophyll aroma), 미역귀 맛(*U. pinnatifida* sporophyll taste), 바삭함(crispness), 단단함(hardness), 부착성(adhesiveness)에 대하여 매우 강할수록 7점, 매우 약할수록 1점을 표시하도록 하였다. 각 시료마다 무작위로 조합된 3자리 숫자가 주어졌으며, 시료의 번호가 코팅된 일회용 접시에 담아서 제시되었다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였으며, 실험 결과의 통계처리는 SPSS Statistics 18.0 Network Version(on

Table 2. pH values and density of cookies prepared with various concentrations of hot water extracts powder contents from *Undaria pinnatifida* sporophyll

| Properties | Control (%) | WEUS ¹⁾ by non irradiation (%) | | | | WEUS by gamma irradiation (%) | | | |
|----------------|----------------------------|---|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| pH | 6.78±0.02 ^{2)a3)} | 6.68±0.01 ^b | 6.62±0.02 ^b | 6.51±0.01 ^c | 6.31±0.02 ^e | 6.78±0.02 ^a | 6.68±0.01 ^b | 6.53±0.08 ^c | 6.39±0.08 ^d |
| Density (g/mL) | 4.91±0.10 ^a | 4.81±0.00 ^a | 4.81±0.01 ^a | 4.80±0.00 ^a | 4.81±0.00 ^a | 4.82±0.01 ^a | 4.82±0.01 ^a | 4.81±0.00 ^a | 4.83±0.08 ^a |

¹⁾WEUS means hot water extracts from *Undaria pinnatifida* sporophyll.

²⁾Mean±SD (n=3).

³⁾Different letters (a-e) within a same row differ significantly (p<0.05).

release 18.0.1 of PASW Statistics) software를 이용하여 분산분석을 실시하였다. 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

반죽의 pH 및 밀도

미역귀 열수추출 분말을 첨가한 쿠키반죽의 pH 및 밀도 결과는 Table 2에 나타내었다. 반죽의 pH는 대조구 및 조사 1% 첨가구에서 6.78로 가장 높았으며, 비조사구와 조사구 모두 분말의 첨가에 의해 유의적으로(p<0.05) 감소하는 것으로 나타났다. 미역귀 열수추출 분말 자체에 대한 pH 측정 결과, 비조사 분말 5.29와 50 kGy 감마선 조사 분말 5.78로 측정되어 미역귀 열수추출 분말 첨가에 의해 첨가량이 증가할수록 pH가 영향을 받아 감소한 것으로 여겨진다. 이는 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 쿠키 반죽의 pH가 감소하였다는 Cho 등(24)의 보고와 일치하는 결과이며, 매생이 분말(25) 첨가의 경우도 첨가량의 증가에 따라 반죽의 pH는 감소함을 보였다.

밀도는 팽창 정도를 나타내므로 쿠키의 품질 관리에 있어 중요한 품질 평가 지표 항목의 하나이다. 이러한 특성은 밀가루의 종류, 흡수율, 지방의 종류와 사용량, 반죽의 혼합 방법과 시간, 팽창제의 종류와 사용량, 굽는 온도와 시간 등이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(26). 반죽의 밀도는 0%에서 4.91 g/mL로 높은 값을 나타내었으나 대조구의 밀도와 실험구의 밀도 사이에 유의적인 차이는 보이지 않았다. Lee(27)는 다시마 분말 첨가에 의한 반죽의 밀도 변화에 있

어서 대조구와 실험구 사이에 유의적 차이를 밝히지 못했으며, Cho 등(24)은 3%에서 유의적으로(p<0.05) 높은 밀도를 나타냈지만 대조구와 다른 실험구들 사이에는 유의적 차이가 없었다.

쿠키의 퍼짐성, 손실률 및 팽창률 측정

미역귀 열수추출 분말 첨가 쿠키의 퍼짐성, 손실률 및 팽창률은 Table 3과 같다. 미역귀 열수추출 분말 첨가 쿠키의 퍼짐성 측정 결과, 대조구가 14.15로 유의적으로(p<0.05) 낮게 나타났으며, 비조사 분말을 1, 3, 5 그리고 7% 첨가하였을 시 14.67, 15.17, 15.30 그리고 15.36을 나타내었고, 조사 분말을 1, 3, 5 그리고 7% 첨가하였을 시 15.40, 15.56, 15.63 그리고 15.83으로 비조사구와 조사구 모두 분말 첨가량의 증가에 따라 퍼짐성이 점차 증가하였으며, 같은 첨가량 시 비조사구에 비해 조사구의 퍼짐성이 높음을 보였다. 일반적으로 쿠키의 퍼짐성은 유동성에 의해 팽창하기 시작하여 반죽 내 무정형 고분자 단백질인 gluten의 유리 전이(glass transition)로 연속적 상태가 되어 반죽의 유동이 중단될 때까지 일어나며, 반죽의 단백질 함량, 설탕과 버터의 함량, 수분함량 및 반죽의 점도에 의해 영향을 받는다(28-32). 첨가물의 증가에 대해 쿠키의 퍼짐성이 감소하는 결과는 다양한 수준의 브로콜리(33), 파래분말(34), 흑마늘(35)을 첨가한 쿠키 연구에서도 본 실험과 비슷한 연구 결과를 보였다. Lee와 Vo(36)는 딸기 분말을 첨가한 쿠키에서 첨가량이 증가함에 따라 쿠키의 퍼짐성이 증가하였는데, 이는 밀가루를 딸기 분말로 대체함으로써 반죽의 단백질 함량이 감소됨에 기인한 것이라 보고하였다. 본 연구에서도 유의적으로(p<0.05) 미역귀 열수추출 분말의 첨가량에 따라 쿠키의 퍼짐성이 높게 나타났는데,

Table 3. Spread ratio, baking loss rate and leavening rate of cookies prepared with various concentrations of hot water extracts powder contents from *Undaria pinnatifida* sporophyll

| Properties | Control (%) | WEUS ¹⁾ by non irradiation (%) | | | | WEUS by gamma irradiation (%) | | | |
|--------------------|-----------------------------|---|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| Spread ratio | 14.15±0.10 ^{2)a3)} | 14.67±0.15 ^e | 15.17±0.14 ^d | 15.30±0.17 ^{cd} | 15.36±0.14 ^c | 15.40±0.19 ^c | 15.56±0.17 ^b | 15.63±0.28 ^b | 15.83±0.14 ^a |
| Loss rate (%) | 13.43±5.71 ^a | 12.94±5.26 ^a | 13.30±6.45 ^a | 13.06±5.34 ^a | 12.79±5.20 ^a | 13.94±5.05 ^a | 14.25±5.14 ^a | 13.37±4.65 ^a | 14.13±6.26 ^a |
| Leavening rate (%) | - | 90.97±40.88 ^{cd} | 83.94±43.44 ^d | 94.58±42.32 ^{bcd} | 96.80±43.94 ^{abcd} | 94.64±39.65 ^{abcd} | 109.51±43.81 ^{ab} | 104.38±40.62 ^{abc} | 113.06±61.32 ^a |

¹⁾WEUS means hot water extracts from *Undaria pinnatifida* sporophyll.

²⁾Mean±SD (n=10).

³⁾Different letters (a-f) within a same row differ significantly (p<0.05).

Table 4. Hunter's color values of cookies prepared with various concentrations of hot water extracts powder contents from *Undaria pinnatifida* sporophyll

| Color values | Control (%) | WEUS ¹⁾ by non irradiation (%) | | | | WEUS by gamma irradiation (%) | | | |
|----------------|--------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| L (lightness) | 67.41 ± 0.11 ^{2)bc3)} | 65.87 ± 0.13 ^d | 60.19 ± 0.33 ^{ef} | 60.17 ± 0.02 ^{ef} | 60.76 ± 0.18 ^c | 70.64 ± 0.18 ^a | 68.57 ± 0.19 ^b | 66.70 ± 0.76 ^{cd} | 58.96 ± 2.43 ^f |
| a (redness) | 4.62 ± 0.41 ^{de} | 6.48 ± 0.30 ^{bc} | 6.90 ± 0.45 ^b | 6.92 ± 0.61 ^b | 6.00 ± 1.68 ^{bcd} | 3.96 ± 0.18 ^d | 4.98 ± 0.93 ^{de} | 5.40 ± 1.25 ^{cd} | 9.63 ± 0.16 ^a |
| b (yellowness) | 25.73 ± 0.09 ^{ab} | 26.08 ± 0.06 ^{ab} | 24.62 ± 0.12 ^{ab} | 25.20 ± 0.03 ^{ab} | 25.67 ± 0.11 ^{ab} | 27.45 ± 0.04 ^a | 26.88 ± 0.34 ^{ab} | 25.80 ± 0.61 ^{ab} | 22.30 ± 6.61 ^b |

¹⁾WEUS means hot water extracts from *Undaria pinnatifida* sporophyll.

²⁾Mean ± SD (n=8).

³⁾Different letters (a-f) within a same row differ significantly (p<0.05).

이는 위와 같은 이유인 미역귀 열수추출 분말 첨가에 의한 gluten의 희석 효과로 사료되며, 비조사구에 비해 조사구의 퍼짐성이 높게 나타난 것은 조사로 인해 미역귀 내 섬유소가 저분자화 되었기 때문에 섬유소의 증가로 반죽 중 수분 흡수율을 증가시켜 반죽 내 녹지 않고 남아 있는 설탕 결정체의 증가와 단백질 희석 효과로 퍼짐성이 증가되는 것으로 사료된다.

손실물은 대조구 및 실험구 사이에 유의성이 없음을 확인할 수 있었으며, 팽창률은 첨가량이 높을수록 증가함을 보여 비조사구와 조사구의 7% 첨가구에서 96.80%와 113.06%로 가장 높은 값을 보였으며, 비조사구와 조사구를 비교하였을 때는 조사구의 팽창률이 높음을 확인할 수 있었다.

색도

미역귀 열수추출 분말 첨가 쿠키의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 쿠키의 색은 일정한 조건 하에서 환원당에 의한 비효소적 갈변반응인 Maillard 반응, 열에 불안정한 당에 의한 카라멜화 반응에 의해 가장 큰 영향을 받는다(37). L값(lightness)은 미역귀 열수추출 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로(p<0.05) 감소하여 어둡게 나타났으며(p<0.05), b값(yellowness)은 비조사구에서는 첨가구간 유의차를 나타내지 않았으며 조사구에서는 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보여 조사 1% 첨가구가 27.45로 유의적으로(p<0.05) 가장 높은 수치를 나타내었다. a값(redness)은 비조사구에서는 5% 첨가구가 6.92로 가장 높았고, 조사구에서는 7% 첨가구가 9.63으로 가장 높음을 보임으로 다시마 분말 첨가량의 증가에 따라 쿠키의 a값이 증가하는 Cho 등(24)의 연구결과와 비슷한 경향을 보였다. 또한 비조사구에

서는 첨가구간의 유의차를 보이지 않은 반면, 조사구에서는 첨가량이 증가할수록 유의적으로(p<0.05) 증가함을 보였다.

경도

Texture analyzer를 이용한 미역귀 열수추출 분말 첨가 쿠키의 경도 측정 결과는 Table 5와 같다. 쿠키의 경도는 대조구에 비해 비조사구 및 조사구의 1과 3% 첨가구에서는 낮은 경도 값을, 5와 7% 첨가구에서는 높은 경도 값을 보였다. 이를 통해 미역귀 열수추출 분말의 첨가량이 1, 3%일 경우 분말 첨가가 쿠키를 부드럽게 하며, 5, 7%일 경우 쿠키를 단단하게 함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 미역귀 열수추출 분말이 저함량 첨가된 경우, 분말 내 섬유소가 반죽 형성에 필요한 수분과 결합함으로써 글루텐 형성을 억제하여 제품을 부드럽게 하는 연화작용에 의한 것으로 사료되며, 고함량 첨가된 경우, 난소화성 전분을 쿠키에 첨가시켰을 때 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하였다는 보고와 일치하는 결과를 보여준다(38).

항산화 활성

쿠키의 항산화 활성은 DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) 라디칼 소거능으로 측정하였으며 측정 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 대조구의 라디칼 소거능은 68.42%로 미역귀 열수추출 분말 첨가구와 비교했을 때 가장 낮은 활성을 나타내었다. 비조사구와 조사구에서 가장 높은 항산화 활성을 보이는 것은 각각 7% 첨가구로 84.77%와 88.64%를 보이며 같은 첨가량에서 비조사구에 비해 감마선 조사한 첨가구에서 높은 항산화 활성을 보였다. 이러한 첨가량의 증가에 따른 항산화 활성 변화는 미역귀에 함유되어 있는

Table 5. Hardness of cookies prepared with various concentrations of hot water extracts powder contents from *Undaria pinnatifida* sporophyll

| Hardness (g) | Control (%) | WEUS ¹⁾ by non irradiation (%) | | | | WEUS by gamma irradiation (%) | | | |
|--------------|-----------------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| Hardness (g) | 1014.65 ± 67.56 ^{2)bc3)} | 982.93 ± 169.42 ^c | 954.93 ± 30.88 ^c | 1287.73 ± 44.05 ^b | 1646.20 ± 37.93 ^a | 821.25 ± 5.45 ^d | 898.61 ± 86.51 ^{cd} | 1193.61 ± 57.27 ^b | 1279.76 ± 74.26 ^b |

¹⁾WEUS means hot water extracts from *Undaria pinnatifida* sporophyll.

²⁾Mean ± SD (n=8).

³⁾Different letters (a-d) within a same row differ significantly (p<0.05).

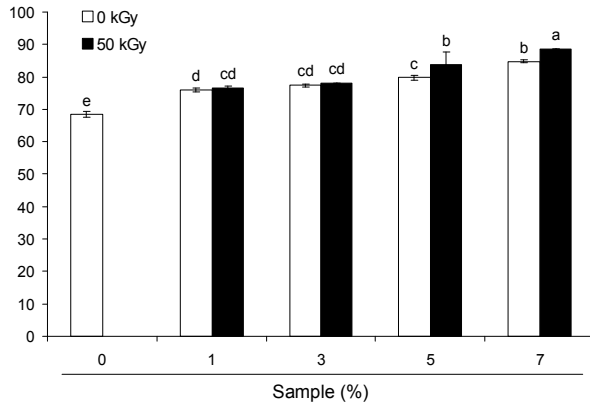


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of cookies prepared with various concentrations of hot water extracts powder contents from *Undaria pinnatifida* sporophyll. %Amount required for reduction of 0.2 mM DPPH after 30 min. Different letters within the same bar (a-e) differ significantly ($p < 0.05$).

fucoidan을 비롯한 다양한 다당류에 의한 것으로 사료되었다(39). 또한 고선량의 감마선 조사는 물분자의 산소, 수소 결합을 분해하여 수산 라디칼을 생산하고 단백질의 저분자화를 유도한다는 보고가 있으며(40,41), 이와 같은 이유로 비조사구에 비해 조사구에서의 활성이 높은 것이라 사료된다.

관능적 특성

미역귀 열수추출 분말을 첨가하여 제조한 쿠키의 관능적 특성에 대한 결과는 선호도 및 강도 항목으로 나누어 Table 6에 나타내었다. 미역귀 열수추출 분말 첨가 쿠키에 대한 강도 검사는 쿠키의 색, 미역귀 향, 미역귀 맛, 경도, 바삭함에 대해서 이루어졌으며, 선호도 평가는 색, 향, 맛, 경도, 바삭함, 부착성 및 전반적 기호도에 대해 이루어졌다. 색에 대한 관능적 강도는 대조구인 3.17에 비해 첨가량이 증가할수록 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였으며 비조사구와 조사구를 비교해 보았을 때, 조사구의 점수가 높았으나 유의성은 없었다. 미역귀 향, 미역귀 맛 역시 미역귀 열수추출 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였으며 색에 대한 강도평가 결과와 마찬가지로 조사구의 점수가 높았으나 유의차는 없었으며, 조사구 5%에서 가장 높은 점수를 보였다. 경도에 대한 강도평가 결과 유의성은 없었으며, 비조사 5% 첨가구와 조사 7% 첨가구에서 3.54 및 3.62로 대조구 값인 3.50과 비슷한 점수를 보임으로 첨가량의 증가에 따라 경도가 증가하던 기계적인 경도 측정 결과와 비교하여 차이를 보였다. 바삭함에 대한 강도 평가 결과, 가장 높은 값을 낸 비조사 7% 첨가구가 바삭함에 대한 선호도 평가 결과에서도 가장 높은 선호도를 나타내었다.

선호도 평가 결과 색에 대한 선호도는 비조사 및 조사 3% 첨가구까지 대조구보다 선호도가 높았으나 비조사 7% 첨가구에서는 유의차를 보이며($p < 0.05$) 가장 낮은 값을 나타내었다. 향은 비조사 5% 첨가구에서 높은 선호도를 나타내었으나 그 외 첨가구의 경우 대조구인 4.70보다 낮은 선호도를

Table 6. Sensory test of cookies prepared with various concentrations of hot water extracts powder contents from *Undaria pinnatifida* sporophyll

| Sensory characteristics | WEUS ¹⁾ by non irradiation (%) | | | | WEUS ¹⁾ by gamma irradiation (%) | | | | | |
|-------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 1 | 3 | 5 | 7 | |
| Intensity | Color | 3.17 ± 1.49 ^{3)de} | 3.75 ± 1.39 ^{bcde} | 4.41 ± 1.21 ^{abcd} | 3.66 ± 1.40 ^{cde} | 4.54 ± 1.55 ^{abc} | 3.54 ± 1.53 ^{de} | 4.50 ± 1.53 ^{abc} | 4.91 ± 1.58 ^a | 4.62 ± 1.31 ^{ab} |
| | UPS ²⁾ aroma | 3.08 ± 1.17 ^{cd} | 3.00 ± 1.06 ^d | 3.58 ± 1.41 ^{cd} | 3.37 ± 1.34 ^{cd} | 3.95 ± 1.54 ^{bc} | 3.29 ± 1.42 ^{cd} | 3.70 ± 1.54 ^{cd} | 5.08 ± 1.38 ^a | 4.58 ± 1.47 ^{ab} |
| | UPS taste | 3.00 ± 1.38 ^c | 3.20 ± 1.21 ^c | 3.54 ± 1.35 ^c | 3.25 ± 1.32 ^c | 4.91 ± 1.13 ^a | 3.25 ± 1.25 ^c | 3.87 ± 1.56 ^{bc} | 5.37 ± 1.86 ^a | 4.54 ± 1.35 ^{ab} |
| | Hardness | 3.50 ± 1.41 ^{bc} | 3.29 ± 1.12 ^c | 4.08 ± 1.24 ^{ab} | 3.54 ± 1.21 ^{bc} | 4.16 ± 0.96 ^{ab} | 3.58 ± 1.01 ^{bc} | 4.08 ± 1.17 ^{ab} | 4.33 ± 1.00 ^a | 3.62 ± 1.17 ^{abc} |
| | Crispness | 4.08 ± 1.41 ^{ab} | 3.70 ± 1.42 ^{ab} | 3.83 ± 1.16 ^{ab} | 3.41 ± 1.28 ^b | 4.25 ± 1.15 ^a | 3.70 ± 1.04 ^{ab} | 4.12 ± 0.89 ^{ab} | 4.20 ± 0.77 ^a | 3.83 ± 0.91 ^{ab} |
| Acceptability | Adhesiveness | 4.16 ± 1.23 ^a | 3.95 ± 1.12 ^a | 3.79 ± 1.38 ^a | 3.62 ± 1.27 ^a | 3.62 ± 1.27 ^a | 3.54 ± 1.35 ^a | 3.70 ± 0.99 ^a | 3.62 ± 0.92 ^a | 3.87 ± 1.13 ^a |
| | Color | 4.25 ± 1.64 ^{ab} | 4.70 ± 1.30 ^a | 4.33 ± 1.12 ^{ab} | 4.16 ± 1.34 ^{ab} | 3.54 ± 1.31 ^b | 4.58 ± 1.31 ^a | 4.50 ± 1.38 ^a | 4.12 ± 1.62 ^{ab} | 4.08 ± 1.50 ^{ab} |
| | Smell | 4.70 ± 1.12 ^b | 4.58 ± 1.44 ^b | 4.50 ± 0.78 ^b | 5.37 ± 1.40 ^a | 3.70 ± 0.99 ^{de} | 4.37 ± 1.17 ^{bc} | 4.04 ± 1.04 ^{bcd} | 3.33 ± 1.16 ^e | 3.33 ± 1.20 ^e |
| | Taste | 4.58 ± 1.52 ^a | 4.45 ± 0.93 ^a | 4.75 ± 1.35 ^a | 4.00 ± 1.06 ^{ab} | 3.29 ± 1.23 ^b | 4.41 ± 1.10 ^a | 4.62 ± 1.52 ^a | 2.08 ± 0.97 ^c | 3.29 ± 1.48 ^b |
| | Hardness | 4.33 ± 1.43 ^a | 4.33 ± 1.09 ^a | 4.41 ± 1.10 ^a | 4.58 ± 0.97 ^a | 4.33 ± 1.23 ^a | 4.16 ± 1.00 ^a | 4.25 ± 0.89 ^a | 4.45 ± 1.02 ^a | 4.00 ± 1.02 ^a |
| Overall acceptability | Crispness | 4.54 ± 1.47 ^a | 4.20 ± 1.44 ^a | 4.33 ± 1.12 ^a | 4.41 ± 1.28 ^a | 4.58 ± 1.10 ^a | 4.12 ± 1.29 ^a | 4.54 ± 1.25 ^a | 4.20 ± 1.14 ^a | 3.95 ± 1.48 ^a |
| | Adhesiveness | 4.25 ± 1.07 ^a | 4.16 ± 1.12 ^a | 4.45 ± 1.25 ^a | 3.83 ± 1.16 ^a | 4.04 ± 0.95 ^a | 4.08 ± 1.10 ^a | 4.20 ± 0.97 ^a | 4.00 ± 0.97 ^a | 3.75 ± 1.22 ^a |
| | Overall acceptability | 4.33 ± 1.40 ^a | 4.33 ± 1.40 ^a | 4.50 ± 1.44 ^a | 4.37 ± 1.24 ^a | 3.45 ± 1.35 ^b | 4.50 ± 1.38 ^a | 4.29 ± 1.54 ^a | 2.70 ± 1.45 ^b | 3.16 ± 1.27 ^b |

¹⁾WEUS means hot water extracts from *Undaria pinnatifida* sporophyll. ²⁾UPS means *Undaria pinnatifida* sporophyll.

³⁾Mean ± SD (n=24). ⁴⁾Different letters (a-e) within a same row differ significantly ($p < 0.05$).

나타내었다. 맛에 대한 선호도는 비조사 및 조사 3% 첨가구에서 대조구보다 높은 선호도를 나타내었으며 다음으로 1% 첨가구가 높은 값을 나타내었으나 비조사 7% 첨가구와 조사 5, 7% 첨가구에서는 3.29 이하의 낮은 선호도를 나타내어 너무 많은 양의 미역귀 열수추출 분말 첨가는 맛에 대한 선호도를 떨어뜨리는 것으로 여겨졌다. 바삭함, 경도 및 부착성에 대한 선호도는 대조구 및 첨가구들 간의 유의적 차이를 나타내지 않았다. 전반적인 기호도 검사 결과 비조사 3% 첨가구와 조사 1% 첨가구에서 4.50로 가장 높은 선호도를 나타내었으며 맛에 대한 기호도 평가 결과와 마찬가지로 비조사 7% 첨가구와 조사 5, 7% 첨가구에서 낮은 선호도를 나타내었다.

따라서 위의 관능검사 결과를 종합해 볼 때 미역귀 열수추출 분말 첨가에 의해 쿠키의 색, 향, 맛, 질감, 전반적인 기호도 등에 긍정적인 영향을 미치나 비조사 7% 첨가구와 조사 5% 이상의 너무 많은 미역귀 열수추출 분말 첨가는 관능적인 기호도를 오히려 떨어뜨리는 것으로 사료된다. 반면 항산화 활성은 첨가량의 증가에 따라 증가하므로 적은 첨가량으로 항산화 활성 증가와 동시에 관능적 기호도를 만족시킬 수 있는 조사 1% 첨가 쿠키가 상품 개발 가능성이 있는 것으로 사료된다.

요 약

미역귀를 이용한 가공식품개발을 위해 비조사구와 감마선 조사구의 미역귀 열수추출 분말을 첨가(1, 3, 5, 7%)한 쿠키를 제조하여 품질 특성을 알아보았다. 쿠키 반죽의 pH는 미역귀 열수추출 분말 첨가에 의해 감소하였으나, 밀도에는 영향이 없는 것으로 나타났다. 쿠키의 퍼짐성은 분말 첨가량의 증가에 따라 점차 증가하였으며 같은 첨가량에서 비조사구에 비해 조사구의 퍼짐성이 높음이 나타났다. 손실률은 대조구 및 실험구 사이에 유의성이 없었으며, 팽창률은 첨가량이 높을수록 증가함을 보였고 비조사구와 조사구를 비교하였을 때는 조사구의 팽창률이 더 높음을 보였다. 쿠키의 색도 측정 결과 중 L값(lightness)은 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, b값(yellowness)은 비조사구에서는 첨가구간 유의차를 나타내지 않았으나 조사구에서는 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였다. a값(redness)은 비조사구에서 첨가구간의 유의차를 보이지 않은 반면, 조사구에서는 첨가량이 증가할수록 증가함을 보였다. 쿠키의 경도는 미역귀 열수추출 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였으며, 항산화 활성 또한 7% 첨가구에서 가장 높은 값을 보였으며, 같은 첨가량에서 비조사구에 비해 감마선 조사한 첨가구에서 높은 항산화 활성을 보였다. 쿠키의 관능검사 결과 미역귀 열수추출 분말 첨가는 색, 냄새, 맛, 질감 및 전체적인 기호도를 향상시키는 긍정적인 영향을 미치나 너무 많은 미역귀 열수추출 분말 첨가는 관능적인 기호도를 오히려 떨어뜨리는 것으로 나타남에 따라 선호도 결과 비조사 3% 첨가

구와 조사 1% 첨가구의 선호도가 가장 좋게 나타났다. 이에 미역귀의 항산화 활성은 첨가량의 증가에 따라 증가하는 경향을 나타내었으나 항산화 활성의 유의적인 증가 지점에서 쿠키의 관능 선호도가 감소되므로, 적은 첨가량으로 쿠키의 품질 및 관능 특성, 기능성에서 우수하며 산업적으로도 활용 가능한 조사 1% 첨가구가 최적 조건일 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부 원자력연구개발사업 및 한국 원자력연구원 기본사업을 통해 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Kim YS, Choi HS, Woo IA, Song TH. 2004. The effect on the sensory and mechanical characteristics of functional muffin using *Glycyrrhizae radix* extract. *Korean J Food Cookery Sci* 20: 95-99.
- Lee DS, Kim HR, Pyeon JH. 1998. Effect of low-molecularization on rheological properties of alginate. *J Korean Fish Soc* 31: 82-89.
- Koo JG, Jo KS, Do JR, Woo SJ. 1995. Isolation and purification of fucoidans from *Laminaria religiosa* and *Undaria pinnatifida* in Korea. *J Korea Fish Soc* 28: 227-236.
- Zhuang C, Itoh H, Mizuno T, Ito H. 1995. Antitumor active fucoidan from the brown seaweed, *Umitoranoo* (*Sargassum thunbergii*). *Biosci Biotech Biochem* 59: 563-567.
- Rhee SH. 1972. A study on the calcium and iron content of the *Undaria pinnatifida suringar*. *J Korean Soc Food Nutr* 1: 25-31.
- Suzuki T, Nakai K, Yoshie Y, Shirai T, Hirano T. 1993. Effect of sodium alginates rich in guluronic acid and manuronic acids on cholesterol levels and digestive organs of high-cholesterol-fed rats. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59: 545-551.
- Koo JG. 1997. Structural characterization of purified fucoidan from *Laminaria religiosa*, sporophylls of *Undaria pinnatifida*, *Hizikia fusiforme* and *Sargassum fulvellum* in Korea. *J Korean Fish Soc* 30: 128-131.
- Koo JG. 2001. Biosorption of lead and cadmium by fucoidan from *Undaria pinnatifida*. *J Korean Fish Soc* 34: 521-525.
- Cho SH, Park SY, Choi SW. 2008. Effects of eisenia bicyclis extracts and pill on blood glucose and lipid profile in streptozotocin-induced diabetic mice. *Korean J Nutr* 41: 493-501.
- Park SY, Jung YH, Shin MO, Jung BM, Bae SJ. 2005. Effects of antimicrobial and cytotoxicity of *Undaria pinnatifida* sporophyll fractions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 765-770.
- Kim DM, Kim KH, Sung NY, Jung PM, Kim JS, Kim JK, Kim JH, Choi JI, Song BS, Lee JW, Kim JK, Yook HS. 2011. Effects of gamma irradiation on the extraction yield and whitening activity of polysaccharides from *Undaria pinnatifida* sporophyll. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 712-716.
- Yoo MY, Kim SK, Yang JY. 2004. Characterization of an antioxidant from sporophyll of *Undaria pinnatifida*. *Kor J Microbiol Biotechnol* 32: 307-311.
- Kim SJ, Moon JS, Kim JM, Kang SG, Jung ST. 2004. Preparation of jam using *Undaria pinnatifida* sporophyll. *J*

- Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 598-602.
14. WHO. 1999. High-dose irradiation: Wholesomeness of food irradiated with dose above 10 kGy. *WHO Technical report series*. Geneva, Switzerland.
 15. Byun EH, Kim JH, Sung NY, Choi JI, Lim ST, Kim KH, Yook HS, Byun MW, Lee JW. 2008. Effects of gamma irradiation on the physical and structural properties of β -glucan. *Radiat Phys Chem* 77: 781-786.
 16. Kim JH, Sung NY, Kwon SK, Srinivasan P, Song BS, Choi J, Yoon Y, Kim JK, Byun MW, Kim MR, Lee JW. 2009. γ -Irradiation improves the color and antioxidant properties of Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) extract. *J Med Food* 12: 1343-1347.
 17. Lee SJ, Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Yoon SY, Lee CJ, Jung JY, Park NB, Kwak JH, Park JG, Kim JH, Choi JI, Lee JW, Byun MW, Ahn DH. 2010. Effects of gamma irradiation on antioxidant, antimicrobial activities and physical characteristics of *Sargassum thumbergii* extract. *Korean J Food Sci Technol* 42: 431-437.
 18. Kwon HJ, Jung U, Park HR, Shin DH, Jo SK. 2007. Effects of gamma irradiation on color changes and antioxidative activities of *Caesalpinia sappan* L. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1055-1061.
 19. Kwak DY, Kim JH, Kim JK, Shin SR, Moon KD. 2002. Effects of hot water extract from roasted safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed on quality of cookies. *Korean J Food Preservation* 9: 304-308.
 20. Lee SM, Ko YJ, Jung HA, Paik JE, Joo NM. 2005. Optimization of iced cookies with addition of dried sweet pumpkin powder. *Korean J Food Culture* 20: 516-524.
 21. Lee JO, Kim KH, Yook HS. 2009. Quality characteristics of cookies containing various levels of aged garlic. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 71-77.
 22. AACC. 1995. *Approved Methods of the AACC*. 9th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p 1-6.
 23. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 24. Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *Korean J Food Culture* 21: 541-549.
 25. Lee GW, Choi MJ, Jung BM. 2010. Quality characteristics and antioxidative effect of cookies made with *Capsosiphon fulvescens* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 381-389.
 26. Koh WB, Noh WS. 1997. Effect of sugar particle size and level on cookie spread. *J East Asian Soc Dietary Life* 7: 159-165.
 27. Lee SM. 2005. Effect of quality characteristic of chocolate cookie using sea tangle powder. *MS Thesis*. Yong-in University, Gyeonggi, Korea. p 28-31.
 28. Curley LP, Hosney RC. 1984. Effect of corn sweeteners on cookie quality. *Cereal Chem* 61: 274-278.
 29. Doescher LC, Hosney RC. 1985. Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar-snap cookies. *Cereal Chem* 62: 263-266.
 30. Aren JH. 1991. Dietary energy on using sugar alcohols as replacement for sugars. *Proceedings of the Nutrition Society* 50: 383-390.
 31. Hamed F. 1994. *The science of cookies and cracker production*. Chaman&Hall, New York, NY, USA. p 237-238.
 32. Miller RA, Hosney RC, Morris CF. 1997. Effect of formula water content on the spread of sugar-snap cookies. *Cereal Chem* 74: 669-671.
 33. Lim EJ, Kim JY. 2009. Quality characteristics of cookies added with broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 210-215.
 34. Lim EJ. 2008. Quality characteristics of cookies with added *Enteromorpha intestinalis*. *Korean J Food & Nutr* 21: 300-305.
 35. Lee JO, Kim KH, Yook HS. 2009. Quality characteristics of cookies containing various levels of aged garlic. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 71-77.
 36. Lee JH, Ko JC. 2009. Physicochemical properties of cookies incorporated with strawberry powder. *Food Engineering Process* 13: 79-84.
 37. Park BH, Cho HS, Park SY. 2005. A study on the antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with *Lycii fructus* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 94-102.
 38. Kang NE, Kim HY. 2005. Quality characteristics of health concerned functional cookies using crude ingredients. *Korean J Food Culture* 20: 331-336.
 39. Cha SH, Lee JS, Kim YS, Kim D, Moon JC, Park K. 2010. Properties of fucoidan as raw materials of water-holding cream and cosmetics. *Korean Chem Eng Res* 48: 27-32.
 40. Lim SI, Yuk HS, Yoon HH, Kim YJ, Byun MW. 1998. Effects of gamma irradiation on egg white protein. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 291-295.
 41. Faran RS, Khawas KH. 1998. Influence of γ -irradiation and microwaves on the antioxidant property of some essential oils. *Inter J Food Sci Nutr* 49: 109-115.

(2011년 7월 27일 접수; 2011년 10월 6일 채택)