

파래첨가가 묵의 저장성 향상에 미치는 영향

김세진 · 한영실
숙명여자대학교 식품영양학과

Effect of Green Laver on the Extention of Shelf-life of Muk (Starch Jelly)

Se-Jin Kim and Young-Sil Han
Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the antimicrobial effect of green laver (*Enteromorpha linza*) on the muk (starch jelly) preservation. The methanol extract of green laver completely inhibited the growth of *Vibrio parahaemolyticus* at 500 µg/ml level, and inhibited the growth of *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* at 100 µg/ml level. The *Listeria monocytogenes* was inhibited by 98.89% at the same concentration. When various amounts of green laver powder were added in muk (starch jelly), 5% of green laver powder-added muk showed very low level of total bacterial count compared with the control group. Also, green laver did not give negative sensory qualities such as color, flavor and overall quality. Five % green laver muk was selected as the most preferable sample among the green laver mucks in overall quality test.

Key words: Antimicrobial effect, green laver, muk (starch jelly), bacterial count, sensory quality

I. 서 론

해조류는 예로부터 식용으로 이용될 뿐만 아니라 사료, 비료 등으로도 이용되어 왔다. 해조류의 국내 이용현황을 살펴보면 전통적으로 식용하여 왔던 견제품, 염장품이 주류를 이루고 있으며 일부는 식품첨가물의 원료로 가공되고 있으나 대부분 미비하게 가공되고 있는 실정이다¹⁾. 그러나 아직도 이용하지 않고 있는 해조자원이 많아서 이의 이용개발은 잠재자원의 활용이라는 측면에서 그 의미가 매우 크다고 할 수 있다²⁾.

또한 최근 식생활의 변화로 인해 비만, 심장질환, 신장질환, 고혈압, 당뇨병, 통풍 등의 성인병이 급증함에 따라 식이섬유소원으로서 해조류에 대한 관심이 높아지고 있다³⁾. 이와 함께 최근 해양생물의 성인병 관련질환의 예방과 치료 등 많은 생화학적 약리효과가 입증됨으로써 이의 생리활성 물질을 이용한 신약 개발 등과 생리활성 물질의 구명에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다⁴⁾. 그 중에서도 해조류는 다양한 생리활성 물질을 가진 기능성 식품원으로 그 중요성이 부각되고 있다.

파래는 녹조류에 속하는 해조류로 독특한 맛과 향을 지녀 옛부터 널리 식용되어 왔으며⁵⁾, 우리나라 전 연안에 분포하며 특히 전라남도 지방에서 많이 산출된다⁶⁾. 우리나라 파래의 전체생산량은 1996년 6,285톤으로 93년 12,650톤, 95년 9,682톤에 비해서 매해 감소하고 있는 추세⁷⁾이지만, 파래의 특성상 부영양화된 곳에서도 생육이 가능하며, 오염에도 강한 해조여서 이의 이용 및 개발은 우리나라 부존자원의 이용이라는 측면에서 의의가 크다.

따라서 본 연구에서는 파래로부터 천연 식품보존제의 개발이라는 연구의 일환으로 파래를 메탄올 추출하여 식품부패미생물에 대한 항균성을 알아보고, 실제 식품에 적용하기 위해 묵을 제조하여 파래 첨가가 제품의 보존성과 관능적 특성에 미치는 영향을 알아 보았다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용한 파래(*Green laver, Enteromorpha linza*)는 완도산으로 1997년 3월에 채취하여 건조한

것을 서울 노량진 수산시장에서 구입하여 blender로 분쇄한 후 사용하였다.

2. 사용균주 및 배지

본 연구에 사용한 균주는 자연계에 널리 분포하여 식품의 변질과 관련이 있는 *Bacillus subtilis* ATCC 6633, gram 음성균으로 오염의 지표균인 동시에 부패 세균인 *Escherichia coli* ATCC 11229, gram 양성균으로서 enterotoxin을 생성하여 식중독의 원인이 되는 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, 냉동식품 오염의 원인이 되는 *Listeria monocytogenes* KCCM 40307, 그리고 호염성 균으로 수산식품의 섭취에 의해 발생하는 장염의 원인 세균이며, 식중독을 유발하는 *Vibrio parahaemolyticus* KCTC 2471을 선정하여 사용하였다. 배지는 *B. subtilis*, *E. coli*, *S. aureus* 그리고 *L. monocytogenes*는 tryptic soy broth(TSB)와 nutrient agar(NA)를 사용하였고, *V. parahaemolyticus*는 위와 같은 배지에 식염을 3% 첨가하여 사용하였다.

3. 시약

추출용 용매는 시약용 1급 methanol, *n*-hexane, chloroform, ethylacetate, *n*-butanol을 사용하였다.

4. 추출방법

분말화한 건조 파래(6.65 kg)를 메탄올로 환류냉각시키면서 80°C 수욕상에서 3시간씩 3회 반복 추출한 후 감압 농축하여 760.55 g의 메탄올 추출물을 얻었다.

5. 식품부패미생물에 대한 파래 추출물의 항균성

본 연구에 사용된 5종의 실험균주는 모두 사면배지에 계대배양하면서 사용하였다. *B. subtilis*, *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*는 TSB와 agar를 사용하였고, *V. parahaemolyticus*는 TSB와 agar에 3% 식염을 첨가하여 사용하였다. 사면배지에 배양한 균주를 1백금이 취해 TSB 10 ml가 든 시험관에 접종하여 37°C에서 8시간 배양하여 10⁵ colony forming unit(CFU/ml)가 되도록 멸균 증류수로 10배 희석법으로 연속적으로 희석하여 조정후 0.1 ml씩 접종하였다. 배지에 첨가되는 추출물을 농도별로 첨가한 후 균주를 0.1 ml 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후 분광광도계를 사용하여 660 nm에서 optical density(OD)를 측정하였다. 저해력은 다음식에 의해 산출하였다. 이때 blank는 각 시료를 1000 µg/ml로 첨가한 것으로 하였다.

% inhibitory effect =

$$\frac{(\text{control} - \text{control blank}) - (\text{treatment} - \text{treatment blank})}{(\text{control} - \text{control blank})} \times 100$$

6. 인공합성보존제의 항균성

인공합성식품보존제로 우리나라에서 실제 방부제로서 사용이 허가되어 있는 sodium propionate를 0.5, 1, 3, 5%의 농도로 하여 각 시험균주에 대한 항균성을 검색하였다.

7. 식품보존효과

파래의 식품보존효과를 측정하기 위하여 분말화하여 50 mesh의 표준망체로 내린 파래를 첨가한 묵을 Table 1과 같은 함량으로 Figure 1과 같이 제조하여 4°C에서 냉장 보관하면서, 저장 기간별(제조 직후,

Table 1. Formulas for the muk (starch jelly) preparation

Ingredient	Treatment				
	0%	5%	10%	15%	20%
Mung bean powder	20 g	19 g	18 g	17 g	16 g
Green laver	0	1 g	2 g	3 g	4 g
Salt	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g	0.1 g
Water	160 ml	160 ml	160 ml	160 ml	160 ml

Powdered green laver

Sieving

↓ Add mung bean powder, salt and water

Blending

↓

Heating and stirring for 2min.

↓

Forming

↓

Cooling

↓

Cutting(size:height, 1.5cm ; square 9cm²)

Fig. 1. Preparation procedure for green laver muk (starch jelly).

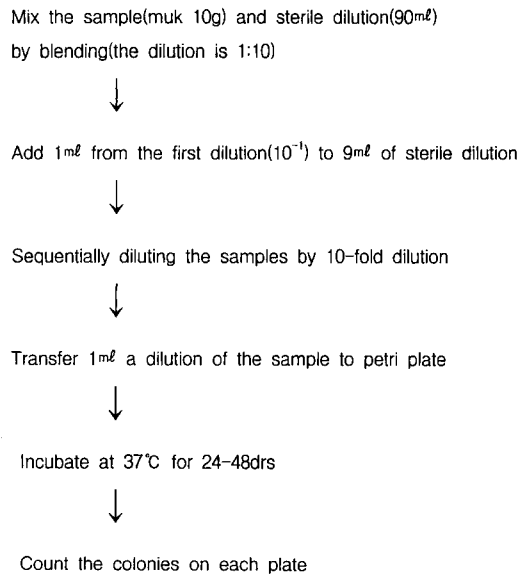


Fig. 2. Viable plate count procedure.

1일, 3일, 5일, 7일)로 생균수를 측정하였다. 생균수의 측정은 Speck의 방법에 의해 Figure 2와 같은 방법으로 시료를 멸균된 인산완충용액(KH₂PO₄)으로 일정 비율 희석하고 표준한천평판배지에 구부린 유리막대로 도말하여 37°C에서 48시간 배양한 후 나타난 집락의 수를 측정하였다.

8. 파래목의 관능검사

파래의 첨가가 목의 관능적 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 숙명여자대학교 식품영양학과 대학원생 10명을 선정하여, 이들에게 model 시료를 이용하여 훈련시킨 뒤 실험에 응하도록 하였다. 관능검사는 식품을 제조한 직후 똑같은 그릇에 5개의 시료를 각각 담아서 제공하였다. 평가내용은 색(color), 향기(flavor), 촉촉한 정도(moistness), 씹힘성(elasticity), 삼킨 후의 느낌(after swallowing), 전반적인 수용도(overall quality)를 7점 채점법으로 평가하였다. 색과 향기, 촉촉한 정도, 씹힘성, 삼킨 후의 느낌, 전반적인 수용도가 대단히 나

쁜 것은 1점으로 하였고, 보통은 4점 그리고 대단히 좋은 것은 7점으로 채점하도록 하였다.

9. 통계처리

관능검사 결과는 SAS package로 통계처리 하였으며 시료간의 유의성 검증은 ANOVA test와 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식품부패미생물에 대한 파래 메탄올 추출물의 항균성

B. subtilis, *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *V. parahaemolyticus*와 같은 5종의 식품부패미생물에 파래의 메탄올 추출물을 농도별로 첨가하여 액체배지의 석법으로 검색한 결과를 Table 2에 나타내었다.

파래 메탄올 추출물은 5종의 실험균주에 대해 1000 µg/ml의 농도에서는 *L. monocytogenes*를 제외하고는 모두 완전히 성장을 저해하였다. 특히 호염성균으로 수산식품의 섭취에 의해 발생하는 장염의 원인 세균이며, 식중독을 유발하는 *V. parahaemolyticus*는 500 µg/ml에서도 완전히 저해되었다. 백⁹⁾ 등은 구멍갈파래, 비틀대 모자반을 중성, 페놀성, 산성, 염기성 희분으로 나누어 항균성을 검색한 결과, *B. subtilis*, *S. aureus*에 대해서는 중성희분에서, *E. coli*에 대해서는 페놀성 희분과 산성 희분에서 강한 항균력이 있음을 보고하였고, 김⁹⁾ 등은 톳의 ethanol 추출물이 *B. subtilis*와 *E. coli*에 대해 가장 강한 항균력을 나타내었음을 밝혔다. 한편 Nadal 등¹⁰⁾도 녹조류인 *Cymopoliabarbata*를 물, 에탄올, 에틸에테르, 석유에테르로 추출하여 항균성을 검색하였는데, 물 추출물은 항균성이 없었지만 나머지 3종의 용매추출물들은 항균성을 보였으며, 특히 에틸에테르 추출물에 항균성 물질량이 가장 많았다고 보고 하였다. 그 외 Rao 등¹¹⁾은 인도의 해조류(갈조류 2종, 녹조류 6종, 홍조류 9종)의 에테르, 아세톤, 알코올, chloroform 추출액을 *S. aureus*, *B. mesenterium*, *E. coli*, *Salmonella typhosa*에 대하여 항

Table 2. Antimicrobial activity of the methanol extract of green laver on the growth of food spoilage microorganisms

Concentration (µg/ml)	Inhibitory effect (%)				
	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monosytogenes</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>
1000	100	100	100	98.89	100
500	92.69	95.12	96.64	97.68	100
250	64.32	51.89	61.69	4.83	78.74
100	12.17	4.45	12.89	0	8.38

균성을 검색한 결과 그람 음성, 양성 모두에 유효하다고 보고하였다. 또 조 등¹³⁾은 수산 미이용자원인 별불가사리, 우렁쉥이 떡즙 등과 식용·비식용 해조류인 팽새이 모자반, 구멍쇠미역 등의 항균성 물질을 검색하였는데, *B. subtilis*에 대해서는 모자반의 에테르 추출구와 메탄올 추출구가, *S. aureus*에 대해서는 모자반의 에테르 추출구, 아세톤 추출구 및 메탄올 추출구가 비교적 높은 항균성을 보인다고 보고하였다. 따라서, 파래는 식품부패미생물에 대한 높은 항균성이 있음을 알 수 있었으며, 실제 식품보존제로의 이용 및 개발에 관한 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

2. 인공합성보존제의 항균성

인공합성식품보존제로 사용되고 있는 propionic acid는 빵류와 생과자류의 미생물에 의한 부패, 또는 야채류의 소금 절임 발효에 있어서 각종 미생물들에 의한 이차적 발효를 억제하는 효과가 크기 때문에 오래전부터 방부제로 사용되어 왔다. 인체에 대해서는 자연에 존재하는 지방산들과 마찬가지로 쉽게 신진대사되는 장점으로 인해 그 독성은 매우 낮다. 따라서 우리나라에서 실제 방부제로서 허용되고 있는 sodium propionate를 0.5, 1, 3, 5%의 농도로 TSB 배지에 첨가하여 5종의 실험균주에 대한 항균성을 검토한 결과를 Figure 3에 나타내었다. Sodium propionate 1% 첨가에서 *B. subtilis*는 60.43%, *E. coli*는 76.11%, *S. aureus*는 56.18%, *L. monocytogenes*는 46.93%, *V. parahaemolyticus*는 40.12% 저해되었으며 3% 농도에

서는 5균주 모두 완전히 저해되었다.

3. 식품보존효과

파래를 실제 식품에 이용했을 때의 식품 보존효과를 살펴보기 위해 분쇄한 파래를 첨가한 묵을 제조하여 0, 1, 3, 5, 7일간 4°C의 냉장고에서 저장하면서 생균수를 측정된 결과는 Figure 4와 같다. 제조직후 대조군의 총세균수는 3.0×10^5 CFU/g이었으며, 5, 10, 15, 20% 첨가군은 각각 5.1×10^4 , 5.2×10^4 , 1.6×10^4 , 4.0×10^3 CFU/g으로 대조군에 비해 총세균수는 적은 값을 보였다. 대조군의 경우 총균수가 10^6 으로 저장 3일째에 흰 냄새가 났다. 따라서 묵의 부패 시기는 총균수가 10^6 정도인 것으로 생각된다. 이에 비해 5% 첨가군에서는 저장 7일째까지의 총세균수가 대조군의 3일째 총세균수에 미치지 못하였다. 따라서 파래를 첨가한 결과 저장기간을 약 2~3일 정도 연장시키는 효과를 얻을 수가 있는 것으로 나타났다. 안 등¹³⁾은 우리나라에서 유통되는 대표적 저온 식품인 두부, 어묵, 막걸리의 부패균을 분리하여 식용 식물 추출물에 의한 항균효과를 검색한 결과 황백, 정향, 백급 등의 에탄올 추출물이 뚜렷한 항균성이 있음을 밝혔는데, 이러한 결과 식용식물이나 해조류 등을 식품에 첨가하였을 때 천연 식품보존제로 저장기간 및 유통기간의 연장효과를 기대할 수 있다고 생각된다.

4. 식품모델의 관능적 특성

파래를 0, 5, 10, 15, 20% 첨가한 묵을 제조하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 3과 같았다. 관능평가

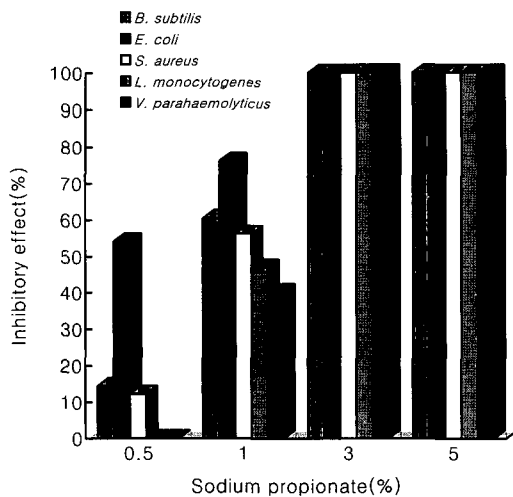


Fig. 3. Antimicrobial activity of sodium propionate on the growth of *B. subtilis*, *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* and *V. parahaemolyticus*.

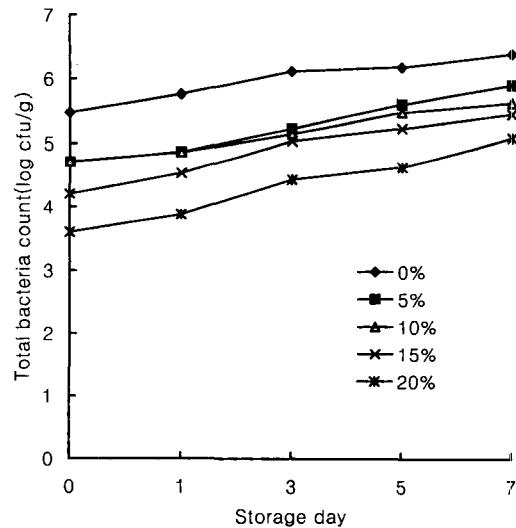


Fig. 4. Effect of green laver on the total bacteria count of muk during storage at 4°C.

Table 3. Sensory characteristics of muk with various amount of green laver

Contents	Treatment	Amounts of green laver muk (%)				
		0	5	10	15	20
Color		5.2±1.03 ^{a*}	3.8±1.23 ^{bc}	5.0±1.05 ^{ab}	4.5±1.43 ^{abc}	3.3±1.64 ^c
Flavor		4.9±1.10 ^a	4.6±0.97 ^a	4.3±1.16 ^a	4.2±1.55 ^a	2.9±1.10 ^b
Moistness		4.2±1.03 ^b	4.7±0.67 ^{ab}	5.1±0.99 ^{ab}	5.4±1.71 ^{ab}	5.7±2.05 ^a
Elasticity		6.4±0.69 ^a	5.7±0.95 ^a	4.6±1.17 ^b	3.7±1.34 ^b	2.5±0.97 ^c
After swallowing		4.6±1.34 ^a	4.4±1.07 ^a	4.2±1.13 ^a	4.1±1.79 ^a	4.2±2.45 ^a
Overall quality		4.9±1.44 ^a	5.0±1.49 ^a	4.4±1.26 ^a	2.3±1.63 ^b	2.3±1.15 ^b

*Means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

결과 색은 15% 첨가군까지는 대조군과 유의적인 차이가 없었고, 20% 첨가군의 경우 너무 진해져서 거부감을 주었다. 향 역시 15% 첨가군까지는 대조군과 차이가 없었으나 20% 첨가군의 경우 매우 진한 맛을 주어 유의적차이를 나타내었다. 촉촉한 정도는 파래의 첨가량 증가에 따라 수분 함량이 늘어나서 20% 첨가군의 경우 매우 촉촉했고, 탄력성 역시 촉촉한 정도와 더불어 10% 첨가군 부터는 수분 함량이 높아져서 쉽게 몽그러졌다. 전반적인 바람직한 정도는 5% 첨가군이 가장 좋았다.

IV. 요 약

5종의 식품부패미생물에 대한 파래의 메탄을 추출물의 항균성을 검색한 결과 1000 µg/ml의 농도에서 *L. monocytogenes*를 제외하고는 모두 완전히 성장을 저해하였으며, 특히 *V. parahaemolyticus*는 500 µg/ml에서도 완전히 저해되었다. 또한 인공합성보존제로 사용되고 있는 sodium propionate의 *B. subtilis*, *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *V. parahaemolyticus*에 대한 항균력을 살펴본 결과, 3% 수준의 농도수준에서 모든 균의 증식이 완전히 억제되었다.

파래를 첨가한 목을 제조하여 총 세균수를 측정할 결과, 목의 총 세균수가 저장 7일 후의 대조군의 10⁶ CFU/g에 비해 파래 5, 10, 15, 20% 첨가군은 10⁵ CFU/g으로 대조군의 3일 저장 후의 총세균의 수준으로 감소됨을 보였다. 또한 첨가한 목의 관능평가를 실시한 결과, 색과 향은 5, 10, 15% 첨가군이 대조군과 유의적인 차이가 없었고, 촉촉한 정도는 20% 첨가군이 가장 높았으며, 탄력성은 5% 첨가군과 대조군의 차이가 없었다. 또한 삼킨후의 느낌은 대조군과 각 첨가군 사이에 차이가 없었고 전반적인 바람직한 정도는 5% 첨가군이 대조군보다 높게 평가되었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 파래는 식품부패미생물에 대한 높은 항균성을 지니고 있으며, 파래를 목에

첨가했을 때 저장성이 향상되었고 관능적 특성에 있어서도 바람직하게 평가되었다.

참고문헌

1. 도정룡, 구재근, 지준환, 김동수, 조진호, 조길석: 조미다시마 제품의 개발에 관한 연구, 한국수산학회지, 27(1): 27-32 (1994).
2. Baik, S.E., Kang, J.W.: Antimicrobial activity of the volatile and lipid fractions of Marine algae, Korean J. Phycol, 1(1): 293-310 (1986).
3. 변재형 역: 水産利用化學, 修學社 (1994).
4. 최진호, 김일성, 김재일, 윤태환: 해조류 성분의 노화억제작용에 관한 연구, 2. 간장 세포막 속의 노화억제작용의 조절성분으로서 알긴산의 투여 효과, 한국수산학회지, 25(3): 181-188 (1992).
5. 홍재식, 권영주, 김영희, 김명곤, 박일웅, 강귀환: 미역과 파래의 지방산 조성, 한국영양식량학회지, 20(4): 376-380 (1991).
6. 한국정신문화연구원: 한국민족문화대백과사전 (1991).
7. 농촌경제연구원: 한국식품수급표.
8. 백승억, 강제원: 해조류의 지질 및 휘발성 획득의 항균력, Korean J. Phycology, 1(1): 293-310 (1986).
9. 김수현, 임상빈, 고영환, 오창경, 오명철, 박제식: 추출용매에 따른 톳 추출물의 수율 및 항균성 검색, 한국수산학회지, 27(5): 462-468 (1994).
10. Nadal, N.G.M., Casillas, C.M., Rodriguez, L.V., Rodrigues, J.R., Vera, L.T.: Antibiotic properties of marine algae-III. *Cymopolia barbata*, Bot. Marina, 9: 121-126 (1966).
11. Rao, P.S., Parekh, K.S.: Botanica Marina, 24: 577-582 (1981).
12. 조순영, 유병진, 장미화, 이수정, 성낙주, 이용호: 수산미이용자원 중에 존재하는 항균성 물질의 검색, 한국식품과학회지, 26(3): 261-265 (1994).
13. 안은숙, 김문숙, 신동화: 식용 식물로부터 얻은 추출물의 두부, 어묵, 막걸리 변질균에 대한 항균성 검색, 한국식품과학회지, 26(6): 733-739 (1994).

(1998년 1월 26일 접수)