

모자반(*Sargassum fulvellum*) 추출물 첨가에 의한 빵의 저장성 및 품질증진 효과

김민지¹ · 송유진¹ · 김꽃봉우리¹ · 이청조¹ · 정지연¹ · 곽지희¹ · 최문경¹
김동현¹ · 선우찬¹ · 최정수² · 최호덕³ · 안동현^{1†}

¹부경대학교 식품공학과/식품연구소

²경남정보대학 제과제빵조리전공

³세종대학교 식품공학과

Effect of *Sargassum fulvellum* Extracts on Shelf-Life and Quality Improvement of Bread

Min-Ji Kim¹, Eu-Jin Song¹, Koth-Bong-Woo-Ri Kim¹, Chung-Jo Lee¹, Ji-Yeon Jung¹,
Ji-Hee Kwak¹, Moon-Kyoung Choi¹, Dong-Hyun Kim¹, Chan Sunwoo¹,
Jung-Su Choi², Ho-Duk Choi³, and Dong-Hyun Ahn^{1†}

¹Dept. of Food Science & Technology/Institute of Food Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Subdivision of Food Science, Kyungnam College of Information and Technology, Busan 616-701, Korea

³Dept. of Food Science & Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

Abstract

This study was performed the effect of *Sargassum fulvellum* extracts (SFE) on the shelf-life and quality improvement of bread. Bread was added with 0.5, 1 and 2% SFE and stored for 9 days. Total microbial counts of the bread added with 1 and 2% SFE were reduced by 2 log cycles at 9 days, and there were no significant changes in pH value or moisture content compared to the control. In addition, the protection factor of the bread added SFE measured by Rancimat showed a higher level than that of the control. Yellowness increased as bread was added with SFE while lightness and redness decreased. Springiness showed no considerable differences between the control and the group added with SFE. Hardness, shear force, gumminess and chewiness were higher than those of the control. In the sensory evaluation, right after manufacturing, taste, texture, and total preference of the bread containing 0.5 and 1% SFE were preferred compared to the control. These results suggest that the addition of 0.5% and 1% SFE to bread enhance the quality and shelf-life of bread.

Key words: *Sargassum fulvellum*, shelf-life, quality, bread

서 론

식생활의 서구화로 인한 주식대용으로서 빵의 수요가 증가되면서 우리나라의 제빵산업 규모는 연간 8,000억 원에 달하고 있다(1). 빵은 수분함량이 많아 밀가루가 원료인 다른 제품에 비해 미생물의 성장이 용이하며 유통기한이 짧은 편이다(2). 따라서 유통과정 중에 미생물에 노출되기 쉬우며 이로 인한 위생상의 문제들이 발생하기 쉽다(3). 특히 온도와 습도가 높은 하절기에는 유통기간 중 곰팡이 발생이 많아지며(4), 이를 방지하기 위해 nitrite, sorbic acid, sodium metabisulfite, 염소제 등의 합성보존료가 장기간 사용되어 왔다(5). 하지만 최근에는 합성 보존제의 체내 축적성 등 안전성에 관한 문제가 지속적으로 대두되고 있으며, 합성 보존제의 사용량과 종류에 따라 인체에 부정적 영향을 미치기도 한다(6). 이에 대한 소비자들의 건강지향적인 인식변화에 부

응하기 위해 항균 및 항산화 효과와 인체에 유용한 생리활성을 동시에 얻을 수 있는 천연물을 첨가한 빵의 저장성 및 품질증진에 관한 연구가 활발히 진행 중이다(7). 지금까지 보고된 바에 의하면, 홍삼박 분말(8), 버찌 분말(9), 새송이버섯 분말(10), 녹차 추출물(11), 상백피 및 강황 추출 혼합물(12) 등 육상식물로부터의 천연물 첨가를 통하여 빵의 저장성 및 품질을 향상시키기 위한 연구가 주를 이루고 있다. 하지만, 최근에는 파배기 모자반(13), 외톨개 모자반(14) 등 해양식물인 해조류 추출물을 첨가한 빵의 연구도 이루어지고 있다.

해조류는 식물성 플랑크톤과 함께 해양 생태계의 주요한 해양생물자원의 하나이다. 1900년대 초반까지는 해조류가 여러 산업의 기반이 되고 막대한 천연자원이라는 사실이 잘 알려지지 않았고 일부 식용 해조류만이 이용되어 왔다. 그러나 최근에는 식량 자원으로 이용될 뿐만 아니라 의약품, 비

†Corresponding author. E-mail: dhahn@pknu.ac.kr
Phone: 82-51-629-5831, Fax: 82-51-629-5824

료공업, 사료원료 등으로 다양한 분야에 이용되면서 그 실용적 가치가 증대되고 있다(15). 식용으로 쓰이는 해조류의 대부분은 미네랄, 비타민, 식이섬유 등이 균형 있게 분포되어 있으며 인체 내에서 생리활성이 큰 다량의 수용성 식이섬유와 높은 항산화 효과를 나타내는 mycosporine-glycine 등 다양한 생리활성물질들을 함유하고 있다(13,16). 특히 갈조류의 경우, 특유의 점질성 다당류인 alginic acid, fucoidan 등이 인체에 유익한 여러 가지 형태로 이용되고 있고, 갈조류로부터 추출한 alginic acid의 항균효과(17)와 해조류 성분의 노화억제작용(18) 등이 보고되고 있다.

이러한 여러 생리활성물질들을 함유하고 있음에도 불구하고, 과거에는 열량소로서의 역할을 하지 못하는 해조류의 특성 때문에 식품으로서 사용되는 일이 빈번하지 않았다. 하지만, 최근 급격히 진행되는 경제발전과 생활수준 향상으로 인해 식품의 양적인 면보다는 기능성에 대한 관심이 중요시되어 식품 첨가물 소재에 대한 인식이 높아지고 있다(19). 이에 합성 보존료나 BHT, BHA 등 합성 항산화제의 사용 대신 인체에 유용한 다양한 성분이 함유되어 있고 비교적 안전한 천연물 유래 첨가물 소재로서 해조류가 각광받고 있다(20).

본 연구에서 사용되어진 모자반(*Sargassum fulvellum*)은 한국의 연안에 분포하고 있는 난해성 다년생 갈조식물로서 연안동물들이 먹이를 얻거나 산란하기 적합한 곳에 주로 서식하고 있는 대표적인 식용해조류이다. 모자반의 일부는 식용으로 쓰이기도 하고, alginic acid 등이 해조공업의 원료나 비료로 널리 이용되고 있다. 하지만 모자반에 관한 연구로는 항발암(21), 항균 및 항산화효과(17,22)에 관한 일부 연구가 수행되고 있을 뿐, 풍부한 자원과 다양한 기능성에 비해 식품분야에 적용되는 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 모자반 발효주정 추출물을 모닝빵에 첨가하여 빵의 저장성 및 품질증진 효과를 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

실험재료

모자반은 2008년 부산 근해에서 채취한 것으로 담수로 깨끗이 수세, 건조, 분쇄한 후 -20°C 에서 보관하며 실험에 사용하였다.

모자반 추출물 제조

모자반 분말에 10배량의 발효주정(Woori Ehanol Supplies Co., Busan, Korea)을 가하고, 교반기(H-0820, Dongwon Science Co., Busan, Korea)를 이용하여 24시간 추출하였다. 원심분리기(UNION 32R, Hanil Co., Incheon, Korea)를 이용하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상층액을 취하였고, 남은 잔사를 이와 동일한 방법으로 2회 반복하여 추출하였다. 추출한 상층액은 37°C 에서 감압농축기(RE200, Ya-

Table 1. Recipe for preparation of the bread¹⁾ (Unit: %)

Ingredient	Control	A	B	C
Hard flour	100	100	100	100
Water	45	44.5	44	43
Extracts	—	0.5	1	2
Dry yeast	4	4	4	4
Sugar	15	15	15	15
Salt	2	2	2	2
Shortening	12	12	12	12
Defatted milk flour	4	4	4	4
Egg	20	20	20	20

¹⁾Control: untreated, A: bread with 0.5% SFE, B: bread with 1% SFE, C: bread with 2% SFE.

mato Co., Tokyo, Japan)로 1회에 가한 용매량의 1/10로 농축하여 사용하였다.

모닝빵 제조

Table 1의 배합비에 따라 직접 반죽법으로 모닝빵을 제조하였다. 온도 28°C , 상대습도 75% 조건에서 50분 동안 1차 발효하고 20 g씩 등글리기 하여 온도 28°C , 상대습도 75%에서 50분간 2차 발효한 후, 상층온도 200°C , 하층온도 190°C 오븐(DK303, Daekyo Co., Seoul, Korea)에서 7분간 구웠다. 오븐에서 구운 빵은 실온에서 방냉시킨 후 포장하여 온도 25°C , 상대습도 75%의 인큐베이터(Dongwon Science Co., Busan, Korea)에서 9일간 저장하여 실험하였다.

일반세균 및 곰팡이수 측정

각 시료 2 g을 무균적으로 취하여 10배량의 멸균 PBS(phosphate buffered saline, pH 7.4)를 첨가한 후, 1,000 rpm에서 1분간 호모게나이저(AM-7, Ace homogenizer, Nihonseiki, Tokyo, Japan)로 균질화한 다음 10배 희석법으로 희석하였다. 일반세균수는 희석액을 PCA(plate count agar)에 도말하여 37°C 에서 24시간 배양한 후 생성된 집락의 수를 측정하였다. 곰팡이 수는 시료 희석액을 PDB(potato dextrose broth)에 도말하여 실온에서 3~5일간 배양한 후 생성된 집락을 계수하여 측정하였다. 이때 사용한 PCA 및 PDB는 Difco사(Franklin Lakes, NJ, USA)의 제품을 사용하였다.

Rancimat에 의한 산화 안정도

유지 산화안정도 실험을 위해 rancimat(743, Metrohm Co., Herisau, Swiss)을 이용하였다. 분쇄한 시료를 80 mesh 체로 걸러서 반응용기에 각 시료 0.5 g과 lard oil 2.5 g을 취한 후, 80°C 에서 시간당 20 L의 여과된 공기를 주입하는 방법으로 산화시켰다. 이때 발생하는 aldehyde, ketone 등의 휘발성 산화생성물을 증류수 65 mL이 든 흡수용기에 이행시켜 전기 전도도 변화에 따른 유도기간을 측정하였다. 산화안정도 비교를 위해 추출물을 첨가하지 않은 시료를 대조군으로 하여 산출한 Protection Index(PI)로 나타내었다.

$$\text{Protection Index (PI)} = \frac{\text{추출물 첨가구의 유도기간}}{\text{무첨가구의 유도기간}}$$

수분함량 측정

시료 모닝빵을 믹서기(DY-3005SV, Yangji Produce, Incheon, Korea)로 1분간 분쇄한 뒤, 이를 1 g 취하여 알루미늄 호일에 균일하게 펼친 후 AOAC(23)의 105°C 상압가열 건조법에 의하여 측정하였다.

pH 측정

시료 모닝빵을 믹서기(DY-3005SV, Yangji Produce, Incheon, Korea)로 1분간 분쇄하여 5 g 취한 후, 10배량의 증류수 50 mL과 혼합하여 10,000 rpm에서 2분 동안 호모게나이저를 이용하여 균질화한 다음 pH meter(HM-30V, TOA, Kobe, Japan)로 측정하였다.

색도

1 cm 두께로 시료 빵의 표면을 제거하고 내부를 취하여 분쇄한 뒤, 3.5 g을 cell에 넣어 색차계(JC801, Color Technosystem Co., Tokyo, Japan)로 L*, a*, b* 값으로 색도를 측정하였다. 이때 사용된 표준백판의 값은 L*=93.73, a*=-0.21, b*=0.11이었다.

물성 측정

빵을 2.0×2.0×2.0 cm의 크기로 자른 후 test speed 2 mm/s, test force 100 g, test distance 10 mm의 조건으로 Texture meter(T1-AT2, SMS Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 겹성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 복원성(resiliene) 및 전단력(shear force)을 측정하였다.

관능평가

모자반 발효주정 추출물이 빵의 관능적 특성에 미치는 영향을 평가하기 위해 13명의 숙달된 panel(부경대학교 식품공학전공 식품자원개발실협실원, 남 2명, 여 11명, 20~29세)을 선정하여 제조 직후의 빵으로 외부 색, 내부 색, 형태, 향, 맛, 질감 및 전체적 호감도의 7가지 항목에 대해 7점 점수법으로 평가하였다.

통계처리

각 실험에 대한 유의차 검정은 SAS software(SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)에서 평균값을 분산분석 한 후, Duncan's multiple range test법에 따라 p<0.05 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

일반세균 및 곰팡이수 측정

모자반 추출물이 빵의 저장성 및 품질증진에 미치는 영향을 알아보기 위해 모닝빵을 25°C에서 9일간 저장하면서 일반세균수와 곰팡이수를 측정하였다. 그 결과, 저장 3일까지 모든 첨가구에서 일반세균이 검출되지 않았다. 저장 6일과 9일째에는 0.5% 첨가구가 무첨가구에 비해 1 log cycle,

Table 2. Changes in viable cell count of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts (Unit: CFU/mL)

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	0.50×10 ¹	— ²⁾	—	—
3	0.50×10 ¹	—	—	—
6	2.66×10 ³	1.90×10 ²	0.50×10 ¹	1.50×10 ¹
9	3.30×10 ⁴	1.80×10 ³	5.60×10 ²	2.00×10 ²

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Not detected.

Table 3. Changes in mold cell count of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts (Unit: CFU/mL)

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	— ²⁾	—	—	—
3	—	—	—	—
6	1.38×10 ³	2.12×10 ⁴	—	3.35×10 ³
9	8.77×10 ⁵	1.30×10 ⁶	8.07×10 ⁵	8.90×10 ⁵

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Not detected.

1 및 2% 첨가구가 2 log cycle 가량 낮은 균수를 보여 미생물의 증식이 억제됨을 알 수 있었다(Table 2). 곰팡이수에 있어서는 저장 6일과 9일째에 0.5% 첨가구의 곰팡이수가 무첨가구에 비해 다소 높은 반면, 1 및 2% 첨가구와 무첨가구 사이에는 큰 차이가 없었다(Table 3). 빵은 수분함량이 비교적 높아 미생물에 노출되기 쉬우며(24), 빵을 부패시키는 대표적인 미생물로는 *Bacillus*속 균주를 들 수 있다(3). 모자반에탄올 추출물은 *Bacillus subtilis*에 대하여 높은 항균활성을 가지고 있다고 보고(25)되어 있으며, 항균작용을 하는 주성분은 tetradecanoic acid, hexadecanoic acid, neophytadiene 및 oleic acid 등과 같은 유기용매에 가용성인 소수성 물질이라는 연구결과(25,26)가 보고되어 있다. 따라서 본 연구결과는 발효주정에 추출되어진 모자반의 항균물질들에 의한 것으로 생각되어진다. 모자반 추출물 1 및 2% 첨가구가 0.5% 첨가구보다 비교적 높은 항균 활성을 보인 결과는, 외톨게 모자반 추출물(14), 파배기 모자반 추출물(13), 마늘(27), 솔잎(28), 민들레(29) 첨가에 따른 항균작용에 대한 연구에서 첨가농도 의존적으로 균의 증식이 억제되는 것과 유사한 결과를 보였다. 이 결과를 바탕으로 볼 때, 모자반 추출물을 빵에 첨가하였을 경우 빵의 유통과정 중 우려되는 미생물의 증식을 억제하여 빵의 저장성 증진에 효과적일 것으로 생각된다.

Rancimat에 의한 산화 안정도

빵의 품질에 있어 지질은 반죽을 부드럽게 하고 풍미를 증가시키는 역할을 한다. 제빵용으로는 마가린, 쇼트닝, 버터 등의 각종 유지가 용도에 맞게 사용되고 있는데 마가린과 버터의 경우, 우유 또는 물이 15% 이내로 함유되어 있어 온도나 공기 등의 주위환경에 의해 쉽게 빵을 산화시킨다(26). 따라서 모자반 추출물이 빵의 산화도에 미치는 영향을 살펴보기 위해 rancimat을 통한 산화안정도를 측정하였다.

Table 4. Protection factor of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

days	Control	0.5%	1%	2%
0	1.00±0.07 ^{Ba2)}	1.14±0.04 ^{Ac}	1.10±0.07 ^{ABb}	1.16±0.04 ^{Ac}
3	1.00±0.19 ^{Ca}	1.40±0.00 ^{Ba}	1.42±0.00 ^{Ba}	1.63±0.00 ^{Aa}
6	1.00±0.14 ^{Ba}	1.31±0.02 ^{Aab}	1.23±0.03 ^{Aab}	1.41±0.00 ^{Ab}
9	1.00±0.16 ^{Ca}	1.19±0.08 ^{BCbc}	1.35±0.17 ^{ABab}	1.54±0.08 ^{Aa}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Means in the same row (A-C) and the same column (a-c) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).

Rancimat에 의한 산화안정도 측정은 고온에서 공기를 주입하여 유지가 산화되면서 생성되는 aldehyde, ketone 등의 휘발성 물질에 의한 증류수의 전기전도도 차이를 측정하여 유도기간을 산출함으로써 유지의 산화안정도를 알 수 있는 방법이다(12). 이를 통해 산화안정도를 측정한 결과, 저장기간 동안 0.5, 1 및 2% 첨가구의 산화보호지수는 각각 1.19~1.40, 1.10~1.42 및 1.16~1.63으로 무첨가구의 산화보호지수인 1.00에 비해 높은 값을 보였다(Table 4). 특히 저장 3일과 9일째에 모자반 추출물 2% 첨가구의 산화보호지수가 각각 1.63과 1.54로 높은 값을 나타냈다. 이는 모자반의 에탄올 추출물이 높은 항산화 효과를 보인다(22)는 연구결과를 바탕으로 볼 때, 본 연구의 모자반 추출물 첨가 빵의 산화 지연 효과는 발효주정에 추출되어진 모자반의 항산화 물질들에 의한 것으로 사료된다. 따라서 모자반 추출물이 기존에 쓰이고 있는 합성 항산화제인 BHA나 BHT를 대체하여 천연 항산화제로서 빵의 저장성 향상에 도움을 줄 것으로 생각된다.

수분함량

빵의 수분함량은 빵 특유의 부드럽고 촉촉한 질감에 영향을 주는 주된 요인(30)이며, 전분을 호화, 팽윤시켜 글루텐막 사이를 채워주는 작용을 함으로써 빵의 물성에 기여한다(31). 모자반 추출물 첨가량에 따른 모닝빵의 수분함량을 Table 5에 나타내었다. 저장 초기에는 첨가구의 수분함량이 27.71~30.03으로 무첨가구의 수분함량이 32.03인 것에 비해 다소 낮은 값을 나타내었다. 하지만 저장기간 9일 동안, 첨가구의 수분함량이 12.1% 감소하여 수분함량이 14.9% 감소한 무첨가구보다 감소폭이 작아 모자반 추출물을 첨가한 빵의 수분손실이 적어졌음을 확인할 수 있었다. 첨가구 간의 감소

Table 5. Moisture content of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts (Unit: %)

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	32.0±1.19 ^{Aa2)}	30.0±0.35 ^{Ba}	29.7±0.56 ^{Ba}	27.7±0.38 ^{Ca}
3	28.2±0.43 ^{Ab}	27.6±0.53 ^{Ab}	27.4±0.85 ^{Ab}	27.4±0.16 ^{Aa}
6	27.1±0.62 ^{Ab}	26.7±0.74 ^{Abc}	26.9±0.35 ^{Ab}	27.4±0.25 ^{Aa}
9	27.2±0.60 ^{ABb}	26.5±0.41 ^{BCc}	27.7±0.38 ^{Ab}	25.7±0.41 ^{Cb}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Means in the same row (A-C) and the same column (a-c) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).

폭을 살펴보면, 첨가량이 증가할수록 그 변화가 작았으며 2% 첨가구에서는 저장 6일째까지 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이 결과는 파베기 모자반을 첨가한 빵(13), 녹차 추출물을 첨가한 식빵(11), 양과분말 첨가 식빵(32)과 상백피, 곰피 및 강황 추출물 첨가 카스텔라(12)에서 빵의 수분손실이 적어졌다는 연구결과와 유사하다. 반면, 첨가물의 양이 증가함에 따라 수분이 유의적으로 증가하는 청국장 분말 첨가 카스텔라(33)의 연구 결과와는 달랐다. 이는 추출물량이 2% 이하로 작지만 모자반이 많은 양의 섬유소를 포함하고 있어(34) 빵의 보수력을 향상시켜 무첨가구와 비교 시 수분 감소폭이 낮은 것으로 사료된다. 본 연구결과에서 수분함량의 작은 변화폭은 수분손실로 인한 빵의 노화를 방지하여 관능평가에 있어 전체적 기호도 향상에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

pH

빵의 품질을 좌우하는 이스트의 활성은 pH, 완충작용 및 삼투압의 영향을 받는다고 보고되어있다(35). 일반적으로 반죽의 pH는 4.7 정도에서 이스트의 활성이 최대가 되고(10), pH 5.0~5.5에서 가장 좋은 가스 보유력을 가진다(16). 따라서 모닝빵에 첨가되는 원료의 pH는 빵의 품질에 영향을 미칠 수 있으므로 추출물 첨가량에 따른 빵의 pH 변화를 측정하였다. 그 결과, 모자반 추출물을 첨가한 모든 첨가구의 pH가 저장기간 동안 5.85~6.16으로 5.75~6.28의 pH를 보인 무첨가구와 비교하였을 때 큰 변화를 보이지 않았으며 저장기간 전반에 걸쳐 안정한 것으로 나타났다(Table 6). 이 결과는 pH 3.39인 외톨개 모자반 추출물을 첨가한 빵의 pH 변화가 무첨가구와 비슷하였고 저장기간 동안 안정하였다는 결과(14)와 유사한 결과였다. 반면, 감피 분말을 첨가한 식빵에서 분말의 양이 많아짐에 따라 pH가 감소한다(36)는 연구결과와는 다르다. 본 연구에서 사용된 모자반의 pH는 3.26으로 비교적 낮은 편이나 첨가되는 추출물의 농도가 높지 않아 전체적인 빵의 pH 변화에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

색도

색은 빵의 외관 평가에서 매우 중요하게 여겨지는 항목 중의 하나로 색이 좋아야 먹음직스럽게 보일 뿐만 아니라 풍미를 향상시킬 수 있다(37). 본 연구에서 모자반의 첨가량

Table 6. pH value of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	6.14±0.02 ^{Ab2)}	6.11±0.04 ^{ABa}	6.03±0.02 ^{Ca}	6.06±0.01 ^{BCb}
3	6.28±0.01 ^{Aa}	6.15±0.01 ^{Ba}	6.06±0.01 ^{Ca}	6.03±0.02 ^{Cb}
6	6.21±0.06 ^{Aab}	6.16±0.04 ^{Aa}	6.12±0.12 ^{Aa}	6.12±0.02 ^{Aa}
9	5.75±0.06 ^{Cc}	5.99±0.01 ^{Ab}	5.85±0.00 ^{Bb}	5.88±0.00 ^{Bc}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Means in the same row (A-C) and the same column (a-c) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 7. Lightness of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	72.3±0.04 ^{Ac2)}	67.9±0.04 ^{Bb}	65.9±0.05 ^{Cb}	63.4±0.03 ^{Dd}
3	74.5±0.25 ^{Ab}	65.4±0.03 ^{Db}	68.2±0.40 ^{Ca}	70.3±0.02 ^{Ba}
6	74.5±0.25 ^{Aa}	65.4±0.03 ^{Ba}	68.2±0.40 ^{Ca}	70.3±0.02 ^{Db}
9	75.3±0.17 ^{Aa}	71.2±0.28 ^{Ba}	68.8±0.05 ^{Ca}	65.1±0.02 ^{Dc}

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Means in the same row (A-D) and the same column (a-d) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).Table 8. Redness of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	3.73±0.10 ^{Ab2)}	2.60±0.07 ^{Bb}	2.28±0.07 ^{Cb}	1.72±0.00 ^{Db}
3	4.78±0.09 ^{Aa}	3.38±0.62 ^{Aab}	3.57±0.78 ^{Aa}	3.68±0.02 ^{Aa}
6	4.72±0.42 ^{Aa}	4.12±0.03 ^{Ba}	3.68±0.00 ^{Bca}	3.20±0.02 ^{Ca}
9	4.62±0.13 ^{Aa}	4.22±0.01 ^{Ba}	4.01±0.10 ^{Ba}	3.58±0.02 ^{Ca}

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Means in the same row (A-D) and the same column (a,b) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).Table 9. Yellowness of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	16.5±0.03 ^{Dab2)}	19.4±0.20 ^{Ca}	20.1±0.25 ^{Ba}	22.0±0.26 ^{Ab}
3	16.4±0.25 ^{Ab}	21.1±2.41 ^{Aa}	20.9±2.34 ^{Aa}	19.7±0.07 ^{Ad}
6	16.7±0.29 ^{Cab}	19.3±0.15 ^{Ba}	19.7±0.14 ^{Ba}	21.4±0.20 ^{Ac}
9	17.0±0.02 ^{Da}	19.7±0.03 ^{Ca}	20.6±0.01 ^{Ba}	23.0±0.19 ^{Aa}

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Means in the same row (A-D) and the same column (a-c) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).

을 다르게 하여 만든 빵의 색도는 Table 7~9와 같다. 저장초기 첨가구의 명도(L*) 및 적색도(a*)는 각각 67~67.88 및 1.72~2.60으로 무첨가구의 명도(72.25) 및 적색도(3.73) 값보다 낮았다. 반면, 저장초기 첨가구의 황색도(b*)는 19.35~22.03으로 무첨가구의 16.05보다 높은 값을 보였다. 첨가구 간의 색도 차이를 살펴보면, 모자반 추출물 첨가량이 증가할수록 황색도는 높아지고 명도와 적색도는 낮아지는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 외톨개 모자반 추출물(14)을 첨가한 빵에서 황색도는 높아지고 명도와 적색도가 낮아진 결과와 일치한다. 이는 일반적으로 해조류의 색이 붉은색, 녹색, 갈색을 띠고 있으며 가공하지 않은 것일 경우에는 색이 뚜렷하게 나타나지만, 건조 후에는 전반적으로 어두운 색을 띄게(26) 되므로 건조 후 어두운 색을 띠는 모자반 발효주정 추출물을 빵에 첨가하는데서 나타난 결과라고 생각된다.

물성 측정

모자반 추출물을 첨가하여 제조한 빵의 경도, 전단력, 검성, 씹힘성, 탄력성 및 복원성을 측정하였다. 저장기간 동안 첨가구가 무첨가구에 비해 경도, 전단력, 검성 및 씹힘성은

Table 10. Hardness of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	132.9±1.29 ^{Ad2)}	121.9±2.99 ^{Bd}	93.1±2.45 ^{Dd}	106.1±5.11 ^{Cd}
3	424.5±21.75 ^{Ac}	386.5±14.35 ^{Ac}	242.2±8.02 ^{Bc}	245.4±8.87 ^{Bc}
6	600.6±6.85 ^{Ab}	534.4±12.16 ^{Bb}	364.0±3.77 ^{Cb}	376.0±4.05 ^{Cb}
9	763.7±6.32 ^{Aa}	652.8±30.13 ^{Ba}	547.2±22.01 ^{Ca}	487.5±14.72 ^{Da}

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Means in the same row (A-D) and the same column (a-d) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).Table 11. Shear force of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	61.2±3.92 ^{Ab2)}	48.1±6.82 ^{Bc}	43.0±3.18 ^{Bcd}	43.7±1.16 ^{Bc}
3	232.4±12.44 ^{Aa}	163.3±6.49 ^{Bb}	113.5±0.44 ^{Cc}	109.4±8.37 ^{Cb}
6	250.4±13.21 ^{Aa}	197.8±7.55 ^{Bab}	173.2±4.71 ^{Cb}	215.9±2.47 ^{Ba}
9	246.6±14.04 ^{Aa}	226.2±36.85 ^{Aa}	190.5±2.65 ^{Aa}	230.7±17.07 ^{Aa}

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Means in the same row (A-C) and the same column (a-c) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).Table 12. Gumminess of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	102.7±1.75 ^{Ad2)}	89.7±2.18 ^{Bd}	68.8±2.55 ^{Dd}	78.3±5.65 ^{Cd}
3	268.1±13.91 ^{Ac}	233.5±20.42 ^{Ac}	148.2±1.8 ^{Bc}	138.3±7.51 ^{Bc}
6	333.0±1.67 ^{Ab}	276.6±11.76 ^{Bb}	192.7±2.32 ^{Cb}	192.5±6.85 ^{Cb}
9	394.3±0.57 ^{Aa}	343.5±5.32 ^{Ba}	268.1±16.15 ^{Ca}	245.7±14.19 ^{Ca}

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Means in the same row (A-D) and the same column (a-d) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).Table 13. Chewiness of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	99.5±2.09 ^{Ad2)}	85.1±0.6 ^{Bd}	65.9±3.34 ^{Cd}	76.7±5.59 ^{Bd}
3	251.2±12.86 ^{Ac}	218.9±16.06 ^{Bc}	140.7±0.25 ^{Cc}	129.5±6.94 ^{Cc}
6	312.5±1.02 ^{Ab}	256.6±10.17 ^{Bb}	179.7±4.31 ^{Cb}	180.5±6.98 ^{Cb}
9	366.0±7.50 ^{Aa}	312.7±12.00 ^{Ba}	251.1±14.28 ^{Ca}	232.0±8.31 ^{Ca}

¹⁾Refer to Table 1.²⁾Means in the same row (A-C) and the same column (a-d) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).

낮은 경향을 보였으며, 특히 1 및 2% 첨가구에서 그 값이 무첨가구에 비해 낮았다(Table 10~13). 또한, 탄력성과 복원성에 있어서는 첨가구가 무첨가구보다 다소 낮은 값을 보였으나 각 저장일차별로 첨가농도에 따른 큰 차이는 보이지 않았다(Table 14, 15). 저장기간이 증가함에 따라, 전단력에서는 무첨가구와 첨가구 모두 유의적으로 감소하였고, 탄력성에서는 0.5 및 1% 첨가구에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반면, 경도, 검성, 씹힘성 및 복원성은 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 첨가구가 무첨가구

Table 14. Springiness of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	0.97±0.00 ^{ABa2)}	0.95±0.02 ^{Ba}	0.96±0.01 ^{ABa}	0.98±0.00 ^{Aa}
3	0.94±0.00 ^{Ab}	0.94±0.01 ^{Aa}	0.95±0.01 ^{Aa}	0.94±0.00 ^{Ab}
6	0.94±0.00 ^{Ab}	0.93±0.00 ^{Aa}	0.93±0.01 ^{Aa}	0.94±0.00 ^{Ab}
9	0.93±0.02 ^{Ab}	0.91±0.02 ^{Aa}	0.94±0.00 ^{Aa}	0.95±0.02 ^{Ab}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Means in the same row (A,B) and the same column (a,b) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 15. Resilience of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts

Days	Control	0.5%	1%	2%
0	0.39±0.01 ^{Aa2)}	0.35±0.01 ^{Ba}	0.35±0.00 ^{Ba}	0.34±0.01 ^{Ba}
3	0.27±0.00 ^{Ab}	0.25±0.03 ^{ABb}	0.25±0.01 ^{ABb}	0.22±0.00 ^{Bb}
6	0.23±0.00 ^{Ac}	0.2±0.01 ^{Bc}	0.21±0.00 ^{Bc}	0.19±0.00 ^{Bc}
9	0.21±0.00 ^{Ad}	0.2±0.01 ^{ABc}	0.18±0.01 ^{Cd}	0.19±0.00 ^{BCc}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Means in the same row (A-C) and the same column (a-d) bearing different superscripts are significantly different (p<0.05).

에 비해 경도, 전단력, 검성 및 씹힘성이 낮은 경향을 보인 것은 수분함량의 감소폭이 첨가구가 무첨가구보다 작아 수분손실에 의한 빵의 노화가 지연된 것과 관련되며, 저장기간이 길어짐에 따라 경도, 검성 및 씹힘성이 유의적으로 증가하는 것은 수분함량의 감소에 따른 빵의 상태 변화 때문으로 생각된다. 본 연구결과는 첨가농도가 증가할수록 경도 및 검성이 낮아지는 고수가루를 첨가한 식빵(38)과 유사한 결과를 보였다. 한편, 감피 첨가 식빵(36), 다시마 분말 첨가 빵(39) 등 첨가물 농도 의존적으로 경도가 증가하는 연구결과가 많았는데, 이는 본 연구에서 사용된 모자반 추출물이 수분함량의 낮은 감소폭과 미생물의 생육 저해에 효과를 보인 것과 관련하여 빵의 경도가 증가하는 것에 영향을 주지 않은 것으로 생각된다.

관능평가

모자반 추출물을 0.5, 1 및 2% 첨가하여 제조한 빵의 외부와 내부 색, 형태, 향, 맛, 질감 및 전체적 기호도를 나타낸 결과는 Table 16과 같다. 모닝빵 제조 직후, 외부 색의 기호도는 0.5% 첨가구가 가장 높았으며 2% 첨가구의 외부와 내부 색의 기호도가 0.5와 1% 첨가구에 비해 낮았다. 이는 처리구의 농도가 증가할수록 색이 탁하고 어두워 외관상 좋은 영향을 주지 못한 것으로 생각된다. 이러한 기호도의 경향은 파배기 모자반 추출물 첨가 빵(13), 감피 첨가 식빵(36), 다시마 가루 첨가 식빵(39)의 연구결과에서 첨가물의 농도가 증가할수록 색에 대한 기호도가 감소하는 것과 동일한 결과이다. 또한, 맛과 향의 기호도는 농도가 증가할수록 그 값이 낮아지는 결과를 보였는데, 이는 2% 첨가구에서 해조류 특유의 쓴맛과 향이 모닝빵의 맛과 향의 기호도를 떨어뜨린 것으로 보인다. 질감에 대한 기호도는 첨가구가 무첨가구보

Table 16. Sensory evaluation of bread¹⁾ treated with *Sargassum fulvellum* extracts after manufacturing

	Control	0.5%	1%	2%
Color (inside)	5.36±1.01 ^{NS2)}	4.93±1.27	4.43±1.50	4.43±1.45
Color (outside)	5.43±1.02 ^{NS}	4.93±0.92	4.93±1.07	4.71±1.38
Inner shape	5.43±1.02 ^{NS}	5.21±1.19	5.29±1.27	5.07±1.49
Smell	4.93±1.21 ^{NS}	4.93±1.14	4.79±1.12	4.57±0.94
Taste	4.86±1.10 ^{NS}	5.21±0.97	4.93±0.73	3.71±1.27
Texture	4.64±1.01 ^{NS}	5.00±0.96	5.29±1.07	4.93±1.21
Total	5.00±1.11 ^{NS}	5.36±0.93	5.07±1.00	3.79±1.31

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Not significant.

다 그 값이 높았으며, 이는 가루녹차를 첨가한 식빵(40)에서 보인 질감에 대한 기호도 결과와 유사하다. 이 결과로 미루어 볼 때, 물성 측정에서 씹힘성 및 검성이 무첨가구보다 첨가구에서 유의하게 감소했다는 점에서 씹힘성 및 검성이 질감에 대한 기호도에 영향을 준 것으로 생각된다. 전체적 기호도에 있어서는 모든 첨가구에서 통계학적인 차이는 없었으나 0.5% 첨가구가 가장 높은 값을 나타내었고 그 다음 1%, 무첨가구 그리고 2% 첨가구 순이었다. 이와 같은 관능평가의 결과를 바탕으로 볼 때, 모자반 추출물을 빵에 0.5 및 1% 첨가한다면 관능적 기호도를 개선시키는데 효과적으로 작용할 것으로 사료된다.

요 약

모자반(*Sargassum fulvellum*) 발효주정 추출물을 모닝빵에 첨가한 후 모닝빵의 저장성 및 품질에 미치는 영향을 알아보았다. 9일간 저장하며 모닝빵의 일반 세균수를 측정하고, 저장 3일째까지 모든 첨가구에서 일반세균이 검출되지 않아 미생물의 생육이 억제됨을 알 수 있었다. 곰팡이수를 측정하고 결과에서는 저장 6일과 9일째에 0.5% 첨가구의 곰팡이수가 무첨가구에 비해 다소 높은 반면, 1 및 2% 첨가구와 무첨가구 사이에는 큰 차이가 없었다. 수분함량은 25.72~32.03으로 변화폭이 크지 않아 저장기간 동안 전반적으로 안정을 유지하였으며, pH는 저장기간 동안 모든 첨가구에서 5.75~6.28의 값을 보여 큰 변화가 없었다. Rancimat을 이용하여 산화안정도를 측정하고, 저장기간 동안 모든 첨가구가 무첨가구에 비해 높은 산화안정도 값을 보였다. 색도 측정결과, 명도와 적색도의 경우 첨가구가 무첨가구에 비해 낮은 값을 보인 반면 황색도에서는 높은 값을 보였다. 또한, 경도, 전단력, 검성 및 씹힘성은 저장기간 동안 첨가구가 무첨가구에 비해 낮은 경향을 보였으며, 탄력성 및 복원성에 있어서는 큰 변화가 없었다. 관능평가에서는 0.5 및 1%의 모자반 추출물 첨가구가 맛, 질감 및 전체적 호감도 항목이 무첨가구에 비해서 높은 점수를 받았다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 모닝빵에 모자반 추출물 0.5 및 1%를 첨가할 경우 모닝빵의 관능적인 면을 충족시키면서 저장성 증진에 효과가 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역 혁신인력양성사업으로 수행된 연구 결과로 이에 감사드립니다.

문 헌

- Jeon JR, Kim J. 2004. Properties on the quality characteristics and microbial changes during storage added with extracts from *Ulmus cortex*. *Korean J Food Cookery* 20: 180-186.
- Kweon MR. 2003. Flour functionality for biscuit (cookie/cracker) and its analytical method. *Food Sci Ind* 36: 18-35.
- Kim CS, Chung SK, Oh YK, Kim RY. 2003. Antimicrobial activity of green tea against putrefactive microorganism in steamed bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 413-417.
- Seu NS. 1998. The present condition and the view of bakery industry. *Food Technol* 11: 15-29.
- Cho MH, Bae EK, Ha SD, Park JY. 2005. Application of natural antimicrobials to food industry. *Food Science and Industry* 38: 36-45.
- Roller S. 2003. Introduction. In *Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods*. Roller S, ed. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England. p 1-10.
- Bang SJ, Shin IS, Kim SM. 2006. Quality characteristics of sea tangle single cell detritus (SCD) manufactured by *Vibrio* sp. isolated from *Batillus cornutus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 606-612.
- Han IJ, Kim MY, Chun SS. 2007. Characteristics of dough with red ginseng marc powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 371-378.
- Kim KH, Lee SY, Yook HS. 2009. Quality characteristics of muffins prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 750-756.
- Lee JY, Lee KA, Kwak EJ. 2009. Fermentation characteristics of bread added with *Pleurotus eryngii* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 757-765.
- Kim JS, Park JS. 2002. Effect of green tea extract on quality of fermented pan bread. *Korean J Food Nutr* 15: 12-15.
- Yoon SY, Choi JS, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim SJ, Lee SJ, Lee CJ, Kim TW, Ahn DH. 2009. Effect of *Morus alba* root bark, *Ecklonia stolonifera*, and *Curcua aromatica* extracts on shelf-life and quality of castella. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1444-1451.
- Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim AR, Kim MJ, Moon JH, Kang HM, Lee HM, Lee HD, Hong YK, Ahn DH. 2008. Effect of extracts from *Sargassum siliquastrum* on shelf-life and quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 490-496.
- Lee CH, Choi JS, Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Kim SJ, Yoon SY, Lee SJ, Park NB, Jung JY, Kwak JH, Kim TW, Park NH, Ahn DH. 2010. Effect of *Myagropsis myaroides* extracts on shelf-life and quality of bread. *Korean J Food Sci Technol* 42: 50-55.
- Shim JM, Ahn BG, Kang CW. 2003. The neutral characteristic and effect of brown algae as functional substances in poultry. *Korean J Poultry Sci* 16: 38-52.
- Dunlap WC, Yamamoto Y. 1995. Small-molecule antioxidants in marine organism: antioxidant activity of mycosporine-glycine. *Comp Biochem Phys B* 112: 105-114.
- Lee HS, Jung HS, Kuen HS. 2000. Preparation of anti-bacterial agent from seaweed extract and its antibacterial effect. *J Korean Fish Soc* 33: 32-37.
- Choi JH, Kim IS, Kim JI, Yoon TH. 1992. Studies on anti-aging action of brown algae (*Undaria pinnatifida*). *Bull Korean Fish Soc* 25: 181-188.
- Kim HY, Kim MS. 2003. Quality assurance program-especially for food additives. *Food Sci Ind* 36: 36-41.
- Cui CB, Lee EY, Lee DS, Ham SS. 2002. Antimutagenic and anticancer effects of ethanol extract from Korean traditional doenjang added sea tangle. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 322-328.
- Bae SJ. 2004. Anticarcinogenic effects of *Sargassum fulvellum* fractions on several human cancer cell lines in vitro. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 480-486.
- Lee HB, Choi BW, Chun JH, Yu BS. 1996. Extraction of water soluble antioxidants from seaweeds. *J Kor Ind Eng Chem* 7: 1069-1077.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 11-12.
- Oh HK, Shin MS, Lim HS. 2007. A study on the quality characteristics of the bread with *Samultang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 643-650.
- Yoon SY, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Lee SJ, Lee CJ, Park NB, Jung JY, Kwak JH, Nam KW, Ahn DH. 2010. Antimicrobial activity of the *Sargssum fulvellum* ethanol extract and the effect of temperature and pH on their activity. *Korean J Food Sci Technol* 42: 155-159.
- Shin GM, Jung JW. 1998. The study on the role of ingredients in the white bread. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 24: 389-408.
- Kumar M, Berwal JS. 1998. Sensitivity of food pathogens to garlic. *Appl Bacteriol* 84: 213-215.
- Park CS. 2000. Effects of pine needle and green tea extracts on the survival of pathogenic bacteria. *Korean J Soc Food Sci* 16: 40-46.
- Kim KH, Min KC, Lee SH, Han YS. 1999. Isolation and identification of antimicrobial compound from dandelion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 822-829.
- Czuchajowska Z, Pomeranz Y, Jeffers HC. 1989. Water activity and moisture content of dough and bread. *Cereal Chem* 66: 128-132.
- Shin GM, Jung JW. 1998. A study on the utilize of materials of bread. *Korean J Culinary Res* 4: 389-411.
- Chun SS, Park JR, Cho YS, Kim MY, Kim RY, Kim KO. 2001. Effect of onion powder addition on the quality of white bread. *Korean J Food Nutr* 14: 346-354.
- Lee KA. 2006. Quality characteristics of castella with *chungkukjang*. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 244-249.
- Jiménez-Escrig A, Sánchez-Muniz FJ. 2000. Dietary fiber from edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. *Nutr Res* 20: 585-598.
- Min SH, Lee BR. 2008. Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. *Korean J Food Culture* 23: 228-234.
- Kim CS, Chung SK. 2001. Quality characteristics of bread prepared with the addition of persimmon peel powder. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 175-180.
- Kim JY. 2002. Effects of chitosan in shelf-life and quality of bread. *MS Thesis*. Pukyong National University, Busan, Korea. p 29.
- Kim OH, Choi OJ, Kim YD, Kang SK, Ree HJ, Lee SY. 2001. Properties on the quality characteristics of bread added with coriander. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17:

269-274.

39. Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing laminaria powder. *J Korean Soc*

Food Sci Nutr 32: 406-412.

40. Im IG, Kim YH. 1999. Effect of green tea addition on the quality of white bread. *Korean J Soc Food Sci* 15: 395-400.

(2011년 3월 24일 접수; 2011년 4월 20일 채택)