

다시마와 다시마 요구르트의 변비해소 효과

김현진¹·김순임²·한영실^{1*}

¹숙명여자대학교 생활과학대학 식품영양학과, ²숙명여자대학교 나노바이오소재센터

Effects of Sea Tangle Extract and Sea Tangle Yogurt on Constipation Relief

Hyun-Jin Kim¹, Soon-Im Kim² and Young-Sil Han^{1*}

¹Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University

²Nano Bio-resource Center, Sookmyung Women's University

Abstract

In an effort to make a functional and stable yogurt, this study investigated the improvement effects of sea tangle extract and sea tangle yogurt on intestinal function. The intestinal improvement effect of the extract was measured by the charcoal meal transit method, employing Balb/C mice. And constipation relief was compared utilizing the loperamide-induced constipation method, employing SD rats. Charcoal meal transit was remarkably increased in the mice receiving sea tangle extract as compared to the controls. The constipation relief effects of the sea tangle and sea tangle yogurt were evaluated by measuring fecal amounts in the rats after adding them to water. The fecal contents increased remarkably in the sea tangle administered rat groups as compared to the control group. In addition, different yogurt samples were used to evaluate the characteristics of the sea tangle yogurt. During storage, pH slightly decreased in the yogurt with sea tangle as well as without. At the same time, acidity slowly increased as the storage duration increased. As time elapsed, the amounts of viable cells increased in both yogurts (with and without sea tangle). In the sensory evaluation, significant differences were shown between the sea tangle yogurt and the control for color, flavor, sweetness, and overall quality. Overall, based on the combined results of the intestinal function effects and sensory evaluation, the 0.25% sea tangle yogurt proved to be superior.

Key words: charcoal meal transit method, sea tangle yogurt, constipation relief, loperamide-induced constipation method, quality characteristics

I. 서 론

최근 한국인들의 국민 소득과 식생활 수준이 향상됨에 따라 식물성 식품의 섭취량은 감소하는 반면, 동물성 식품의 섭취량은 크게 증가하고 있다. 이러한 식생활의 변화는 고지혈증, 비만, 변비 등의 생리적 변화를 유발시켜 다양한 만성퇴행성 질환으로 인한 대사 증후군의 발병원인이 된다 (Muller-Lissner SA 1999). 변비는 예로부터 만병의 근원으로 일컬어지고 있으며 식욕이 없고 늘 복부가 팽만한 상태에 있을 뿐 아니라 배설되지 못한 변의 독소가 장으로 흡수되어 혈액에 흡수됨으로서 피부노화를 촉진시키고 두통

이나 여드름, 피부 발진 등이 나타나며 변비가 심하면 배변 시 치열의 파손과 치핵의 탈출 등 치질의 원인이 되고 심하면 대장암까지 발생된다(Corazziari E 1999, Corfield AP 등 2001). 또한 변비는 문화수준이 높은 나라에서 많이 발생하게 되는데, 특히 직장여성이나 사무직 종사자들이 변비로 인해 많은 고통을 받고 있다.

변비를 치료하기 위해서는 먼저 변비를 유발할 수 있는 원인을 감별한 후 나쁜 식습관과 생활습관이 있으면 교정을 해야 한다. 쉽게 약물을 사용하면 부작용이 생길 수 있으므로 생활 습관 지도와 식사요법으로 치료하는 것이 좋은데 규칙적이고 적절한 양의 식사를 하는 것이 식사 요법에서 가장 중요하다. 장의 연동운동에 효과적인 식품으로는 섬유소가 많이 함유된 해초류, 퀘틴, 그리고 유기산 등이 많이 함유된 과일과 채소류를 들 수 있다. 식이섬유는 인체 내에서 소화 흡수되지 못하는 물질로 간주되어 소홀히 취급되어 오다가 최근 식이섬유소의 역할이 재평가되면서 식

*Corresponding author: Young Sil Han, Sookmyung Women's University, 52 Hyochangwongil, Yongsan-gu, Seoul 140-742, Korea
Tel: 02-710-9471
Fax: 02-710-9479
E-Mail: yshan@sookmyung.ac.kr

품영양학, 식품가공, 의학 등 여러 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 식생활의 변화는 성인병과 질병발생에도 영향을 미쳐 이의 예방 및 치료식사로서 섬유소는 긍정적으로 받아들여지고 있다.

한편 식이섬유의 생리기능적인 역할이 중요시됨에 따라 식이섬유가 다량 함유되어 있는 다시마에 관하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 다시마는 한국, 일본, 캄차카 반도 등의 태평양 연안에 분포하는데 우리나라에서는 거제도, 제주도, 흑산도에 많이 난다. 남해안에서는 인공양식을 하여 다시마를 채취하고 있다.

다시마는 예부터 식용, 약용 및 해조공업의 원료 등으로 이용되고 있으며 미네랄과 섬유소가 풍부하고 해조류 중요오드를 가장 많이 가지고 있어 우리 몸에서 여러 효능을 가지고 있다. 특히 다시마 속의 수용성 식이섬유소는 최근 각광받고 있으며 생활 식습관으로 생기는 대장암, 당뇨병, 콜레스테롤 수치의 증가, 고혈압에 효과가 있다. 뿐만 아니라 Kuda T 등(1992)은 다시마의 주요 식이섬유인 알긴산은 *Bifidobacterium*과 *Lactobacillus*와 같은 유익한 균의 증식을 촉진함으로서 변비 예방 및 다이어트에 타월한 효능을 보인다고 하였으며, 체내에서 나트륨을 칼륨으로 치환하여 나트륨의 과다흡수를 억제하는 기능이 있는 것으로 보고되고 있다(Choi JH 등 1986, Rhu BI 등 1989). 다시마의 이러한 우수한 효능으로 인해 최근 다시마를 식품에 첨가하거나 제품화하는 연구가 활발하다(Kim SJ 등 2004, Choi GP 와 Kim SM 2005). 다시마 케익(Ahn JM과 Song YS 1999), 다시마 식빵(Kwon EA 등 2003, Han KH 등 2002), 다시마 젤리, 다시마 환, 조미 다시마 등에 관한 보고가 있다.

한편, 변비를 해소하기 위한 기능성 식품소재 중 가장 일반적인 것이 식이섬유이고 이외에도 야콘, 삼백초, 결명자차, 동규자차, 알로에 등을 포함하는 다양한 식품이 판매되고 있으나, 과학적으로 그 효과가 충분히 입증되었는가에 의문이 되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 다양한 방법들이 연구되고 있으며(Yu LL 2000, Kanauchi O 1998), 그 결과 다양한 식품이 개발되어 오고 있다. 또한 well-being 식품을 선호하는 최근에는 천연물을 이용하여 장기능 및 변비 개선효과에 관한 연구가 많이 진행되어오고 있다(Shimotoyodome A 등 2000, Loeschke K 등 1989, Baik SO 등 2004).

본 연구에서는 음료에 적용할 수 있는 성분을 추출하여 가공식품에 응용함으로서 쉽게 상식할 수 있는 음료를 개발하고자 다시마 추출물의 장기능 개선효과를 조사하고, 다시마 추출물을 첨가한 요구르트를 제조하여 다시마 요구르트의 변비개선 효과를 살펴봄으로써 기능성식품 개발과 다시마 이용의 증대방안을 모색하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 다시마는 2005년 4월에 채취한 기장

산이며, 요구르트 제조를 위해 사용된 균주는 *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*의 혼합균주 YO-MIX™ 321(Danisco)를 사용하였다. 젖산균 측정용 배지로는 BCP 첨가 평판측정용배지(Eiken chemical. Co., Ltd, Tokyo, Japan)를 사용하였다.

2. 다시마 열수 추출

다시마로부터 열수 추출은 Yu KH(1998)의 방법을 변형하여 추출하였다. 다시마를 세척한 후 물기를 제거하여 50°C의 dry oven에서 건조하여 분쇄한 다시마 가루 100 g에 종류수 2 L를 가하여 121°C의 autoclave에서 10분간 가압자숙 한 후 환류 냉각관에 연결하여 95°C에서 2시간 열수추출을 하고 추출액을 여과하였다. 여과액을 evaporator에서 15° Brix까지 감압 농축하여 농축액에 동량의 95% ethanol을 첨가 한 후 1시간 방치하였다. 획득한 침전물을 60°C 열풍건조기에서 24시간 건조하여 80 mesh 표준 망체에 내려 시료로 사용하였다.

3. 다시마 요구르트의 제조

요구르트는 발효액과 시럽액을 예비실험을 통하여 설정된 83.5:16.5의 비율로 혼합하여 제조하였다. 먼저 시판 우유 80%에 탈지분유 2%와 포도당 1.5%를 섞어 85°C에서 10분간 살균한 후 40°C로 식히고 스타터 균주(Yomix 321)를 접종하여 42°C 인큐베이터에서 6시간 발효하여 발효액을 제조하였다. 정수에 0%, 0.25%, 0.5%와 1%의 농도에 해당하는 다시마 추출물을 첨가하여 95°C에서 10분간 살균 후 냉각한 다음 올리고당과 액상과당을 가한 시럽액과 먼저 제조한 발효액을 혼합하여 요구르트를 제조하였다.

4. 실험동물 및 사육조건

소화관 이동률 측정에 사용한 실험동물은 평균 체중 24~26 g의 Balb/C 웅성 마우스(대한바이오링크, 충북 음성)를 분양받아 일주일간 환경 순화 시킨 다음 대조군과 실험군으로 6마리씩 나누어 실험하였다. 변비해소 측정에 사용한 실험동물은 웅성의 평균 체중 220~240 g 정도의 Sprague Dawley rats(대한바이오링크, 충북 음성)를 1군당 5마리를 사용하여 대사 케이지에서 일주일간 순화 적응시킨 다음 대조군과 실험군으로 나누어 실험하였다. 사육장은 인공조명에 의하여 조명시간을 아침 7시부터 저녁 7시까지 12 시간으로 조절하였으며 실내온도는 23°C로 유지하였다. 사료는 Rod Feed™(조단백 20.0%이상, 조지방 3.5%이하, 조섬유 8.0% 이하, 조회분 8.0% 이하, 칼슘 0.5% 이상, 인 0.5% 이상, Laboratory Grade, Hm 희망주식회사)을 공급하였으며, 사료와 식수는 제한하지 않았다.

5. 다시마 및 다시마 요구르트의 장기능 개선효과

1) 다시마의 소화관 이동률

소화관 이동률은 활성탄 식이 이동에 의한 장 이동률로

Baik SO 등(2004)의 방법으로 측정하였다. 실험군에는 다시마 추출물을 0.36, 0.72, 1.5 mg/mL 농도로 식수에 녹여 3일간 공급하여 장관운동을 적응시킨 다음 4일째 18 시에 절식을 실시하였다. 대조군도 동일한 방법으로 처리하였으나 다시마 추출물이 함유되지 않은 식수만을 공급하였다. 5 일째 오전 9시에 0.0, 0.9, 1.8, 3.6 mg/0.2mL 농도의 다시마 추출물을 0.2 mL씩 경구투여하고 60 분 후 활성탄과 아라비아검을 식수로 각 5% 및 10%로 조제하여 동량으로 혼합한 다음 0.2 mL를 경구투여한 후, 30분 뒤 희생시켜 위장관을 적출하였다. 소화관 이동률은 다음과 같이 소화관 전체길이에 대한 활성탄의 이동거리로 산출하였다.

$$T(\%) = \frac{B}{A} \times 100$$

T;투여한 활성탄의 소화관 이동률, A;소화관 전체 길이, B; 활성탄의 선단부까지 이동거리

2) 다시마 및 다시마 요구르트의 변비 해소작용 측정

웅성의 평균 체중 220~240 g 정도의 Sprague Dawley rats(대한바이오링크, 음성)를 1군당 5마리를 사용하여 대사 케이지에서 일주일간 순화 적응시키고, 8일째부터 0.03%의 Loperamide(Sigma Chemical. Co., U.S.A.)를 첨가한 사료를 공급하여 대조군과 처리구에 변비를 유도하였다. 대조군에는 식수만을 공급하였고 처리구는 다시마 추출물을 각각 2, 3, 4 mg/mL 농도로 식수와 혼합하였고, 다시마 요구르트는 식수와 동량으로 혼합하여 실험 종료 시까지 공급하였다. 변은 매일 오전 10시에 수거하여 무게를 측량하였다.

6. 다시마 요구르트의 품질특성

1) pH 및 적정산도

요구르트의 pH는 pH meter(Corning 340, Mettler Toledo, UK)로 측정하였으며 적정 산도는 기술표준원 국가 표준 종합 정보센터에서 제시한 전위차에 의한 방법으로 측정하였다. 시료 10 g을 취하여 중류수 10 mL를 가한 후 균질화하여 0.1 N NaOH(Factor=1.002)로 적정하면서 pH가 8.3 이 되었을 때의 lactic acid 농도로 표시하였다.

2) 생균수

표준평판배양법으로 BCP 첨가 평판측정용배지(Dico Lab., USA)를 이용하여 37°C의 incubator에서 72시간 배양 후 발생한 황색의 집락을 유산균의 집락으로 계측하였다.

3) 색도

요구르트의 색을 색차계(Colormeter CR-300, Minolta Co. Japan)를 사용하여 L (Lightness, 명도), a (Redness, 적색도), b (Yellowness, 황색도)의 값을 3회 반복 측정하였으며 평균값과 표준편차로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(Standard Plate)의 L, a, b값은 각각 97.75, -0.38, +1.88이었다.

4) 관능평가

관능검사는 숙명여자대학교 식품영양학과 대학원에 재학 중인 학생 15명을 대상으로 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 동일한 다시마 요구르트 시료를 3회 반복하여 관능검사를 행한 후 차이식별 능력이 우수한 10명을 패널로 선정하여 실험에 응하도록 하였다. 관능검사는 오전 10~11시 사이에 이루어 졌으며 칸막이가 있는 관능검사실에서 각 패널에게 4개씩 제공되었다. 한 개의 시료를 평가 후 반드시 물로 입안을 헹구도록 하고 다른 시료를 시식하도록 하였다. 평가 항목은 색(color), 풍미(flavor), 맛(taste), 전반적인 기호도(overall quality)에 대하여 7에 가까울수록 큰 기호도를 나타내는 7점 기호 척도법으로 평가하였다. 관능평가는 3회 반복실험 하였으며 각 처리에 대하여 평균값을 결과로 나타내었다.

7. 통계분석

본 연구의 모든 결과는 SAS package(Version 9.1)를 이용하여 평균과 표준편차로 표시하였다. 각 실험군간의 유의성 검증을 위하여 two-way ANOVA로 분석하였으며 사후 검증으로 Duncan's multiple range test에 의해 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 다시마 및 다시마 요구르트의 기능성

1) 다시마의 소화관 이동률

다시마 추출물의 장기능 개선효과를 살펴보기 위하여 다시마 추출물의 활성탄 식이의 장관 이동성을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다.

식수만 투여한 대조군의 이동률은 32.22%, 다시마 추출물 0.9 mg 섭취군은 60.73%, 1.8 mg 섭취군은 63.32%, 그리고 3.6 mg 섭취군은 73.20%로 대조군에 비해 다시마 추출물 첨가량이 증가할수록 활성탄 식이의 장이동률이 유의적으로 현저하게 증가되었다.

식이 섬유는 장과 담즙산 수분을 흡수해서 팽윤하여 부드러운 음식물의 형태로 바뀌고 장관을 자극, 호흡시킬 수 있는 작용을 하여 장의 내압을 떨어뜨려 보다 더 빨리 통변하도록 함으로써 변비를 치료하는 기능이 있는데 다시마 추출물이 식이 섬유를 많이 함유하고 있어 현저한 배변 촉진 효과가 있음을 알 수 있었다. 식이섬유질의 섭취는 배변량을 증가시키면서 장통과 시간을 단축시킨다는 보고가 있다(Jenkins DA 등 1979, Vahouny GV와 Kritchevsky D 1982). 이는 다시마 추출물 처리군의 장 이동이 증가되는 본 연구 결과와 일치한다고 할 수 있다. 또한 Burkitt DP (1971)은 식품 중의 섬유질 성분이 적은 음식을 섭취하게 되면 장통과 시간이 길어져 이 때 발암 물질이 대장 점막에 장시간 접촉하게 되며 대장암 발생 위험율이 증가한다고 보고하였다.

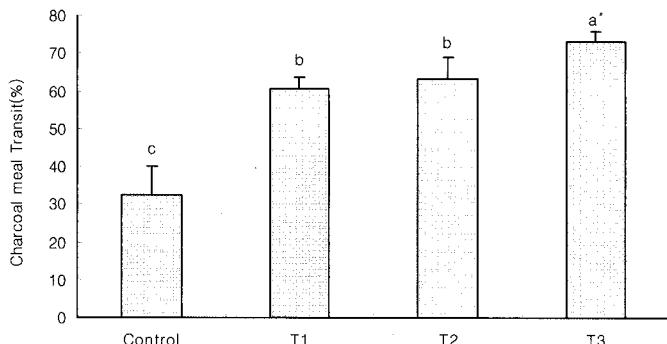


Fig. 1. Effect of sea tangle extracts on charcoal meal transit in Balb/C mice. Control : Top water; T1 : 0.9 mg sea tangle extract; T2 : 1.8 mg sea tangle extract; T3 : 3.6 mg sea tangle extract *Bars within different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

2) 다시마 및 다시마 요구르트의 변비 해소작용

다시마 추출물의 변비해소효과를 살펴보기 위해 Sprague Dawley rats을 대상으로 다시마 추출물을 2, 3, 4 mg/mL 식수에 녹여 공급하면서 수거한 변량으로 변비해소효과를 측정하였다.

변비 유발은 대조군과 처리군에 0.03%의 Loperamide를 함유하는 사료를 공급하여 변비를 유도하였는데 변비 유발 다음 날부터 급격한 변량의 감소를 보였다. 대조군에는 식수만을 공급하였으며 처리군은 다시마 추출물을 2, 3, 4 mg/mL로 식수에 녹여 공급하였다. 그 결과 대조군에 비해 용량에 비례해서 다시마 추출물이 변량 증가에 유의적인 변화를 보였다. 다시마 추출물 3 mg/mL 식이군은 다시마 식수 섭취 5일째부터 대조군에 비해 변량이 33% 정도 증가하기 시작하여 식이공급이 계속됨에 따라 68%까지 증가하였다. 다시마 추출물 4 mg/mL 식이군은 다시마 식수 섭취 4일째부터 변비 유발 전의 변량과 비슷한 수준에 이르러 변비 해소 효과가 우수함을 보였다(Fig. 2). 대조군과 다시마 추출물 처리군의 하루 평균 변량은 각각 4.25, 5.29, 6.28, 7.38 g/day이였다.

다시마 요구르트의 변비 해소 효과를 알아보기 위한 다시마 첨가량은 변비해소능에서 3 mg/mL와 4 mg/mL 처리군에서 효과를 나타낸 결과를 토대로 요구르트를 제조하여 관능검사를 비롯한 품질평가 결과에서 높이 평가된 0.25, 0.5%로 하였다. 다시마 요구르트를 섭취한 rat의 변량을 알아본 결과는 Fig. 3과 같다.

순화 적응 일주일 후 0.03%의 Loperamide를 함유하는 사료를 공급하여 변비를 유도하였는데 대조군에서 요구르트 처리군에 비해 급격히 변량이 감소하는 현상을 보였다. 다시마 요구르트를 섭취한 결과 대조군에 비해 0.25%와 0.5% 다시마 요구르트가 각각 59%와 64.5%의 변량 증가를 보여 0.5% 다시마 요구르트가 약간 높게 나타났지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p<0.05$). 이는 식수 섭취량 때문이

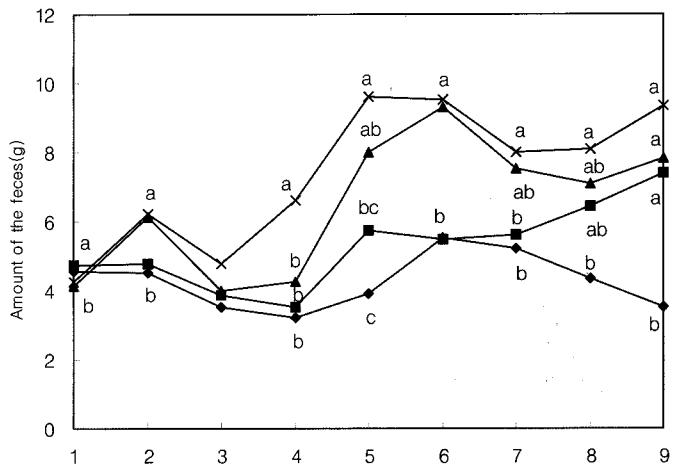


Fig. 2. Effect of sea tangle extract (STE) in fecal amounts on loperamide-induced constipation in Sprague Dawley rats. ^{a-c}Means values with different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

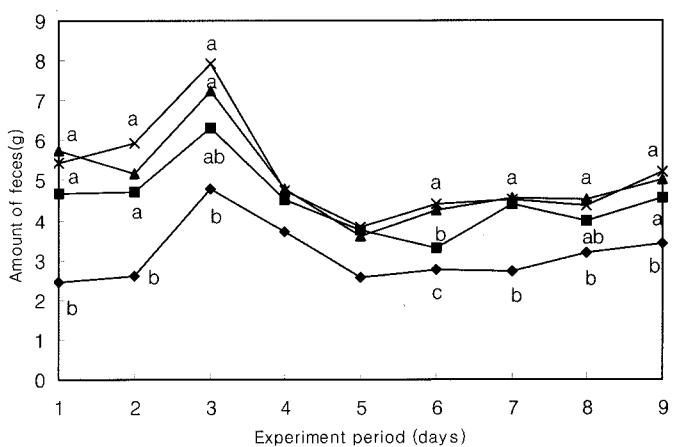


Fig. 3. Effect of sea tangle yogurt (STY) in fecal amounts on loperamide-induced constipation in Sprague Dawley rats. ^{a-c}Means values with different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

라고 생각된다. 즉, 0.5% 다시마 요구르트 첨가 식수섭취량 보다 0.25% 다시마 요구르트 첨가 식수 섭취량이 더 높게 나타났다. 이러한 결과는 전체적인 기호도가 0.25% 다시마 요구르트가 가장 높은 평가를 받은 관능검사와 같은 결과를 보였다. 한편 변비 유발 후 3일까지는 변량이 증가하였으나 3일 이후 변량이 감소하였는데 전체적으로 식이와 식수의 섭취량이 점차 감소한 것과 관련이 있는 것으로 생각된다.

Loperamide 투여군의 변량을 기준으로 각 군의 변비유발 기간 동안의 증가된 변량으로 다시마가 변비를 개선시키는

효과를 확인하였으며, 다시마 요구르트의 공급으로 변비 유발기간 내 대조군과 다시마 무첨가 요구르트와 비교해 변량이 증가되었으며 Loperamide를 계속 섭취함에도 불구하고 변비가 해소되고 있음을 나타내어 다시마 요구르트는 우수한 변비 개선 효과를 갖는 물질로 간주된다. Russell RM (1992)의 연구에 의하면 고섬유질 식이로 인해 계실염 치료뿐만 아니라 노인에게서 많이 발생하는 변비치료에도 효과가 있다고 보고하였다.

2. 저장 기간에 따른 다시마 요구르트의 품질특성

1) pH와 적정산도

대조군과 다시마 추출물을 각각 0.25%, 0.5%, 1.0% 첨가하여 제조한 요구르트의 저장성을 알아보기 위하여 5°C의 냉장고에 보관하면서 5일 간격으로 20일간 pH를 조사한 결과는 Table 1과 같다.

저장 기간 중 pH는 다시마 요구르트와 대조군 모두 시간이 경과함에 따라 미미하지만 낮아지는 경향을 보였는데 대조군에서 제조 직후 4.25에서 20일 저장 후 4.17로, 0.25% 다시마 요구르트는 4.30에서 20일 후 4.29로, 0.5% 다시마 요구르트는 4.44에서 20일 후 4.35로 그리고 1.0% 다시마 요구르트는 4.54에서 20일 후 4.40으로 변화되었다. 다시마 첨가량에 따라서 첨가량이 증가할수록 유의적으로 pH는 높아졌다. 요구르트의 바람직한 pH 범위를 Kroger M과 Weaver

JC(1973), 그리고 Chameber JV(1979) pH 3.80~4.53의 범위라고 하였는데 다시마 요구르트의 pH는 이 범위에 포함되며, 저장하는 동안 pH 변화도 0.07~0.14의 수준으로 안정적이었다. Lee JC 등(1999)도 다양한 유산균주를 사용하여 요구르트를 저장하면서 pH 변화를 측정한 결과 미미하지만 저장 일에 따라 pH는 조금씩 감소한다고 하였다.

적정산도는 저장 기간이 경과함에 따라 약간씩 증가하는 경향을 띠었다. 요구르트 제조직후 적정산도는 대조군이 0.72이고 다시마 추출물 0.25%, 0.5% 및 1.0% 첨가 요구르트는 각각 0.79, 0.79, 0.78로 나타났다. 저장기간에 따라 점차적으로 증가되어 저장 20일에 대조군의 적정산도는 0.81이고 0.25%, 0.5% 및 1.0% 다시마 요구르트는 0.78, 0.78, 0.76으로 측정되었다(Table 2). 정상적인 제품의 적정산도를 Davis JG(1970)는 0.7~1.20%에서 나타났다고 하였고, Rasic JL과 Kurmann HA(1978)은 0.95~1.2% 범위에서 산미가 증가한다고 보고하였다. 다시마 요구르트의 경우 0.76~0.79의 산도를 나타내 정상제품의 범위에 포함되는 것으로 나타났으며, 또한 다시마 첨가 농도에 따른 유의적 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 다시마 첨가로 인해 산도의 안정성을 나타내는 것이라 생각된다. 이러한 경향은 Jung EJ와 Bang BH(2003)의 보고와 유사하였으며 Aloe vera 요구르트의 15일간의 저장기간 중 산도가 약간 증가하였다는 Shin YS 등(1995)의 보고와 유사하였다.

Table 1. Changes in pH of sea tangle yogurt during storage at 5°C

Sea Tangle Yogurt	Storage period (days)					F-Value
	0	5	10	15	20	
0.00%	4.25±.160 ^{a1)B2)}	4.21±.021 ^{aB}	4.17±.012 ^{aA}	4.17±.023 ^{aA}	4.17±.021 ^{aA}	
0.25%	4.30±.110 ^{bB}	4.36±.020 ^{bB}	4.23±.014 ^{bA}	4.31±.010 ^{bA}	4.29±.009 ^{bA}	
0.50%	4.44±.018 ^{cB}	4.47±.013 ^{cB}	4.33±.010 ^{cA}	4.38±.000 ^{cA}	4.35±.045 ^{cA}	
1.00%	4.54±.01 ^{2B}	4.55±.014 ^{dB}	4.43±.024 ^{dA}	4.42±.014 ^{dA}	4.40±.017 ^{dA}	
F-Value			9.284***			66.661 *** ³⁾

1) Values with the different letters in the same column are significantly different by Duncan's multiple range test($p<0.05$) among various sea tangle level

2) Values with the different letters in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test($p<0.05$) among various storage period

3) * : $P<0.05$, ** : $P<0.01$, *** : $P<0.001$, NS : not significant

Table 2. Changes in titratable acidity of sea tangle yogurt during storage at 5°C

Sea Tangle Yogurt	Storage period (days)					F-Value
	0	5	10	15	20	
0.00%	0.72±0.050 ^{A1)}	0.81±0.025 ^B	0.79±0.006 ^{AB}	0.79±0.006 ^A	0.81±0.006 ^{AB}	
0.25%	0.79±0.010 ^A	0.79±0.000 ^B	0.79±0.006 ^{AB}	0.77±0.006 ^A	0.78±0.006 ^{AB}	
0.50%	0.79±0.010 ^A	0.79±0.000 ^B	0.78±0.006 ^{AB}	0.75±0.015 ^A	0.78±0.006 ^{AB}	1.193 ^{NS2)}
1.00%	0.78±0.010 ^A	0.78±0.030 ^B	0.77±0.006 ^{AB}	0.78±0.000 ^A	0.76±0.000 ^{AB}	
F-Value			5.030**			

1) Values with the different letters in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$) among various storage period

2) * : $P<0.05$, ** : $P<0.01$, *** : $P<0.001$, NS : not significant

2) 생균수 변화

다시마 추출물을 0.0%, 0.25%, 0.5%, 1.0% 첨가하여 제조한 요구르트의 저장성을 알아보기 위하여 5°C 냉장고에 보관하면서 5일 간격으로 20일간 생균수를 조사한 결과는 Table 3과 같다.

저장 기간 중 생균수는 다시마 요구르트와 대조군 모두 시간이 경과함에 따라 약간씩 증가되는 경향을 보였다. 제조직후 생균수는 대조군이 8.46 log cfu/mL이고 0.25%, 0.5% 및 1.0% 다시마 요구르트는 각각 7.89 log cfu/mL, 8.40 log cfu/mL, 8.08 log cfu/mL로 대조군과 다시마 요구르트는 비슷한 결과를 보였다. 저장기간이 늘어남에 따라 점차적으로 증가되어 저장 20일에 대조군의 생균수는 11.18 log cfu/mL이고 0.25%, 0.5% 및 1.0% 다시마 요구르트는 각각 11.12 log cfu/mL, 11.39 log cfu/mL, 11.18 log cfu/mL로 측정되었다. 식품공전(2007)에 의하면 신선한 액상 및 호상

요구르트의 젖산균수가 각각 10^6 CFU/mL 이상으로 규정하고 있는데 본 실험 결과도 다시마 무첨가구 및 첨가구 모두 적정치 범위 이상인 것으로 나타났다. 또한 다시마 첨가로 인하여 무첨가구와의 유의적인 차이가 없어 다시마 첨가가 요구르트의 생균수 변화에 영향을 미치지 않았음을 알 수 있었다.

3) 색도 변화

대조군 요구르트와 다시마 추출물을 각각 0.25%, 0.5%, 1.0% 첨가하여 제조한 요구르트의 저장성을 알아보기 위하여 5°C의 냉장고에 보관하면서 5일 간격으로 20일간 색도를 색차계로 측정하여 L, a, b 값으로 나타낸 결과는 Table 4와 같다.

요구르트 색의 밝기를 나타내는 명도 L 값은 다시마 요구르트 보다 대조군이 높게 측정되었다. a 값은 저장기간

Table 3. Change in viable cell counts of sea tangle yogurt during storage at 5°C

Sea Tangle Yogurt	Storage period (days)					F-Value
	0	5	10	15	20	
0.00%	8.46±.010	8.33±.111	9.98±.006	10.67±.592	11.18±.021	
0.25%	7.89±.272	8.58±.050	9.96±.006	10.86±.035	11.12±.080	
0.50%	8.40±.021	8.78±.035	9.27±.117	10.71±.050	11.39±.075	
1.00%	8.08±.069	8.12±.032	9.85±.112	10.62±.055	11.18±.020	
F-Value			1.884 ^{NS}			1.038 ^{NS1)}

1) NS : not significant

Table 4. Change in L, a, and b value of sea tangle yogurt during storage at 5°C

Color	Sea Tangle Yogurt	Storage period (days)					F-Value
		0	5	10	15	20	
L	0.00%	79.48±0.083 ^{d1)D2)}	80.39±0.040 ^{dA}	80.50±0.012 ^{dB}	80.207±0.015 ^{dC}	80.45±0.015 ^{dB}	
	0.25%	78.71±0.010 ^{cD}	78.60±0.012 ^{cA}	77.61±0.000 ^{cB}	77.15±0.066 ^{cC}	78.00±0.000 ^{cB}	3202.185 ^{***3)}
	0.50%	78.44±0.010 ^{bD}	70.22±0.065 ^{bA}	72.80±0.183 ^{bB}	77.87±0.036 ^{bC}	73.88±0.096 ^{bB}	
	1.00%	76.53±0.017 ^{aD}	70.62±0.161 ^{aA}	72.89±0.630 ^{aB}	76.33±0.047 ^{aC}	71.35±0.627 ^{aB}	
F-Value			552.649 ^{***}				
a	0.00%	-3.32±0.023 ^{dB}	-3.60±0.010 ^{dA}	-3.58±0.031 ^{dB}	-3.46±0.006 ^{dB}	-3.57±0.006 ^{dC}	
	0.25%	-3.08±0.012 ^{cB}	-3.10±0.010 ^{cA}	-3.02±0.006 ^{cB}	-2.98±0.038 ^{cB}	-3.15±0.025 ^{cC}	2421.758 ^{**}
	0.50%	-3.06±0.044 ^{bb}	-2.73±0.010 ^{bA}	-3.04±0.040 ^{bb}	-3.09±0.025 ^{bb}	-3.08±0.012 ^{bc}	
	1.00%	-2.89±0.017 ^{aB}	-2.73±0.006 ^{aA}	-2.67±0.006 ^{aB}	-2.75±0.035 ^{aB}	-2.64±0.052 ^{aC}	
F-Value			12.529 ^{***}				
b	0.00%	3.70±0.053 ^{aA}	4.72±0.040 ^{aD}	4.58±0.012 ^{aB}	4.35±0.006 ^{aC}	4.63±0.015 ^{aC}	
	0.25%	6.11±0.006 ^{bA}	6.33±0.006 ^{bD}	6.57±0.010 ^{bB}	6.16±0.032 ^{bC}	6.84±0.021 ^{bC}	12385.329 ^{***}
	0.50%	6.63±0.006 ^{cA}	7.35±0.026 ^{cD}	6.87±0.050 ^{cB}	7.07±0.025 ^{cC}	7.31±0.012 ^{cC}	
	1.00%	7.80±0.017 ^{dA}	7.79±0.021 ^{dD}	6.69±0.076 ^{dB}	7.52±0.015 ^{dC}	6.27±0.153 ^{dC}	
F-Value			188.860 ^{***}				

1) Values with the different letters in the same column are significantly different by Duncan's multiple range test($p<0.05$) among various sea tangle level

2) Values with the different letters in the same row significantly different by Duncan's multiple range test($p<0.05$) among various storage period

3) * : $P<0.05$, ** : $P<0.01$, *** : $P<0.001$, NS : not significant

중 모든 군에서 미미한 변화를 보였으며 제조직후 대조군, 0.25%, 0.5% 및 1.0% 다시마 요구르트는 각각 -3.32, -3.08, -3.06, -2.89였으며 저장 20일에는 각각 -3.57, -3.15, -3.08, -2.64로 측정되었다.

b 값은 제조직후 대조군, 0.25%, 0.5% 및 1.0% 다시마 요구르트는 각각 3.70, 6.11, 6.63, 7.80로 측정되었으며 저장 20일에는 각각 4.63, 6.84, 7.31, 6.27로 측정되었다. 본 실험에 사용된 다시마 추출물의 색상이 약한 녹색을 나타내어 요구르트 제조 후 L값이 대조구보다 낮게 측정되고 b 값은 대조구에 비해 높아지는 것으로 나타난 것으로 생각된다.

Table 5. Change in sensory evaluation of sea tangle yogurt during storage at 5°C

Sensory attributes	Sea Tangle Yogurt	Storage period (days)					F-Value
		0	5	10	15	20	
Color	0.00%	5.00±1.225 ^{b1)}	4.00±0.707 ^b	4.56±1.130 ^b	3.33±1.118 ^b	4.44±1.130 ^b	23.096*** ²⁾
	0.25%	5.22±1.202 ^c	5.67±0.707 ^c	5.78±0.833 ^c	5.67±0.707 ^c	5.11±1.269 ^c	
	0.50%	4.56±1.130 ^c	5.56±1.130 ^c	5.67±1.118 ^c	5.22±1.202 ^c	4.89±1.691 ^c	
	1.00%	3.89±1.269 ^a	4.33±1.118 ^a	3.78±1.093 ^a	3.11±1.269 ^a	3.44±1.333 ^a	
F-Value				1.898 ^{NS}			
Flavor	0.00%	5.00±1.323 ^{ab}	4.22±0.667 ^{ab}	5.11±1.616 ^{ab}	4.78±1.394 ^{ab}	5.00±1.118 ^{ab}	4.110**
	0.25%	5.33±1.323 ^c	5.00±1.225 ^c	5.56±1.130 ^c	5.56±1.014 ^c	5.44±0.726 ^c	
	0.50%	5.00±1.658 ^b	5.22±0.667 ^{bc}	5.67±1.000 ^{bc}	5.56±1.236 ^{bc}	5.00±0.707 ^{bc}	
	1.00%	5.22±1.093 ^a	4.56±1.014 ^a	4.78±1.563 ^a	4.33±0.866 ^a	4.33±1.414 ^a	
F-Value				1.036 ^{NS}			
Sweetness	0.00%	4.56±1.130 ^a	4.00±1.000 ^a	4.22±1.641 ^a	3.11±0.928 ^a	3.78±1.394 ^a	5.718**
	0.25%	4.67±1.323 ^b	5.44±0.882 ^b	5.11±1.054 ^b	5.11±1.054 ^b	4.11±1.269 ^b	
	0.50%	4.67±1.323 ^b	5.22±1.093 ^b	4.67±1.000 ^b	5.22±0.667 ^b	4.33±1.414 ^b	
	1.00%	4.00±1.323 ^b	4.44±1.130 ^b	4.67±1.581 ^b	5.33±1.500 ^b	4.11±1.269 ^b	
F-Value				1.863 ^{NS}			
Sourness	0.00%	4.44±1.810 ^a	3.78±0.667 ^a	4.67±1.323 ^a	4.67±1.658 ^a	3.44±1.130 ^a	1.984 ^{NS}
	0.25%	4.78±1.394 ^a	5.11±0.782 ^a	4.22±1.093 ^a	4.44±0.726 ^a	4.44±0.882 ^a	
	0.50%	4.11±1.167 ^a	5.00±1.323 ^a	5.22±0.833 ^a	4.22±1.394 ^a	4.67±1.000 ^a	
	1.00%	3.78±1.202 ^a	4.78±0.667 ^a	4.22±1.394 ^a	3.78±1.093 ^a	4.44±0.882 ^a	
F-Value				1.039 ^{NS}			
Viscosity	0.00%	4.56±1.667 ^{ab}	4.67±1.225 ^{ab}	4.56±1.740 ^{ab}	4.44±1.424 ^{ab}	5.22±1.563 ^{ab}	2.896*
	0.25%	5.00±1.118 ^b	4.56±1.014 ^b	5.44±1.236 ^b	4.78±0.833 ^b	5.56±1.333 ^b	
	0.50%	4.22±1.394 ^b	5.11±0.601 ^b	5.33±1.323 ^b	5.00±1.323 ^b	5.33±1.000 ^b	
	1.00%	3.89±1.537 ^a	4.33±1.225 ^a	4.89±1.616 ^a	4.22±1.202 ^a	4.33±1.500 ^a	
F-Value				1.843 ^{NS}			
Overall quality	0.00%	5.00±1.225 ^b	4.00±0.707 ^b	4.56±1.130 ^b	3.33±1.118 ^b	4.44±1.130 ^b	23.096***
	0.25%	5.22±1.202 ^c	5.67±0.707 ^c	5.78±0.833 ^c	5.67±0.707 ^c	5.11±1.269 ^c	
	0.50%	4.56±1.130 ^c	5.56±1.130 ^c	5.67±1.118 ^c	5.22±1.202 ^c	4.89±1.691 ^c	
	1.00%	3.89±1.269 ^a	4.33±1.118 ^a	3.78±1.093 ^a	3.11±1.269 ^a	3.44±1.333 ^a	
F-Value				1.898 ^{NS}			

1) Values with the different letters in the same column are significantly different by Duncan's multiple range test($p<0.05$) among various sea tangle level

2) * : $P<0.05$, ** : $P<0.01$, *** : $P<0.001$, NS : not significant

4) 다시마 요구르트의 관능평가

다시마 추출물을 첨가하여 저장기간 동안 요구르트의 기호도를 알아보기 위하여 대조군과 비교하여 색(Color), 향미(Flavor), 단맛(Sweetness), 신맛(Sourness), 점성(Viscosity), 전체적인 기호도(Overall quality)의 항목으로 관능검사를 한 결과는 Table 5와 같다.

색(Color)은 다시마 첨가 농도에 따라서는 유의적으로 기호도가 낮게 나타났으나 저장기간에 따라서는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 향미(Flavor)는 0.25% 다시마 요구르트가 유의적으로 가장 높게 나타났으나 저장기간에 따라서는 유의성이 보이지 않았다.

단맛(Sweetness)은 다시마 무첨가구보다 다시마 첨가구가 유의적으로 높게 나타났다. 신맛(Sourness)은 다시마 첨가 농도와 저장일 모두 유의적인 차이가 없었다. 이는 다시마 요구르트의 pH 및 산도의 결과와 일치하는 것으로 나타났다.

점성(Viscosity)과 전체적인 기호도(Overall quality)는 다시마 첨가 농도에 따라서는 유의적인 차이를 보였으나 저장기간에 따라서는 유의성이 보이지 않았다.

요구르트의 품질을 결정하는 중요한 요소로는 일반적으로 외관(색상), 향미, 맛을 들 수 있으며, 본 실험에서 나타난 바와 같이 신맛을 제외한 향미, 단맛, 점성, 전체적인 기호도에서 다시마의 첨가 농도에 대한 유의적인 결과를 보였다. 이상의 관능평가 결과를 종합하여 볼 때 다시마 요구르트의 저장 안정성을 확인할 수 있었으며, 0.25% 다시마 요구르트가 가장 좋게 평가되었다.

IV. 요약 및 결론

천연소재를 이용하여 요구르트의 기능성을 증가시키고 요구르트의 안정성을 높일 목적으로 다시마로부터 열수 추출한 알긴산을 첨가한 다시마 요구르트를 제조하여 변비개선 효과 및 요구르트의 품질평가를 살펴보았다.

다시마 추출물의 장이동 효과를 살펴본 결과 대조군에 비해 용량에 비례해서 다시마 추출물이 활성탄 식이의 장이동 효과가 60~73%로 현저하게 증가되었다. 다시마 추출물의 변비해소효과는 대조군에 비해 용량에 비례해서 다시마 첨가량이 증가할수록 변량 증가를 보였다. 3 mg/mL의 다시마 추출물 공급으로 최대 68%의 변비해소능을 보였고, 4 mg/mL 농도에서는 변비 유발 전 변량으로 나타나 변비가 완전히 해소되었다. 다시마 요구르트의 변비 해소 효과 또한 0.25% 다시마 요구르트의 투여로 변비 유발기간 내 변량이 증가되었으며 대조군에 비해 Loperamide를 계속 섭취함에도 불구하고 변비가 해소되었다.

다시마 요구르트의 품질특성을 살펴본 결과 pH, 산도, 젖산균 모두 정상 발효유의 규격 범위에 포함되었다. 저장 안정성을 살펴본 결과 20 일간 저장하는 동안 초기보다 저장 후 pH는 약간 감소하고 산도는 약간 증가하였으나 저장기간에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 생균수 또한 저장기간에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않아 다시마를 첨가함으로써 요구르트의 안정성을 보여주었다. 관능평가 결과 무첨가구보다 0.25% 다시마 첨가 요구르트의 기호도가 가장 높게 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 서울시 산학연 협력사업 (과제 10582)의 지원으로 수행되는 바이오식품소재 개발사업의 일환으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

V. 참고문헌

- 한국식품의약품안전청. 2007. 식품공전 p 122-123
- Ahn JM, Song YS. 1999. Physico-chemical and sensory characteristics of cakes added Sea Mustard and Sea tangle Powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(3): 534-541
- Baik SO, Kim HK, Lee YH, Kim YS. 2004. Preparation of active fraction from radish water extracts for improving the intestinal functions and constipation actives. J Korean Soc Appl Biol Chem 47(3):315-320
- Burkitt DP. 1971. Epidemiology of cancer of colon and rectum. Cancer 28(1):3
- Chameber JV. 1979. Culture and processing techniques important to the manufacture of good quality yogurt. Dairy Prod J 14(1):28-34
- Choi GP, Kim SM. 2005. Quality characteristics of Anchovy Sauce prepared with Sea Tangle, Ume, Tochukaso and Chitosan during storage. J Korean Soc Food Sci Nutr 34(2):291-297
- Choi JH, Rhim CH, Kim JY, Yang JS, Choi JS, Byun DS. 1986. Basic studies in the development of alginic acid as a diet for the treatment of obesity. The inhibitory effect of alginic acid as a dietary fiber on obesity. Bull Kor Fish Soc 19(4):303-311
- Corazziari E. 1999. Need of the drug for the treatment of chronic constipation. Ital J Gastroenterol Hepatol 31(3):232-233
- Corfield AP, Carroll D, Myerscough N, Probert CSJ. 2001. Mucins in the gastrointestinal tract in health and disease. Front Biosci. 6(10):1321-1327
- Davis JG. 1970. Laboratory control of yogurt. Dairy Ind 36:139
- Han KH, Choi MS, Ahn CK, Youn MJ, Song TH. 2002. Soboru bread enriched with dietary fibers extracted from Kombu. Korean J Soc Food Cookery Sci 18(6):619-624
- Jenkins DA, Raynolds D, Leeds AR, Waller AL, Cummings JH. 1979. Hypocholesterolemic action of dietary fiber unrelated to bulking effect. Am J Clin Nutr 32(12):2430-2435
- Jung EJ, Bang BH. 2003. The effect on the quality of yogurt added water extracted from sea tangle. Korean J Food Nutr 16(1):66-71
- Kanauchi O. 1998. Germinated barley foodstuff improves constipation induced by loperamide in rat. Biosci Biotechnol Biochem 62(9):1788-1790
- Kim SJ, Moon JS, Park JW, Park KB, Kim JM, Rhim JW, Jung ST, Kang SG. 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
- Kroger M, Weaver JC. 1973. Confusion about yogurt compositional and otherwise. J Milk Food Technol 36(4):388-394
- Kuda T, Fujii Saheki T, Hasegawa A, Okuzumi. 1992. Effects of brown algae on fecal flora of rat. Nippon nogeikagaku kaishi 58(3):307-314
- Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of

- bread containing Laminaria Powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(3):406-412
- Lee JC, Lee KS, Lee JK, Han KH, Oh MJ. 1999. Preparation and characteristics of curd yogurt from milk added with purple sweet potato. *Kor J Postharvest Sci Technol* 6(4):442-447
- Loeschke K, Schmid T, Farack UM. 1989. Inhibition by loperamide of mucus secretion in the rat colon in vivo. *Eur J Pharmacol* 170(1):41-46
- Muller-Lissner, SA. 1999. Classification, pharmacology, and side effects of common laxatives. *Ital J Gastroenterol Hepatol* 31(2):234-237
- Rasic JL, Kurmann HA. 1978. Yogurt Technical dairy Publishing House. Copenhagen.
- Rhu BH, Kim DS, Choi KJ, Sim DB. 1989. Antitumor activity of seaweeds toward Sarcoma-180. *Kor J Food Sci Technol* 21(6):595-600
- Russell RM. 1992. Changes in gastrointestinal function attributed to aging. *Am J Clin Ntr* 55(6):1203S-1207S
- Shimotoyodome A, Meguro S, Hase T, Tokimitsu I, Sakata T. 2000. Decreased colonic mucus in rats with loperamide-induced constipation. *Comp Biochem Physiol Part A* 126(2): 203-212
- Shin YS, Lee KS, Lee JS, Lee CH. 1995. Preparation of yogurt added with Aloe vera and its quality characteristics. *J Korean Soc Food Nutr* 24(2):254-260
- Vahouny GV, kritchevsky D. 1982. Dietary fiber in health and disease. Plenum Press. New York. pp 263-415
- Yu LL. 2000. Anti-diarrheal effect of water extract of *Evodiae fructus* in mice. *J Ethnopharmacol* 73(1):39-45
- Yu KH. 1998. Preparation of the brown algal alginates and the depolymerized alginates by physical treatment processing. Department Food Science Graduate School. Kangnung National University

(2007년 12월 20일 접수; 2008년 1월 28일 채택)