

## 미역과 다시마를 이용한 해조묵제조

### 4. 해조묵의 저장성

정용현 · 국중렬 · 장수현 · 김종배 · 김건배 · 최선남 · 강영주\*  
군산대학교 수산가공학과 · \*제주대학교 식품공학과

## Preparation of Seaweed Muk with Sea Mustard (*Undaria pinnatifida*) and Sea Tangle(*Laminaria japonica*)

### 4. Shelf Life of Seaweed Muks

Yong-Hyun JUNG, Joong-Lyoul COOK, Soo-Hyun CHANG, Jong-Bae KIM,  
Geon-Bae KIM, Sun-Nam CHOE and Yeung-Joo KANG\*

Dept. of Sea-Food Science and Technology, Kunsan National University, Kunsan 573-400, Korea

\*Dept. of Food Science and Technology, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

Seaweed jellies(Muks) were prepared with sea mustard and sea tangle. Optimum storage condition was also investigated in terms of bacterial counts, pH, titratable acidity, gel strength and total volatile nitrogen(TVN) as soaking temperature and time in distilled water.

Gel strength of Muk decreased, and TVN and bacterial counts increased during storage in water. Seaweed Muk has a shelf life of 3 days at 32°C in water and 15 days at 18°C. Shelf life of seaweed Muk with soy milk was 3 days at 18°C and shorter than that of seaweed Muk without soy milk.

Key words : shelf life, bacterial counts, titratable acidity, gel strength, TVN.

## 서 론

우리나라의 식품공전(1991)상 묵류의 권장유통 기간은 4~10월은 24시간, 11~3월은 48시간, 냉장시 3일(0~10°C)로 되어 있으나 알긴산과 칼슘으로 코팅된 육제품은 미생물학적 성장에 한정된 저지효과를 갖는다고 하였고(Earle, 1968), 알긴산은 금속이온과 화학적으로 결합하기 때문에 중금속이온이 촉매로 되어 발효산화가 일어나는 것과 같은 상태에서의 산화 억제작용이 있다(김, 1992)고 알려져 있어 보통 묵류보다 해조묵이 더 저장성이 있을 것으로 본다.

또한 해조의 용해를 위해서는 가열공정이 필요한데 그 가열은 곧 미생물의 살균작용에 관계하고 겔화온도는 젤리강도 등에 영향을 주어 겔조직 변화에 관여하리라고 본다. 그에 관련한 연구로는 sodium algi-

nate, calcium carbonate, lactate의 조합으로 통칠면조나 칠면조 가슴부위를 가지고 만든 재조합 제품의 저장수명에 관한 연구(Ernst et al., 1989)를 통하여 beef steak의 alginic acid/Ca<sup>++</sup> 결합체 그리고 glucono-δ-lactone을 첨가하거나 무첨가로 형성한 것을 100% beef steak 조정제품과 호기적 또는 진공포장 조건하에서 서로 비교한 바 있다. 그러나 순수한 조체로 만든 해조겔화식품의 저장성에 관한 연구는 찾아 보기 힘들다. 해조묵에 관계하는 성분으로 미역과 다시마에는 알긴산 외에 다당류로는 laminarin, fucoidan, mannite 등이 존재하고 유기산으로는 propionic, acetic, fumaric, pyruvic, α-ketoglutaric, succinic, lactic, pyroglutamic, oxalic, malic, 및 acetic acid가 존재하며 그 중 미역에는 fumaric 및 acetic acid가, 다시마에는 acetic 및 lactic acid가 가장 많은 것으로 알려져 있다(Osada,

1967). 이들 당과 유기산 함량은 식품의 변질시 pH와 적정산도의 변화가 일어나며, 또한 건미역, 건다시마 조체 중의 7~10% 정도 함유되어 있는 단백질의 변성은 해조목의 변질을 초래할 것이다. 또한 조체 중엔 각종 미량성분, 무기질과 비타민 등이 풍부하여(興平·桑名, 1987, 1991) 각종 미생물이 존재하면 그의 생육을 촉진시켜 유기물 분해와 대사산물로 인한 맛의 변질, 조직의 변화를 일으킬 것이다.

따라서 제조된 해조목들의 최적 저장조건을 규명하기 위한 한 방법으로써 수침저장 중 물성적, 이화학적, 미생물학적 조사를 한 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

#### (1) 주원료

1) 미역과 다시마 : 1992년 5월에 채취한 완도산 건미역(*Undaria pinnatifida*)과 건다시마(*Laminaria japonica*)를 사용하였다.

2) 전처리 : 건재료는 4 시간 동안 수돗물에 침지한 후 36mesh망에 받쳐 1시간 동안 물을 제거한 것을 50×70mm 정도의 크기로 절단하여 재료로 사용하였다.

#### (2) 부원료

1) 두유 : 군산지방의 두부제조업체인 Y사에서 두부제조를 위하여 만들어진 두유(pH 7.29)를 사용하였다.

2) 분리대두단백질 : 미국산 분리 대두단백질(Soy protein isolate, 66-904, ADM USA)을 사용하였다.

(3) 젤화제 : CaCl<sub>2</sub>(Yakuri Pure Chemicals Co.) 특급을 사용하였다.

(4) 기타 : 용해제 및 분석용 시약은 특급 또는 일급을 사용하였다.

### 2. 방법

#### 목의 저장성 및 품질 측정

전보(Jung et al., 1995)에 준하여 조체목과 두유혼합물을 제조하고 저장 중 물성변화를 조사하기 위하여 저장온도는 상온(32°C), 실온(18°C), 저온(3°C)에서

비교하였다. 저장은 실온에서 겔화된 목 20g씩을 멸균한 각 광구시험병에 넣고 멸균한 증류수 400ml를 부어 마개를 한 다음, 각 온도에서 3일, 8일, 15일 동안 저장하면서 이화화적인 변화 및 생균수를 측정하였다.

1) pH 측정 : pH 측정은 균질기로 마쇄한 목을 pH meter기( TOYO Co., Model TD-19R)로 3번씩 측정하여 그의 평균값으로 하였다.

2) 적정산도 측정 : 마쇄시료 5ml에 페놀프탈레인용액 2방울 가한 액을 0.1N NaOH로 적정하여 측정하였으며 회석 배수를 환산한 다음 그 결과를 100g당 산도로 표시 하였다.

3) 젤강도 측정 : 한천의 겔강도 측정법(Kim, 1979)에 준하였으며, 제조한 목의 표면이 윗쪽으로 향하게 하여 45×45×25mm로 절단한 다음, 20°C에서 젤리강도 측정기(日寒水式 日本大産業 株)로 겔의 중앙부를 플랜저가(단면적 1cm<sup>2</sup>) 겔 속으로 10mm 깊이로 파고들 때 1cm<sup>2</sup> 당 받는 내압 최대 하중량을 측정하였다. 측정시간 한도는 3sec 정도로 하였다.

4) TVN(총휘발성질소) 측정 : Lueke와 Geidel의 macro 증류법(신, 1983)을 이용하여 저장수침수를 제거하고, 목 20g에 대해 180ml의 탈이온수를 부어 12,000rpm의 균질기에서 2분간 마쇄한 다음, 측정시료로 하였다. 마쇄한 시료 10g에 MgO를 혼합하고, 가열하여 총휘발성질소를 봉산액 중에 흡수한 다음 0.1N 황산으로 적정하여 시료회석 배수를 환산 한 후 그 결과를 100g 당 mgN로 표시하였다.

5) 생균수 측정 : A. P. H. A(1962)방법에 준해 다음과 같이 측정하였다.

회석수는 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 3.4g을 증류수 50ml 에 용해한 다음, 1M. NaOH를 가하여 pH 7.2로 보정한 후 총량이 100ml가 되도록 증류수를 가한 것을 원액으로 하고, 이원액 1.25ml에 증류수 1000ml를 가한 인산완충액을 멸균하여 시료회석액으로 하였다.

시료조제는 회석액에 180ml에 무균적으로 평취한 시료 20g을 균질기(20,500rpm)에 넣고 2분간 균질화한 것을 원액으로 하여 이것을 10배 단계로 희석하였다.

생균수 측정은 균질화한 시료를 10배 단계로 희석하여 1ml씩 멸균한 petri dish에 넣고 표준현전평판배지 15ml를 가해 혼합한후 37°C에서 24~48시간 배양

#### 4. 해조묵의 저장성

하는 혼탁평판배양법을 이용하였으며 그 결과는 g당으로 나타냈다.

### 결과 및 고찰

#### 조체묵의 저장성

묵이 겔화하는데 소요되는 시간과 겔화에 미치는 온도는 겔강도 및 저장성에도 영향을 미치게 되므로 제품묵의 물성에 크게 관여하리라고 본다. 저장 중 묵조직의 건조방지 및 겔화 보존을 위해선 수침저장이 많이 이용되고 있으므로 수침저장 중의 물성적, 화학적, 미생물학적, 조직학적 변화를 측정하였다.

저장온도대 설정은 식품공전(1991)상 묵류의 유통 율별한계를 기준하여 여름철의 통상유통온도로 상온(32℃)과 봄과 가을철의 통상유통온도 실온(18℃) 및 겨울철의 통상유통온도 저온(3℃)로 하였다. 또한 저장기간설정은 보통 묵류의 권장유통기한(24~48시간)보다 24~48 시간이 많은 2~4일 및 예비실험에서 자료로 얻어진 8일, 15일로 정하였다.

각 온도에서 겔화 및 저장한 묵제품 중 pH의 변화는 Fig. 1과 같다. 1일 동안 겔화(저장기간 0일)시킨 모든 묵들의 pH가 저장 3일 동안에 낮아졌으며, 그 후로 약간의 상승 값을 보였다. 특히 32℃에서 저장일수 0일째 6.71이었던 것이, 3일 동안 수침저장시 pH가 5.89로 낮아졌으나, 8일을 지나 15일에는 다른 묵들에 비해 6.6으로 가장 높은 값을 보였다. 각 온도에서 겔화한 묵제품의 적정산도와 그 묵들의 저장 중 적정산도의 변화는 Fig. 2와 같다. 저장 전(저장일수 0일) 미역묵의 적정산도는 0.48이었고, 3일동안 수침저장시 적정산도는 1.24로 높아졌는데, 8일과 15일 저장 중 pH의 증가(Fig. 1)와 적정산도의 감소는 묵에 함유된 각종 영양분들의 변화로 기인한 염기생성으로 인한 것이 아닌가 생각되며, 다시마묵에서도 pH와 적정산도의 변화는 같은 경향으로 나타났다. 실온에서의 적정산도는 미역묵과 다시마묵이 32℃에서 보다는 완만한 변화를 보였고, 3℃저장에서의 pH와 적정산도의 변화는 32℃, 18℃ 경우 보다는 더욱 완만한 상승과 감소의 변화를 나타내었는데 이는 32℃, 18℃에서 pH와 산도에 영향을 주는 주 물질이 알긴산 만이 아닌 다른 조체내 유기산이 관여하는 것으로 추정된다.

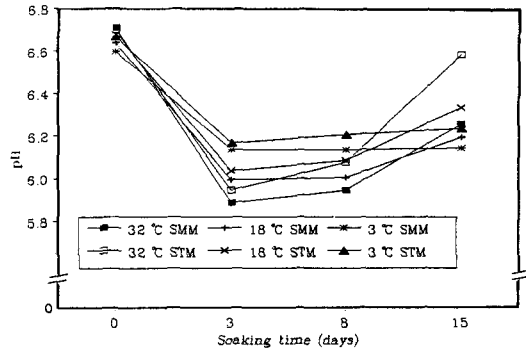


Fig. 1. Changes in pH of Muks during soaking at different temperatures. SMM: Sea mustard Muk, STM: Sea tangle Muk.

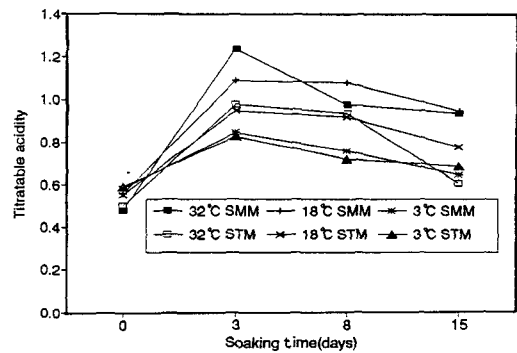


Fig. 2. Changes in titratable acidity of Muks during soaking at different temperatures. SMM: Sea mustard Muk, STM: Sea tangle Muk.

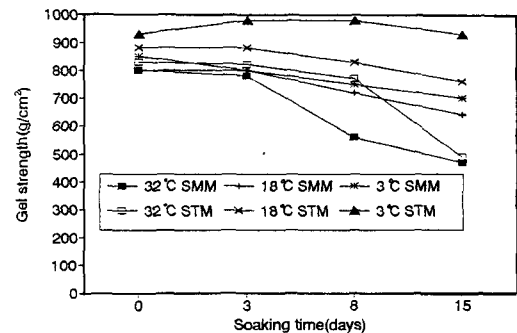


Fig. 3. Changes in gel strength of Muks during soaking at different temperatures. SMM: Sea mustard Muk, STM: Sea tangle Muk.

3일 저장의 결과에 따르면 TVN(Fig. 4) 및 미생물변화와 pH 및 적정산도와는 뚜렷한 상관관계를 찾아볼 수 없었으며, 다만 수침저장에 의하여 적정산도가 다소 낮아진 것은  $K_2HPO_4$ 의 유출 등 물리화학적 변화에 의한 것으로 생각된다.

각 온도에서 저장한 묵의 겔강도의 변화는 Fig. 3과 같다. 미역묵에 있어서 32°C와 18°C에서 0일째 묵의 겔강도가 800g/cm<sup>2</sup> 이었는데 3°C에서는 850g/cm<sup>2</sup>로 약 50g/cm<sup>2</sup>의 높은 강도를 보였다. 다시마묵에서도 32°C, 18°C, 3°C으로 온도가 낮아질수록 50g/cm<sup>2</sup>과 200g/cm<sup>2</sup>의 겔강도가 상승하였고, 32°C저장시 미역묵에서 겔강도는 3일 동안 800g/cm<sup>2</sup>으로 유지 하다가 8일 동안 저장시 560g/cm<sup>2</sup>로 감소하고 15일 저장시 470g/cm<sup>2</sup>로 낮아졌다. 다시마묵에서는 3일 동안엔 미역묵과 유사한 겔강도의 변화이었으나 8일저장에선 미역묵에 비해서 매우 적은 감소현상(50g/cm<sup>2</sup>)을 보였다. 그러나 15일 저장시에는 겔강도 감소폭이 매우 크게(490g/cm<sup>2</sup>) 나타내었다. 3°C 저장시 다시마묵은 3일저장 까지 980g/cm<sup>2</sup>으로 32°C저장에서의 결과에 비해 50g/cm<sup>2</sup> 정도 높은 겔강도를 나타냈으며, 또한 저장 15일까지 처음의 겔강도를 유지하였다. 이는 Sime (1982)의 보고와 같이 알긴산농도와 Ca<sup>++</sup> 함량이 많이 존재 할 때 겔화를 억제하는 온도에 대응할 수 있는데, 그 예로 0.6% alginate를 15%의 겔로 전환시킬 때 그 체계가 18°C에서는 충분한 칼슘용액에서도 겔화가 되지 않은 상태로 남지만, 냉각상태에서는 겔을 형성할 것이라고 보고했다. 따라서 묵에 함유된 알긴산이 Ca<sup>+</sup>과의 결합에서 견고한 겔을 형성하는데 낮은 온도가 보강 역할을 하는 것으로 추정되며, 또한 낮은 온도는 저장성에도 영향을 미친 것으로 본다.

묵 저장온도에 따른 TVN의 변화는 Fig. 4와 같다. 저장온도가 높을 수록 TVN값은 높았으며 다시마에서 보다는 미역에서가 다소 높은 값을 보였다. 3°C와 18°C에서는 저장기간에 따라서 크게 변하지 않았으며 32°C 저장 3일째 이후는 급격히 상승하는 경향(약 2~2.5배)을 보였으나 총취발성질소량은 모두 6mg N 이하였다.

각 온도에서 저장한 묵 중 생균수의 변화는 Fig. 5와 같다. 겔화한 묵 중의 생균수가 다시마묵들이 미역묵들에 비해 많았으나, 3일 저장 후에는 다시마 보다 미역의 생균수가 많았다. 32°C저장에서 일상식품에

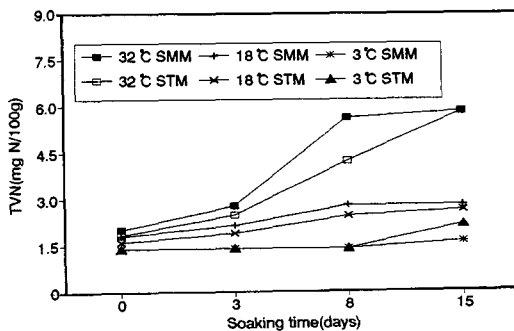


Fig. 4. Changes in total volatile nitrogen(TVN) of Moks during soaking at different temperatures. SMM: Sea mustard Muk, STM: Sea tangle Muk.

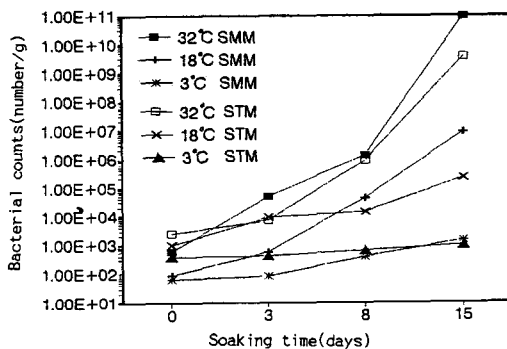


Fig. 5. Changes in bacterial counts of Moks during soaking at different temperatures. SMM: Sea mustard Muk, STM: Sea tangle Muk.

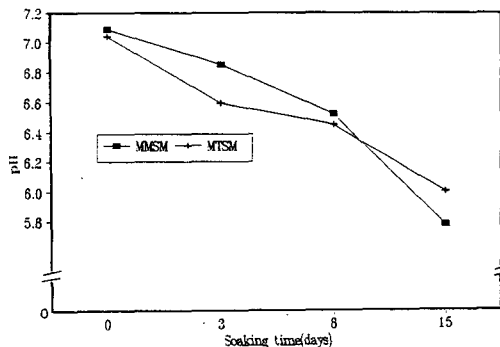


Fig. 6. Changes in pH of Muk prepared with seaweed and soy milk during soaking at 18°C. MMSM: Muk prepared with sea mustard and soy milk, MTSM: Muk prepared with sea tangle and soy milk.

#### 4. 해조묵의 저장성

함유될 수 있는 생균수량  $10^4 \sim 10^7/g$ , 또한 수산물 중 어육 1g 당 부패로 판정하는 기준치인  $1.5 \times 10^6$ 으로 기준할 때 8일을 지나 15일간 저장한 미역묵과 다시마묵이 각각  $8.7 \times 10^{10}$ ,  $3.6 \times 10^9$ 으로 많은 생균수가 검출되었다. 18°C저장에서의 생균수는 1일 동안 겔화한 미역묵이 g당  $8.6 \times 10^4$ 이었고, 다시마묵은  $5.9 \times 10^2$ 이었다. 15일 저장기간 동안 완만한 생균수 증가를 나타내 저장온도가 꽤 영향을 끼치고 있음을 알 수 있었다. 알긴산이 보통 미생물에 대한 항균내성이 강하고, 특히 alginate lyase를 생성하는 세균들 이외에는 분해가 되지않는 특성(北御 등, 1989, 1993; Ernst, 1989; Tseng et al., 1992, Means 1985, Means and Schmidt, 1986; Means et al., 1987; Kinoshita et al., 1991) 및 glucuronate과 mannuronate가 풍부하게 결합된 다당류는 호기성균과 혐기성균에 대해 중요한 활성을 보이나, 항곰팡이 내성은 없는 것으로(北御 등, 1993) 보고하고 있어, 18°C에서의 겔강도와 위생적인 묵을 고려할 때 다시마에는 각기 영양성분에 비해 상대적으로 알긴산이 많이 존재하는 반면 미역에는 적었던 때문에 미역묵은 8일까지, 다시마묵은 15일까지 저장이 가능한 것으로 판단되었다. 3°C에서 저장한 것은 다른 온도 구간에 비하여 생균수의 변화가 적었다.

奥平과 桑名(1987, 1991)의 연구에서 다시마의 열수추출물은 납두 중의 *Bacillus subtilis*, 빵과 술 중의 *Saccaromyces cerevisiae*, 장류 중의 *Zygosaccaromyces rouxii*, 소세지류 중의 *Lactobacillus plantarum*, 발효유

중의 *streptococcus cremoris*균들의 생육을 촉진시켜 맛의 증진을 꾀한 결과는 그밖의 다른 미생물들에게도 활성을 보일 것으로 추정된다. 그러나 이 두제품을 32°C 조건에선 8일까지, 18°C와 3°C 저장에서는 15일까지 저장이 가능할 것으로 생각된다.

#### 두유혼합묵의 저장성

건미역과 건다시마 재료를 제조한 묵의 저장성을 검토하기 위해서 조제품의 저장온도인 18°C에서 3, 8, 15일 동안 수침저장 중의 pH의 변화는 Fig. 6과 같았다. pH는 저장일수 8일까지 완만한 감소를 보이다가 15일 저장시 5.78에서 pH 1 정도 낮아졌다. 두유혼합 다시마묵은 pH 7.04이었으나 조제품 저장 중의 pH 변화(Fig. 1)와 비교할 때 15일 저장 후는 pH 6.0으로서 경미한 감소를 보였다. 조제품의 실험 결과와 비교할 때 용해액으로 부터 1일 동안 겔화시 pH의 변화는 두유의 완충작용에 의한 것으로 생각된다. 적정산도는 Fig. 7에서 보여주는 바와 같이 조제품에 비해 저장 8일까지는 낮은 산도를 보였고 15일 후 두유혼합 미역묵이 두유혼합 다시마묵에 비해 약간 높게 나타났다. 겔강도의 변화는 Fig. 8과 같다. 두유혼합 미역묵의 처음 겔강도는  $550g/cm^2$  이었던 것이 8일 후에는  $400g/cm^2$ 이었으며, 15일 저장후에는  $300g/cm^2$ 로 나타났다. 그러나 두유혼합 다시마묵에서는 저장 3일에  $700g/cm^2$  이었던 것이 8일째에는  $250g/cm^2$  값이 낮아졌고, 15일 후에는  $200g/cm^2$ 로 감소하였다. 이것으

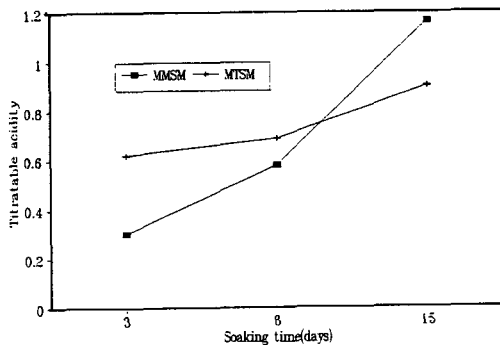


Fig. 7. Changes in titratable acidity of Muk prepared with seaweed and soy milk during soaking at 18°C.

MMSM: Muk prepared with sea mustard and soy milk,  
MTSM: Muk prepared with sea tangle and soy milk.

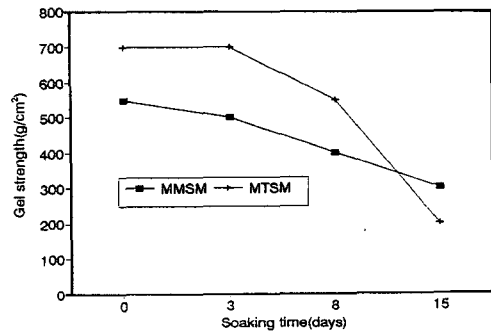
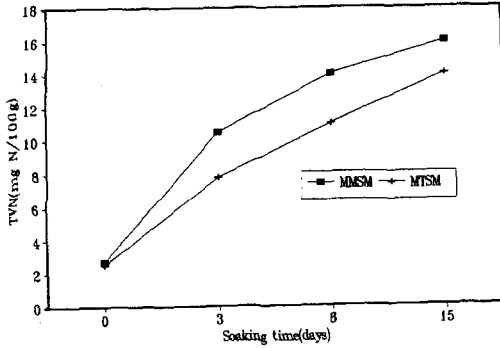
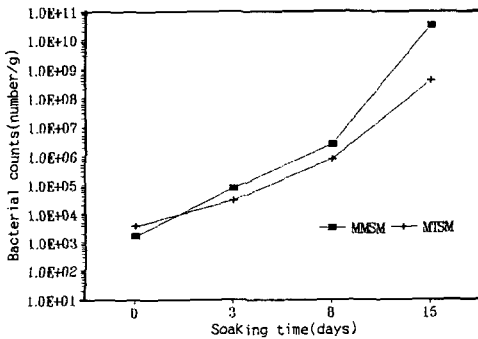


Fig. 8. Changes in gel strength of Muk prepared with seaweed and soy milk during soaking at 18°C.

MMSM: Muk prepared with sea mustard and soy milk,  
MTSM: Muk prepared with sea tangle and soy milk.



**Fig. 9.** Changes in total volatile nitrogen(TVN) of Muk prepared with seaweed and soy milk during soaking at 18°C.  
 MMSM: Muk prepared with sea mustard and soy milk,  
 MTSM: Muk prepared with sea tangle and soy milk.



**Fig. 10.** Changes in bacterial counts of Muk prepared with seaweed and soy milk during soaking at 18°C.  
 MMSM: Muk prepared with sea mustard and soy milk,  
 MTSM: Muk prepared with sea tangle and soy milk.

로 보아 다시마묵에서도 두유를 혼합한 것이 저장성이 양호한 것으로 나타났다. 저장 중의 TVN의 변화는 Fig. 9와 같다. 두유혼합묵은 조체묵에 비해 3일 저장 후 TVN이 2~4배 정도 더 높았고, 15일 저장 후에도 각각 14mg N와 16mg N으로 신선한 생선 20mg N나 신선한 쇠고기 17mg N 보다 낮은 값이었다. 생균수의 변화는 Fig. 10과 같다. 1일 동안 유통기한 상태에서 각각  $1.7 \times 10^2$ 과  $3.7 \times 10^3$ 이였으며, 3일 동안 저장한 묵 중 두유혼합 미역묵은  $7.8 \times 10^4$ 으로 두유혼합 다시마묵의  $3.0 \times 10^4$  보다도 많은 생균수가 검출됐다. 이는 미역이 다시마에 비해 각종 무기질, 비타민 및 아미

노산이 풍부한 까닭(Hahn and Koh, 1986)으로 미생물의 활성이 촉진된 것으로 생각된다. 8일 동안 저장 후 생균수가  $2.6 \times 10^6$ 으로 어패류의 선도 판정 기준치  $1.5 \times 10^6$  보다 높은 값을 나타냈다. 3일 저장한 조체묵에 비해 두유혼합 미역묵과 두유혼합 다시마묵의 15일 저장 후 생균수가 증가한 것은 두유 속에 미생물의 영양원인 단백질, 무기질, 지방, 당분, 비타민 등이 풍부하여 미생물활성을 촉진시킨 것으로 사료된다. 따라서 pH, 적정산도, 젤강도, TVN, 생균수의 변화를 함께 고찰하면, 저장기간이 길어질수록 적정산도는 높아지며, 또한 TVN이 증가하여 젤강도가 감소하는데, 이것은 생균수의 증가로 인하여 만니트, 전분 등의 당질이 분해되어 젖산 등과 같은 산의 증가로 pH가 감소하였으며, 동시에 미생물들의 대사산물 등으로 인하여 목조직이 약화되었기 때문에 젤강도가 낮아진 것으로 생각된다. 두유혼합묵은 조체묵 보다는 저장기간이 짧으나 3°C로 저장한다면 8일까지도 가능할 것으로 생각된다. 이것은 일반전분묵류의 11월~4월 중의 유통기한 2일(식품공전, 1991)인 것 보다 저장기간이 훨씬 길었다.

## 요 약

해조류 중 생산량이 많고 건강식품 소재로서의 가능성이 높은 미역과 다시마 해조묵을 제조하여 수침 저장 중 저장 온도와 시간에 따른 생균수, pH, 적정산도, 젤강도 및 TVN의 변화를 측정하여 적정저장 조건을 검토한 결과 묵 저장 중 젤강도는 약화되었으며, TVN, 생균수는 증가하였다. 조체묵의 수침저장은 32°C에서는 3일, 18°C 이하에서는 15일 저장까지도 가능하였으며, 두유혼합묵은 조체묵 보다는 저장기간이 짧아서 18°C 저장시 3일까지 가능한 것으로 판단되었다.

## 참 고 문 헌

- A. P. H. A, 1962. Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish, Am. Pub. Health Assoc., 3rd Ed.

#### 4. 해조목의 저장성

- 1P.
- Earle, R. D. 1968. Algin coating for extending shelf-life of sea food and meat, US Patent, 3,395,024.
- Ernst, E. A., S. A. Ensor, J. N. Sofos and G. R. Schmidt. 1989. Shelf-life of algin/calcium restructured turkey products held under aerobic and anaerobic condition. J. Food Sci. 54(5), 1147~1150.
- Hahn, J. K and J. B. Koh. 1986. Effects of *Undaria pinnatifida* on serum and liver lipids in rats. J. Korean Soc. Food Nutr. 15(4), 17~23.
- Jung, Y. H, J. L. Cook, S. H. Chang, J. B. Kim, G. B. Kim, S. N. Choe and Y. J. Kang. 1995. Muks prepared with soy milk or soy protein isolate- Preparation of seaweed jelly(Muk) with sea mustard(*Undaria pinnatifida*) and sea tangle (*Laminaria japonica*). J. Korean Fish. Soc. 28(3), 325~330.
- Kim, B. S. 1979. The basic method of control of measuring jelly strength - A research on physical quality of agar agar. Bull. Gunsan Fish. J. Coll. 13 (3), 23~26.
- Kinoshita, S., K. Yasushi, O. Atsumi, T. Yoshida and N. Kasai. 1991. Isolation of alginate-degrading organism and purification of its alginate lyase. J. Ferment. Bioengi. 72(2), 74~78.
- Means, W. J. 1985. Algin/calcium gel in structured meat products. Ph.D. Dissertation, Colorado State Univ. Fort Collins.
- Means, W. J. and G. R. Schmidt. 1986. Algin/calcium gel as a raw and cooked binder in structured and beef steaks. J. Food Sci. 51(1), 60~65.
- Means, W. J., A. D. Clarke, J. N. Sofos and G. R. Schmidt. 1987. Binding, sensory and storage properties of algin/calcium structured beef steak, J. Food Sci. 52(2), 252~256.
- Osada, H. 1967. Studies on the organic acids in marine products-II. Contents of organic acids in seaweed and their changes during drying. Toyo Junior Colleague of Food Tech. 8, 297-231.
- Sime, W. J. 1982. Alginates-hand book of water-soluble gums and resins, McGraw Hill Co. 177~199.
- Tseng C. H, K. Yamaguchi. M. Nishimura and M. Kitamikado. 1992. Alginate lyase from *Vibrio alginolyticus*. ATCC 17749 58(11), 2063~2066.
- 北御門學, 曹照煌, 青木恭彦, 山口邦子, 木利芳. 1989. アルギン酸分解酵素産生細菌の自然界からの分離, 日本水産學會紙 55(4), 709-713.
- 北御門學, 西村光弘, 山口邦子, 會照煌. 1993. アルギン酸から酵素分解によつて 調製たオリゴ糖の靜菌作用. 日本水産學會紙 59(2), 315.
- 김우준. 1992. 최신수산화학, 221 P.
- 식품공전. 1991. 한국식품공업협회 189~191.
- 신효선. 1983. 식품분석(이론과 실험). 신광출판사 10 (1), 253.
- 奥平武則, 桑名好恵. 1987. 栽培コンブから調味料その他の褐藻の可溶性成分の調味料としての活用. 月刊フドケミカル 5, 10~15.
- 奥平武則, 桑名好恵. 1991. 昆布ミネラルの特性とその應用. 月刊フドケミカル, 5, 10~15.

1995년 2월 9일 접수

1995년 5월 6일 수리