

---

박사학위논문

미역 (*Undaria pinnatifida*)과 다시마  
(*Laminaria japonica*)를 이용한  
해조묵제조

제주대학교 대학원

식품공학과



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

정 용 현

1994년 6월

미역 (*Undaria pinnatifida*)과 다시마  
(*Laminaria japonica*)를 이용한  
해조목제조


지도교수 강 영 주

정 용 현

이 논문을 공학박사학위 논문으로 제출함.

1994년 6월

정용현의 공학박사학위 논문을 인준함.

심사위원장  송 대 진

위 원 이 근 우 

위 원 김 수 현 

위 원 하 진 환 

위 원 강 영 주 

제 주 대 학 교 대 학 원

1994년 6월

---

PREPARATION OF SEAWEED MUK WITH SEA  
MUSTARD, *Undaria pinnatifida* AND  
SEA TANGLE, *Laminaria japonica*

YONG-HYUN JUNG  
(Supervised by Professor Yeung-Joo Kang)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
DOCTOR OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

JUNE 1994

# 목 차

Abstract	
I. 서론	3
II. 재료 및 방법	9
1. 재료	9
(1) 주원료	9
(2) 부원료	9
2. 방법	9
(1) 성분분석	9
1) 일반성분분석	9
2) 알긴산정량	10
3) 식이섬유정량	10
(2) 목제조를 위한 겔화최적조건	11
1) 조체목제조	11
2) 두유 및 분리대두단백질 혼합목의 제조	13
(3) 목의 제조과정 중 이화학적 및 조직학적 변화	14
1) 점도 측정	14
2) 젤강도 측정	14
3) 겔화시간에 따른 Ca <sup>2+</sup> 의 침투길이 측정	14

4) 여과수율과 수율측정	15
5) 비중측정	15
6) 조직학적 관찰	15
(4) 묵의 저장성 및 품질 측정	16
1) 적정산도 측정	16
2) TVN(총휘발성질소) 측정	16
3) 생균수 측정	16
4) 색도 측정	17
5) 관능시험	17
III. 결과 및 고찰	20
1. 재료의 성분조성	20
(1) 일반성분	20
(2) 식이섬유	21
2. 조체묵 제조를 위한 최적조건	22
(1) 수율	22
(2) 용해제	23
(3) $K_2HPO_4$ 의 최적농도	24
(4) 1% $K_2HPO_4$ 용액의 첨가량	26
(5) 가열시간과 온도	26
(6) 조체용해액의 여과	28

(7) CaCl <sub>2</sub> 의 농도 및 침지량	29
(8) Ca <sup>++</sup> 침투길이	32
(9) 조제용해액의 희석	32
(10) 다시마묵의 제조	34
(11) 미역묵과 다시마묵의 외형	37
3. 목제조 과정 중 칼슘함량 변화와 조직학적 변화	37
(1) Ca <sup>++</sup> 함량의 변화	37
(2) 목제조 과정 중 조직학적 변화	43
4. 수침저장 온도와 묵의 품질	48
(1) pH 및 적정산도	48
(2) 겔강도	49
(3) TVN	53
(4) 생균수	53
(5) 조직학적변화	57
5. 두유혼합묵의 제조 및 저장성	59
(1) 두유혼합묵의 제조	59
(2) 두유혼합묵의 저장성	62
6. 냉동재료로 부터 제조된 묵의 품질	67
7. 분리대두단백질 혼합묵의 제조	78
(1) 겔화적정 조건	78

(2) 점도, 겔강도 및 수율 .....	80
8. 각종 목제품의 이화학적 성분조성 .....	84
(1) 기존목과의 일반성분 비교 .....	84
(2) 식이섬유 .....	87
(3) 색도 .....	88
IV. 요약 .....	91
V. 참고문헌 .....	93
사사 .....	103



# Abstract

Seaweed Muks were prepared with sea mustard and sea tangle which are sources of healthy foods. Optimum conditions for preparation of seaweed Muks with and without soy protein were investigated, and calcium contents and histological characteristics were measured during processing of Muks. General compositions, dietary fibers and organoleptic properties of Muks were measured. Optimum storage condition was also investigated in terms of bacterial counts, pH, titratable acidity, gel strength and TVN as soaking temperature and time in distilled water.

The results obtained were as follows.

1. Optimum condition for preparation of seaweed Muks was the addition of 1%  $K_2HPO_4$  to the mashed seaweed solution at the ratio of 1 : 1(v/v), the solubilization at 60°C for 1hr, the filtration by 60 mesh sieve, the dip of the solubilized seaweed solution into 3 times volume of 1%  $CaCl_2$ , and then gelation by natural permeation of  $Ca^{++}$ .

2. Gel strengths, yields and specific gravities were 800g/cm<sup>2</sup>, 87.5% and 1.29 for sea mustard Muk and 880g/cm<sup>2</sup>, 78.5% and 1.31 for sea tangle Muk, respectively.

3. Gel strength of Muks with sea mustard and soymilk decreased as the quantity of soy milk increased, and increased as the moisture content of soy milk had been decreased. Optimum mixing ratio of seaweed and soy milk was 7 : 1 and optimum temperature of gelation was 65°C.

4. Gel strength of seaweed Muk mixed 5%(w/w) of soy protein



---

isolate was higher( $900\text{g}/\text{cm}^2$ ) than those of seaweed Muks with and without soy milk.

5.  $\text{Ca}^{++}$  was absorbed faster in sea mustard than in sea tangle during gelation.  $\text{Ca}^{++}$  were also desorbed faster in sea mustard than in sea tangle during dipping the Muks in water after gel formation. During the preparation of Muks by heating and alkali solubilization, the solubility of alginic acid was gradually increased, and filament cells in sea tangle were cut finely during processing Muk, while those in sea mustard were remained tolerably.

6. Overall acceptance for seaweeds as the main material was in the decreasing order of Muks prepared with dry sea tangle, frozen sea mustard, frozen sea tangle, dry sea mustard. As the results, the Muk with dry sea tangle mixed soy milk was the highest acceptance. According to color difference measurement, lightness(L) of Muk with sea tangle and soy protein isolate was the highest in all of the Muks. All Muks were greenish yellow.

7. Moisture content of seaweed Muks with soy protein isolate was the lowest and that of seaweed Muk with soy milk was the highest. The highest values of alginic acid and ADF were 4.16 and 4.17% in sea tangle Muk, those of NDF and cellulose were 4.90 and 2.83% in sea tangle Muk, that of lignin was 2.96% in sea tangle Muk with soy milk, and that of hemicellulose was 1.50% in frozen sea mustard Muk.

8. 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  $32^\circ\text{C}$  in water and 15 days at  $18^\circ\text{C}$ . Shelf life of seaweed Muk with soy milk was 3 days at  $18^\circ\text{C}$  and shorter than that of seaweed Muk, without soy milk.

# I. 서 론

우리들의 식생활 형태가 서구화되어 감에 따라 동물성 단백질과 지방의 과다 섭취로 인하여 비만, 당뇨, 담석 등의 대사성 질환과 변비 그리고 장암 등의 질환이 급증하고 있는 실정이다. 그런데 해조류는 비타민, 무기질(이 등, 1980 ; 강과 송, 1978 ; 吉村, 1973 ; 이, 1983) 등이 균형있게 분포되어 있어서 대사작용을 개선하며 저칼로리의 다당류는 식이성섬유로서 정장작용과 해로운 물질의 제거에 유용하며(한과 고, 1986), 무기질, 점질다당류 및 해조류의 저분자 생리활성물질은 혈압과 cholesterol치의 정상화(Ayako 등, 1992 ; 北脚 등, 1989 ; 한, 1986 ; 최 등, 1986), 암의 예방(Ryu 등, 1989 ; 蘆田, 1989 ; 林, 1989 ; 西澤, 1988), 저항력 부여 등의 작용을 가지고 있어 건강식품으로서 좋은 조건(Noda, 1989 ; 笠原, 1979)을 갖추고 있다. 또한 해조류는 육지와 다른 바다라는 특수환경에서 만들어진 여러가지 생리활성 물질들의 보고이기 때문에 이와같은 의미에서 해조류의 섭취는 중요하다 할 수 있다.

우리의 식생활에서 미역을 섭취하는 형태로는 생 것 그자체로 먹거나 가공품으로 건조 또는 염장 등 일차가공 상태로 소비되고 있어 생산량에 비하여 제한적인 소비가 이루어지고 있다. 또한 다시마는 국이나 어묵류 등의 양념으로의 소비가 대부분이다. 결국 미역이나 다시마는 대부분 조체상태 그대로 식용되어지기 때문에 섭취상태의 불편한 점과 특이취로 인한 좋지못한 점 등이 있어 이를 개선하고 기호면에서 맛, 영양 및 해조 그 자체의 물성을 최대한으로 유지하면서 쉽게 식탁에서 접할 수 있는 형태의 해조류 제조가 요구되어진다.

갈조류의 주요성분인 알긴산은 고분자 colloid 물성을 가져 점성, 겔 형성능, 피막형성능, 안정성 등에 기여하며,  $Ca^{2+}$ 과 같은 2가 양이온과 결합하여 강한 겔

을 형성하므로써 해조조직의 강도와 굴절성등에 기여하고 있다(田淵, 1980 ; 차 등, 1988). 따라서 갈조류의 겔 형성능을 이용하여 갈조류 특유의 영양소를 함유한 식품을 제조한다면 식생활의 발전, 개선을 도모할 수 있으며 또한 부식으로써 건강식의 개발이라는 면에서도 그 가치가 크다.

한편 미역과 다시마는 직사광선과 고온에 오래 방치하면 쉽게 퇴색, 발효 또는 부패가 진행되기 때문에 건조하여 보관하는 경우가 대부분이다. 건미역으로는 일반 건미역과 회건미역이 있는데, 특히 회건은 수분을 흡수시키고 염분의 삼출을 도와 건조를 촉진시키며, 또한 재는 일광의 직사를 피하게 하여 변색을 방지하고 알칼리성이므로 미역의 산성화로 인한 연화현상을 방지하여 주는 효과가 있다. 보통 마른미역은 색깔이 흑갈색이지만 회건미역은 녹색이다. 이들 흑갈색색소는 polyphenolic 물질로서 색은 물론 맛과 냄새에도 관여하며 2가 금속이온과 킬레이트 반응을 일으켜(Ragan, 1979) 겔화에도 영향을 미친다.

해조류 겔화식품으로는 홍조류인 우뭇가사리의 한천 및 돌가사리과에서 추출한 카라기난의 겔(植村, 1989 ; 奥村, 1990 ; Hendrickx, 1986, 박 등, 1976), 갈조류의 다당류로 존재하는 알긴산을 추출 이용한 젤리화식품 등이 있다.

그리고 전통 식품으로써 청포묵, 녹두묵, 메밀묵, 도토리묵 등의 전분묵이 있는데 이는 전분의 amylose가 뜨거운 물에서 수용성인 졸로 되며, amylopectin은 뜨거운 물에 불용성인 겔로 되는 성질을 이용한 것이다(Ralph와 Marta, 1992 ; Costas : 1992). 이들에 관련한 연구로는 보리전분 겔의 역학적성질(이 등, 1986), 옥수수전분과 hydrocolloid 첨가가 녹두전분 및 묵의 특성에 미치는 영향(박과 김, 1988a), 옥수수 전분을 혼합한 도토리묵의 관능적 특성(박과 김, 1988b), 조전분 농도 및 침지 시일이 도토리묵의 관능적 특성에 미치는 영향(박과 김, 1989), 도토리묵의 관능적 특성(김, 1991), 녹두묵의 요리특성에 관한 연구(Lee, 1984), 응력완화시험에 의한 도토리 전분 겔의 물성론적 모형 분석(김과

이, 1989) 및 맥류전분 겔의 노화에서 pentosans의 영향(Kim 과 D'appolonia, 1977) 등의 연구가 있다.

건미역과 건다시마의 주요 성분은 알긴산으로서 그 함량은 원조종, 채취장소, 채취시기, 부위 등에 따라 각기 다르지만, 14 - 40% 정도를 차지하고 있다(박, 1969). 조체의 세포벽 또는 세포간 충전물은 주로  $Ca^{++}$ 과 결합된 염의 형태로 존재하며, 알긴산의 기본구조는 L-galacturonic acid(G)과 D-manuronic acid(M)를 기본단위로 이들 당류가 서로 결합된 M block과 G block으로 형성되어 있으며, 이들의 비율은 해조 종류에 따라서 상당히 다양하며, 이들이 겔화성을 비롯한 알긴산 특성에 많은 영향을 미치고 있다(Sime, 1982). 따라서 미역 및 다시마를 이용한 묵을 제조하기 위해서는 이들 알긴산 용해 후 재구성 또는 재조립에 의하여 묵의 물성을 창출하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

지금까지의 연구결과에 따르면 갈조류의 용해는 알긴산추출을 위하여 알칼리 용액에서 이루어졌고 이때 추출보조제로서 인산염 및 EDTA를 사용시 추출수율을 증가시킬 수 있었는데, 이는 해조조직의 연화 및  $Ca^{++}$ 의 제거에 기인한다고 보고하고 있다(강과 송, 1978). 알긴산수용액의 점도는 농도, 온도, pH, 알긴산의 분자량에 크게 영향받아 100-2000cP로 다양하다.

남해산 해조류 12종의 성분측정 및 점도 측정에 의한 sodium alginate의 분자량을 계산하고 점도변화 상태를 측정한 결과 전분과 유사하며 점도는 60°C-80°C에서 최고점에 달하였다고 보고하고 있다(양, 1966). 그러나 묵제품 제조를 위하여 사용되는 조체용해제는 안정성이 확보되어야 하므로 조체 종류에 따라 적절한 알칼리의 선택은 제품의 색깔, 표백문제(Bashford, 1960), 조체 중의 성분 조성에 따른 재조립 식품제조 등에 매우 중요하다.

알긴산의 겔화기작에는 알긴산 중합체 고리의 결합된 부위들 사이에 다가이온( $Mg^{++}$ ,  $Hg^{++}$  이온은 제외)이 결합되어 물분자들의 운동성이 조절되어 3차원적 구

조인 망상구조를 만드는 것(Robert, 1982)과 pH 5 이하의 산성일때 H<sup>+</sup>에 의해 COO<sup>-</sup> 기가 -COOH 로의 변화로 인해 탄력있는 겔 조직을 형성(鈴木, 1968)되는 것이 있다. 알긴산의 겔화제로서의 Ca<sup>++</sup>은 알긴산의 G block과 M block 사이에 교차결합을 형성하여 겔을 형성하는 것으로 알려져있는데 이는 계란 포장상자에 계란이 들어 있는 것과 같은 계란상자(Egg box) 이론으로 해석되어지고 있다(Rees, 1981). CaCl<sub>2</sub>은 높은 함량으로 사용할 때 식품에 불쾌한 쓴맛을 내기 때문에 사용이 제한적이며, calcium lactate와 calcium acetate에서 유래된 칼슘성분은 낮은 용해도를 갖는다(Sime, 1982). 알긴산은 pH 2.4 - 2.8 범위에서, Na-alginate 는 3 - 4 범위에서 좋은 겔 조직을 형성한다(Fumio, 1967 : 김, 1992). 겔화제로 쓰이는 산에는 fumaric acid, citric acid, lactic acid, glucono- $\delta$ -lactone(GDL) 등(Tsngio와 Etsunosakei, 1965)이 있으나 순수한 조체에 대해 사용한 예는 없다. 따라서 알긴산의 겔화는 2가 금속이온이 적절할 것으로 생각되나 목제품의 물성을 고려할 때 산이나 다른 이온에 대한 검토가 필요하다.

미역과 다시마 등 갈조류에는 특유한 해조취가 있어서 이들을 이용한 제품을 제조할 경우 맛, 향에 있어서 거부감을 불러일으키는 경우가 많다. 따라서 해조취를 제거 또는 마스킹(Masking)하는 방법에 대한 연구가 행해져야 한다. 그 일례로서 두유를 혼합하는 방법이 있는데 두유는 특유 냄새성분인 n-hexanol과 대두유의 산화생성물인 1-octan-3-ol이므로 인해 비린내를 내는 문제점을 갖고 있다. 그런데 오 등(1988)은 두유를 알칼리 처리시 콩비린내를 개선할 수 있다고 보고하고 있다. 따라서 미역과 다시마목 제조시 두유를 첨가하여 알칼리로 처리할 경우 두유의 단점인 비린내를 알칼리 처리로 제거할 수 있으며 해조의 단점인 해조취를 제거할 수 있고 두유첨가에 의하여 두유 특유의 구수한 맛과 식물성 단백질에 의한 영양강화의 역할을 기대할 수 있는 등 많은 이점을 기대할 수 있다. 따라서 두유를 해조에 혼합한 목제품의 필요성이 대두된다.

해조목의 저장성에 관한 문헌적 고찰을 해보면, Earle(1968)에 의하면 알긴산과 칼슘으로 코팅한 육제품은 미생물학적 성장에 저지효과를 갖는다고 보고하고 있다. 이는 알긴산이 금속이온과 화학적으로 결합하기 때문에 중금속이온이 촉매로 작용하여 발효산화를 억제하기 때문이다. 따라서 보통 목류보다 해조목이 더 저장성이 있을 것으로 본다. 또한 해조의 용해를 위해서는 가열공정이 필요한데 그 가열은 미생물을 살균하는 장점을 갖고 있다. 그러나 높은 가열 온도에서는 높은 열에너지로 인하여 알긴산 고리가 정렬할 수 없어 겔화하지 못한다. 따라서 높은 온도에서 겔화하기 위해서는 높은 알긴산 농도 또는 과량의 칼슘을 필요로 한다(Robert, 1982). 해조목의 저장성에는 해조목에 존재하는 당과 유기산도 관여한다. 미역과 다시마에는 다당류로서 laminarin, fucoidan, manite 등이 있으며 유기산으로는 propionic, acetic, fumaric, pyruvic,  $\alpha$ -ketoglutaric, succinic, lactic, pyroglutamic, oxalic, malic, 및 acetic acid 가 있는데 미역에는 특히 fumaric 및 acetic acid 가, 다시마에는 acetic 및 lactic acid 가 가장 많이 함유되어있다(Osada, 1967). 이들 당과 유기산은 식품의 변질시 pH와 적정산도의 변화에 영향을 미친다. 또한 건미역, 다시마 조체 중의 7 - 10 % 정도 함유되어 있는 단백질도 해조목의 변질에 영향을 미친다. 또한 조체 중의 각종 미량성분, 무기질과 비타민 등도 각종 미생물의 생육을 촉진(輿平과 桑名, 1987, 1991)시켜 유기물 분해와 대사산물로 인한 맛의 변질, 조직의 변화를 일으킨다.

따라서 본 연구는 갈조류의 이용을 다양화시킬 목적으로 해조목 제조시 물성학적, 조직학적, 관능적, 이화학적 성질 측정에 의한 해조목 최적제조조건을 조사하르로서 해조목 개발에 기초자료를 제공하고자 한다. 미역과 다시마 원료를 알칼리로 용해하고 졸을 만들어  $\text{CaCl}_2$ 로 겔화하는데 필요한 적당한 조건을 pH, 점도, 젤리강도를 측정하르로서 설정하였다. 또한 해조목 제조과정중  $\text{Ca}^{++}$ 의 변화

및 건미역과 건다시마의 수화, 용해 그리고 목성형 시의 조직학적인 변화를 관찰하였다. 그리고 해조목 최적 저장조건을 규명하기 위하여 수침저장 중 pH, 적정산도, 젤리강도, TVN, 생균수 및 조직학적 관찰을 하였다. 회건미역, 냉동미역, 건다시마, 냉동다시마로 제조한 목과 두유를 혼합하여 만든 목들의 일반성분, NDF, ADF, cellulose, hemicellulose, lignin, alginic acid, 점도, 젤리강도, 수율 등을 측정하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

#### (1) 주원료

특제조에 사용된 건재료는 화건미역(*Undaria pinnatifida*)과 건다시마(*Laminaria japonica*)를 구입하여 4시간 동안 수돗물에 침지, 수확하였다. 냉동 재료로는 완도산 양식미역을 실험실로 운반, 동결(-20℃)처리 후 (18℃)로 저장 하면서 유수해동법으로 조체가 분리되는 상태 까지 해동과 세척을 동시에 행하여 36mesh망에 받쳐 1시간 동안 물을 제거한 다음 50x70mm 정도의 크기로 절단 하여 재료로 사용하였다.

#### (2) 부원료

두유(pH 7.29)는 두부제조업체인 Y사에서 두부제조를 위하여 만들어진 신선한 것을 사용하였고, 분리대두단백질(Soy protein isolate, 66-904, ADM USA)은 미국산을 사용하였으며, 겔화제로는 CaCl<sub>2</sub>(YAKURI PURE CHEMICALS Co.) 특급을 사용하였다.

### 2. 방법

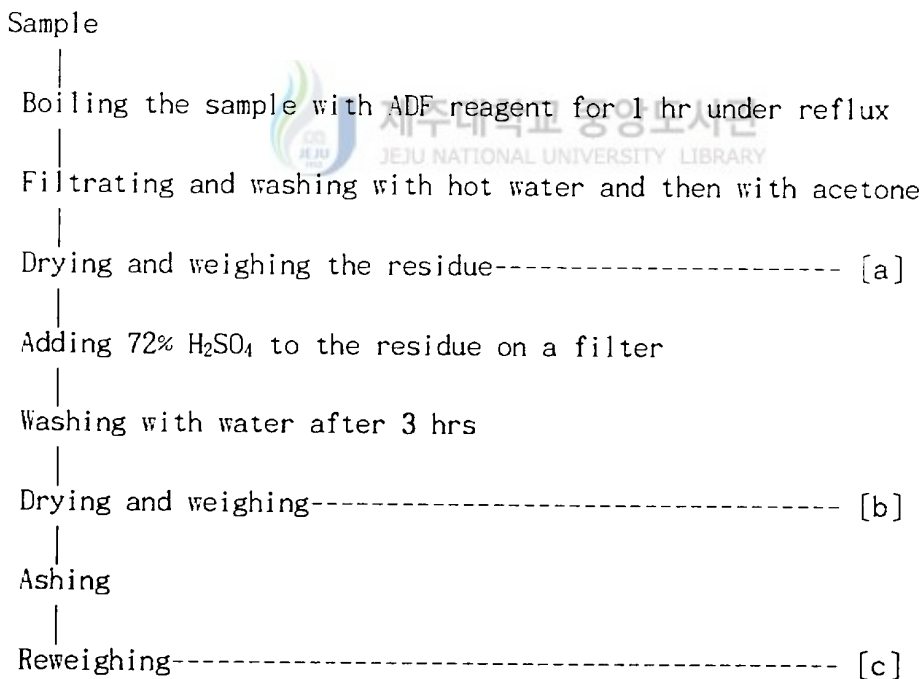
#### (1) 성분분석

1) 일반성분분석 : 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 soxhlet법, 전당은 phenol-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>법, 조회분은 직접회화법, 조섬유는 A.O.A.C법, 칼슘은 EDTA적정법, 인은 molybdenum blue 흡광광도법으로 정량하였다.



2) 알긴산정량 : 김과 박(1975)의 방법에 따라서 마쇄한 재료 10g을 0.025% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액 400 ml에 1시간 침지, 교반한 후 여과지 위에서 500ml의 물로 5회 세척하고 난 다음 조체에 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 400ml를 가하여 80℃의 탕욕 중에서 5시간 동안 교반하여 조체를 완전히 용해시켜 알긴산을 추출하였다. 이 추출액을 60mesh 여포로 여과한 여액을 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>액을 가해 pH 2.5로 조절하여 알긴산을 응고 침전시켰다. 여포로 여과한 다음 알긴산 겔을 95% 메탄올 300ml로써 4회 세척하여 압착한 후 건조, 평량하여 알긴산 함량을 구하였다.

3) 식이섬유정량 : 시료 1g을 김 등(1988)의 방법에 따라 acid detergent fiber(ADF)(Van Soest, 1963 ; Bittner, 1982), cellulose, lignin과 neutral detergent fiber(NDF)(Van Soest와 Wine, 1967 ; A.O.A.C, 1990)는 Fig. 1, Fig. 2와 같이 정량하였다.



**Fig. 1. Determination method of acid detergent fiber**

여기에서 ADF는 Fig. 1에서(a)값으로 부터 (c)값을 뺀 것이고, NDF는 Fig. 2의 (a)에서 (b)를 뺀 것이며, lignin은 (b)에서 (c)값을 뺀 것이다. 또한 cellulose는 ADF값과 lignin값의 차이로 하였으며, hemicellulose는 조섬유함량으로 나타내었다.

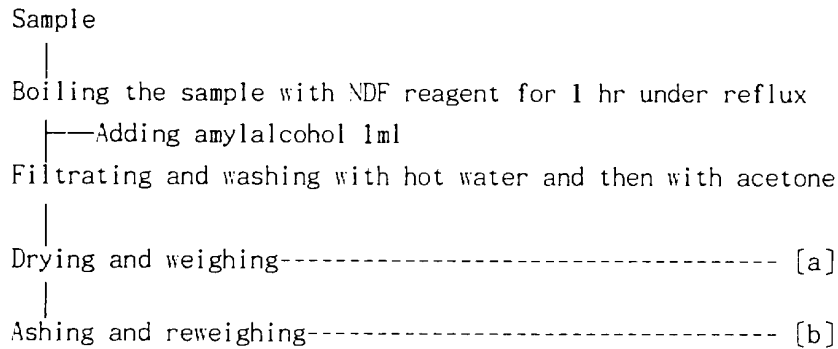
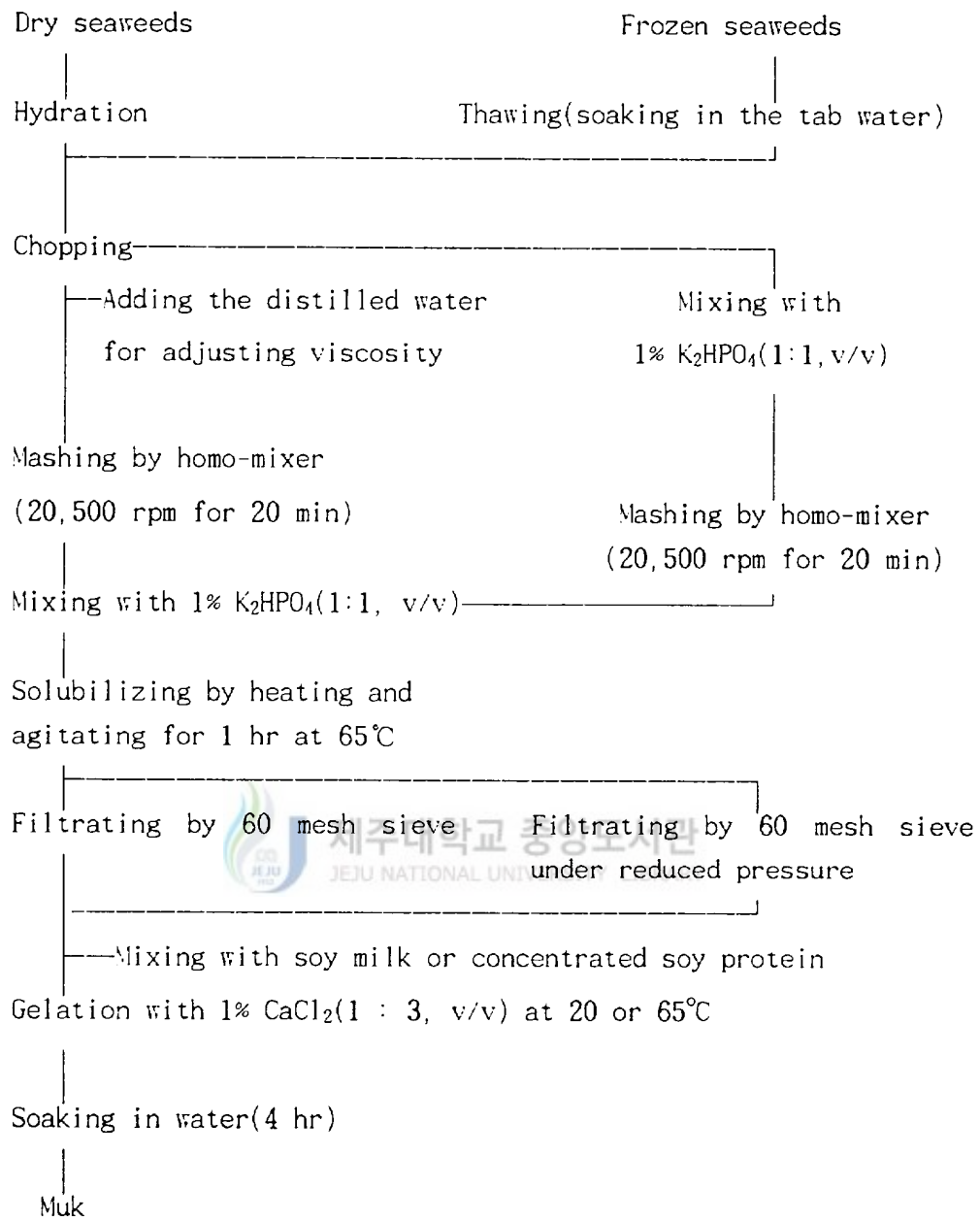


Fig.2. Determination method of neutral detergent fiber

## (2) 목제조를 위한 겔화최적조건

1) 조체목제조 : 부원료 없이 조체원료 만으로 최적겔화조건을 검토하기 위하여 목형성의 적정조건을 찾는 실험재료는 건미역을 사용하였으며, 조체용해 시 알칼리의 종류, 농도, 처리온도차에 따른 조체용해액의 물성차를 실험하였다. 조체용해액이 점도, 겔강도, 수율에 미치는 영향과  $\text{CaCl}_2$  농도 및 첨가량 조건실험은 60mesh에서 여과한 조체용해액을 사용하였다. Fig. 3과 같이 전처리된 조체를 chopper(동아기계공업사 No. 42)에 2번 통과시켜 다시 homo-mixer(Tokyo Nihon Seisakusho Co., Japan) 안에서 마쇄한 용액에 물로서 930cP로 조정하고 난 다음 알칼리용액을 혼합함과 아울러 항온수조 상에서 교반과 가열로 조체용해액을 만들었다.



**Fig. 3. General procedure for preparation of seaweed Muk**

비이커에 조제용해액 25ml를 넣고 그 상부에 물분무기로 1%  $\text{CaCl}_2$  용액을 분무하여 표면을 겔화한 후 나머지를 부어 24시간 동안 칼슘이온이 자연침투되도록 침지하여 겔화한 것을 실험목으로 사용하였다. 실제형태의 목제조에서 겔화는 조제용해액 300ml를 취하여 많은 세공을 뚫어 놓은 polyethylene box(160x100x25mm) 안에 1%  $\text{CaCl}_2$  용액에 적신 여포(60 mesh)를 깔고 그 위에 용해한 조제액을 부어 다시 그 위에 여분의 여포를 덮어 놓고, 염이 자연침투되게 1%  $\text{CaCl}_2$  용액에 침지하여 목이 형성되게 하였다.

## 2) 두유 및 분리대두단백질 혼합목의 제조

적정 두유혼합비와 농축두유혼합비 및 분리대두단백질 혼합비를 알기 위하여 목제조 공정 중 다시마인 경우 조체가 homo-mixer에 의해 충분히 균질화 되지 않으므로 두유를 혼합하여 목을 제조하면 그 두유 중의 많은 수분함량으로 인하여 겔강도가 낮아지게 된다. 그러므로 원하는 겔강도를 높이기 위해 먼저 1%  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  용액을 혼합하여 그 알칼리용액 중의 물의 량에 의해 마쇄공정을 돕고 곧바로 가열과 교반공정으로 조제용해액을 만들었다.

이와같은 방법에서 만들어진 조제용해액은 높은 점도로 인해 60mesh체 위에서 자연여과가 되지 않기 때문에 진공펌프(1/4HP, 진공도 : 0.2torr, 금성)를 사용하여 감압하에서 여과하였다. 조제용해액에 대한 두유의 비율 7:1(v/v)로 한 것, 첨가되는 두유의 수분함량을 줄이기 위하여 항온수조에서 가열에 의하여 1/5로 농축된 두유를 조제용해액에 대해 7:1(v/v)로 혼합한 것 또는 분말상 분리대두단백질을 5%(w/w)로 혼합한 것을 겔화 온도 20°C와 65°C에서 1%  $\text{CaCl}_2$ 에 의한 겔화로 각기 물성을 비교, 검토하였다.

### (3) 목의 제조과정 중 이화학적 및 조직학적 변화

목제조 과정 중 칼슘함량의 변화와 해조 및 겔조직의 변화를 알기 위하여 마쇄조체액의 증류수를 넣어 점도를 930cP와 3500cP로 조절하였으며, 겔화하는 과정에서 시간에 따른 목 중의  $Ca^{++}$  함량과 24시간 동안 겔화시킨 목(25g)에 대해 탈이온수 2.5ℓ를 가하여 수침 중의  $Ca^{++}$  함량 및 목제조 공정 중 해조조직 및 겔조직의 변화를 측정하였다.

1) 점도 측정 : 점도측정은 고점도용점도계(Rion Co., VT-04, Japan)를 사용하여 알칼리 첨가 전후의 용액을 20℃에서 측정하여 cP로 나타내었다.

2) 겔강도 측정 : 한천의 겔강도 측정법(김, 1979)에 준하였으며, 만들어진 목을 45x45x25mm로 겔화표면이 윗면으로 되게 자르고 20℃에서 젤리강도 측정기(日寒水式 日本大産業 株)로 겔의 중앙부를 1cm<sup>2</sup>당 받는 내압최대 하중량을 측정하였다. 측정시간 한도는 3sec 정도로 하고 플래저가(단면적 1cm<sup>2</sup>) 겔 속으로 10mm 깊이로 파고들 때의 그 하중량으로 하였다.

3) 겔화시간에 따른  $Ca^{++}$ 의 침투길이 측정 : 단면적 9.6cm<sup>2</sup>의 메스실린더를 통해 겔화를 위한 조체용해액 50ml를 넣고 조체량의 3배량(V/V)인 1% CaCl<sub>2</sub>용액 150ml 중 소량을 분무기에 넣고 조체용액 상부에 분무하여 조체표면을 겔화한 다음 나머지를 메스실린더 내면을 따라 천천히 부어 갈색에서 회색으로 변하는 지점의 길이를 시간에 따라 측정했다.

4) 여과수율과 수율측정 : 여과수율은 조체용해액에 대한 60mesh로 여과하여 얻어진 조체용해액의 부피를 백분률(v/v)로 나타냈다. 수율은 마쇄 또는 용해한 조체 25ml에 대한 1%  $\text{CaCl}_2$  용액으로 겔화한 겔의 무게비를 백분률(w/w)로 하였다. 겔 표면의 겔화용액은 10분 동안 흘러 제거한 다음 측정하였다.

5) 비중 측정 : 겔의 비중은 겔의 무게에 대한 겔의 부피를 측정하여 그 비중 값으로 하였다. 그에 따른 겔의 부피측정은 100ml 메스실린더에 25ml 조체용해액로 부터 만들어진 겔을 넣고 물을 부어 100ml 눈금 까지 채워 부피를 측정하였다.

6) 조직학적 관찰 : 건미역 잎과 줄기 및 다시마 잎의 관찰은 얇은 면도날을 사용하여 많은 수의 절편을 만들고 슬라이드글라스 위에서 수회 세척, 건조하여 표본을 만들었다. 건미역 잎과 건다시마 잎의 열수침지 후 관찰은 슬라이드글라스 상에 수화한 절편 0.3g에 대해 65°C의 열수 0.3ml를 혼합한후 petri dish 에 넣고, 뚜껑을 덮어 65°C 항온기에서 1 시간 동안 유지한 것을 표본으로 하였다. 건미역 잎과 건다시마 잎의 용해 후 관찰은 슬라이드글라스 상에 수화한 절편 0.3g에 대해 1%  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  용액 0.3ml를 각 절편에 혼합한 후 petri dish 속 에 넣고 뚜껑을 덮어 65°C 항온기에서 1 시간 동안 유지한 다음 건조한 것을 표본으로 하여 염색 검경하였다. 겔화된 목의 관찰은 슬라이드글라스 상에 조체용해액 0.3ml를 얇게 도포한 뒤 그 위에 1%  $\text{CaCl}_2$  용액 0.9ml를 가지고 덮어 씌워 petri dish 안에 넣어 24시간 동안 실온에서 겔화한 것을 시료로 하였다. 각 시료의 염색은 정 등(1981)에 준하고 광학현미경에 의하여 배율 600 또는 1,500배

에서 검경하였다.

#### (4) 목의 저장성 및 품질 측정

조체목과 두유혼합목을 제조하고 저장 중 물성변화를 조사하기 위하여 저장 온도는 상온(32℃), 실온(18℃), 저온(3℃)에서 비교하였다. 저장은 실온에서 겔화된 목 20g씩을 멸균한 각 광구시험병에 넣고 멸균한 증류수 400ml를 부어 마개를 한 다음 각 온도에서 보관하면서 3일, 8일, 15일 동안 저장한 것을 시험하여 이화학적인 변화 및 생균수를 측정하였다.

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

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

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

희석수는  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  3.4g을 증류수 50 ml 에 용해한 다음 1M NaOH를 가하여 pH 7.2 로 보정한 후 총량이 100 ml 가 되도록 증류수를 가한 것을 원액으로 하고

이원액 1.25ml에 증류수 1000ml를 가한 인산완충액을 멸균하여 시료희석액으로 하였다.

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

생균수 측정은 균질화한 시료를 10배 단계로 희석하여 1 ml 씩 멸균한 petri dish에 넣고 표준천평판배지 15ml를 가해 혼합한후 37℃에서 24-48시간 배양하는 혼탁평판배양법을 이용하였으며 그 결과는 g당으로 나타냈다.

4) 색도측정 : 목을 일정한 크기(20x20x10mm)로 자른 다음 색차계(Color difference meter : Tokyo denshoku co. LTD)를 사용하여 시료표면과 단면의 색조에 대한 L값(명도), a값(적색도), b(황색도) 및 DE(색차)를 3회씩 측정하여 평균표준편차로 나타냈다.



5) 관능시험 : 휘어짐성, 견고성, 응집성, 설탕, 투명도, 냄새와 맛을 향목 척도의 단점이 보완된 정량적모사분석(QDA)방법(Stone 등, 1974)을 택하였다. 같은 재료와 조건하에서 만든 목을 가지고 1종 과오범할 확률(유의수준)을 검정하였고 완전 임의 배열법에 의해 평가를 시행하였다. 관능요원을 훈련된 대학생 6인으로 구성하여 각기 느껴지는 정도를 150mm 직선상의 관능값을 Fig. 6의 관능시험지에 비교, 표시케 하였다. 표시된 눈금은 자를 사용하여 환산하였으며 4회 반복한 길이의 값을 산술평균한 후 다시 6인의 관능값을 평균하여 그 결과로 나타난 길이를 거미줄 그래프로 도시하여 비교 하였다.



\*. 정량적 묘사 분석( Quantitative Descriptive Analysis : QDA )

- 0. 휘어짐성 : 목을 손으로 접었을때 끊어지지 않고 버티는 정도
- 0. 견고성 : 목을 이로 깨물때 드는 힘의 정도
- 0. 응집성 : 혀로 입천정에 대고 눌렀을때 흩어지지 않고 남아 있는 정도
- 0. 섶택 : 백색 사기그릇에 담긴 목의 색 정도
- 0. 투명도 : 유리면 위에서 비춰진 목의 투명도
- 0. 냄새 : 목을 씹고 난 후에 느껴지는 냄새
- 0. 맛

---

Name	Age	Date
------	-----	------

You have been given coded samples of Muks. Please mark for each sample at the point which best describes your evaluation of the following properties.

① Bend property

\_\_\_\_\_

very weak very strong

② Firmness

\_\_\_\_\_

very soft very firm

③ Cohesiveness

\_\_\_\_\_

very weak very strong

④ Color

\_\_\_\_\_

worst best

⑤ Clarity

\_\_\_\_\_

very opaque very clear

⑥ Flavor

\_\_\_\_\_

worst best

⑦ Taste

\_\_\_\_\_

worst best

---

**Fig. 4. Questionnaire for QDA.**

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 재료의 성분조성

##### (1) 일반성분

건조한 미역과 다시마, 냉동미역과 다시마, 두유, 분리대두단백질의 일반성분과 칼슘 및 인의 함량은 Table 1과 같다.

**Table 1. Chemical composition of sea mustards and sea tangles**  
(per 100g edible portion)

Materials	Moisture (%)	Crude protein (g)	Crude fat (g)	Carbohydrate		Crude ash (g)	Calcium (mg)	Phosphorous (mg)
				Non fibrous (g)	Crude fiber (g)			
Sea mustard								
Dry	17.23	15.31	1.21	25.63	6.13	32.03	775.72	200.15
Frozen	88.50	1.17	0.11	1.54	2.55	2.56	69.05	21.79
Sea tangle								
Dry	14.46	6.63	0.58	42.80	4.84	27.81	325.88	182.71
Frozen	83.89	1.86	0.19	5.64	0.80	1.84	116.16	33.44
Soy milk	96.19	1.55	0.85	1.08	0.06	0.27	13.10	12.04
Soy protein isolate	7.21	74.67	0.35	8.20	5.18	4.39	75.30	0.07

건미역과 건다시마에서 수분함량은 17.23과 14.46%로 김 등(1888)이 보고한 각기 10.1, 11.9%와는 약간 차이가 있으나 이는 건재료의 건조상태의 차이로 보아진다. 건미역 중의 조단백질 함량은 15.31로 岩崎(1986)가 보고한 12.7% 보다는 약간 높았다. 탄수화물에서는 건미역(31.76g)과 냉동미역(4.09g)의 함량 보다 건

다시마(47.64g)와 냉동다시마(6.44g)의 함량이 더 많았다. 회분함량은 건재료에서 각기 32.03g과 27.81g, 냉동 재료에서 2.56g과 1.84g으로 큰 차이를 보였다. 일본산 미역과 다시마 상호간의 함량차(Black, 1958)는 미역이 다시마에 비해 단백질, 지질, 조섬유가 많았고, 전당과 회분에서 적었다고 보고하였으나 완도산 미역과 다시마와는 그 결과와 다소 차이가 있었다. 미역종의 갈슘 함량은 岩崎(1986)의 연구에서 보고한 960mg 보다 적은 함량 775mg을 건재료에서 나타냈고, 냉동재료에서는 69.05mg로 낮은 함량을 보였다. 부원료로 사용한 두유는 수분함량이 96.19%으로 높은 수치를 보였으며 조단백질 함량은 1.55g을 함유하고 있었다. 분리대두단백질의 수분함량은 7.21%, 조단백질이 74.67g이었다. 일반적으로 분리대두단백질은 조단백질함량이 90%이상이어야 하는데 그 보다는 함량이 상당히 낮은 농축대두단백질에 해당하였다.

## (2) 식이섬유

각 재료들의 알긴산과 각종 식이섬유 함량은 Table 2와 같다.

**Table 2. Alginic acid and dietary fibers of sea mustards and sea tangles**

(% , dry basis)

Seaweeds	Alginic acid	Dietary fiber				
		NDF	ADF	Lignin	Cellulose	Hemicellulose
Sea mustard						
Dry	29.03	14.64	31.27	4.97	26.30	6.13
Frozen	23.58	9.43	23.42	3.84	19.58	2.55
Sea tangle						
Dry	32.46	16.72	33.54	5.86	27.68	4.84
Frozen	22.47	11.48	21.91	4.08	17.83	0.80

NDF : Neutral detergent fiber, ADF : Acid detergent fiber.

알긴산함량은 건재료에서 29-32%정도, 동결원조에서도 22-23%로 꽤 높은 값을 나타내어 성인병예방 등 건강보조식품으로서 기대된다. 건재료 중 미역이 29.03% 다시마가 32.46%로 다시마에서 3.4%정도 더 많았다. 西澤(1988)의 보고에 의하면 생미역에서 건중량으로 25.5% 알긴산 함량을 나타냈고, 생다시마에서 19.8%를 보였는데 본 연구의 냉동재료 중 미역에서는 23.58%, 다시마에서는 22.47%를 나타내 일본산에 비해 큰 차이를 보이지 않았다. 한편 김과 박 등(1975)이 미역 중 알긴산 함량은 약 27%였다고 한 것에 비해 3.5%정도 적었으며, 다시마 일종인 *Laminaria religiosa*의 24.5%에 비하면 2% 정도 적었다. 이는 원조의 종류, 채취 시기, 서식장소 등에 따른 차이로 보아진다(Craddock과 Morr, 1988). NDF는 건다시마 재료에서 2.1%정도 더 많았는데 岩崎(1986)의 보고에서 NDF가 미역에서 5.4%, 다시마류는 약 9%라고 한 것과 본 연구의 냉동미역재료와 냉동다시마의 9.43%와 11.48%와는 차이가 있는데 이는 재료 간의 성분차이 때문으로 생각된다. 또한 NDF정량법에는 녹엽체류, 근체류, 산체류 등에 알맞으나 별도로 해조류에서는 비소화성의 다당류 일부를 NDF시약이 용해하기 때문에 ADF함량에 알긴산 함량이 유입되어 각각 31.27%, 33.54%를 나타낸 것으로 추정한다(주 등, 1989). 또한 냉동미역과 냉동다시마는 건재료에 비해 상당히 낮은 함량을 보였고, lignin함량은 각 재료에서 3.84-5.86%를 보였다. Cellulose함량은 각각 26.30%, 27.68%를 나타냈다.

## 2. 조체묵 제조를 위한 최적조건

### (1) 수율

마쇄한 조체를 가열없이 알칼리 처리하지 않은 것과 65℃에서 1%  $K_2HPO_4$ 로 용해된 조체를 60mesh 체 위에서 여과한 뒤에 얻어진 여액의 수율, 겔 수율, 그리고 겔강도는 Table 3과 같다.

여액수율은 무처리구에서는 54.1%, 가열과  $K_2HPO_4$  처리구에서는 88.3%로 큰 차이를 보였는데 이는 조체의 세포막 주위에 존재하는 알긴산이 알칼리에 용해되므로 큰 섬유질은 체위에 걸러지고 미세한 입자의 조체용해액으로 여과되어 여과수율이 높았다고 생각된다. 무처리구의 여액은 마쇄입자에 포함된 알긴산이 용해되지 않은 큰 입자상태이므로 60mesh 체를 통과하지 못하여 수율이 적은 것으로 생각된다. 처리한 것과 처리하지 않은 똑같은 무게의 조체용해액을 가지고 만들어진 겔형성 수율은 87.5% 정도로 유사하였으나 겔강도는 무처리구에서  $100g/cm^2$  이하인데 비하여 처리구는  $500g/cm^2$ 로 큰 차이를 보였다. 알긴산의 추출용해 정도가 겔형성능의 주요 관건이라고 생각된다.

**Table 3. Gel strength and yields of filtration and gelation of sea mustard with or without heating and 1%  $K_2HPO_4$  solution**

	Filtration yield (%, v/v)*	Gelation yield (%, w/w)**	G.S ( $g/cm^2$ )**
Treatment	88.3	87.5	500
Untreatment	54.1	87.5	<100

\* : Filtration with 60mesh sieve. \*\* : After gelation without filtration of solubilized seaweed.

## (2) 용해제

적절한 용해조건을 찾기 위하여 미역마쇄액을 여러종류의 1% 알칼리성 용액으로 처리하여 그 조체용해능을 시험한 결과는 Table 4와 같다.

용해된 조체액의 pH는  $K_2HPO_4$ 에 의한 것이 7.40으로 가장 낮았으며, NaOH에 의한 것은 11.94로 가장 높았다. 점도는  $Na_2SO_3$ 와  $NaHCO_3$ 에 의한 것이 가장 높아서 380cP였고 NaOH로 처리한 것은 42cP로 가장 낮았다. 그러나 이들 조체용액을  $CaCl_2$ 로 겔화한 목의 겔강도는 조체용해목의 점도와는 일정한 관계없이  $K_2HPO_4$ 에

의한 것이 가장 높은 500g/cm<sup>2</sup>로 다른 알칼리 처리구에 비해 큰 값을 나타내어 CaCl<sub>2</sub>에 의하여 겔화가 잘 일어나는 것으로 나타났다. 갈조류는 알긴산, 헤미셀룰로오스 등으로 세포벽 및 세포간 물질로 되어 있어서 알칼리에 용해되고 조체가 붕괴될 수 있으나 알칼리 종류 및 농도에 따라 달라질 수 있다. NaOH를 사용한 조체용해액은 특히 다른 것에 비해 점도 42cP, 겔강도 190g/cm<sup>2</sup>로 낮았는데 이는 알긴산이 강알칼리에 의하여 해중합이 일어난 결과로 생각된다(양, 1975). Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>와 NaHCO<sub>3</sub> 용액에 의하여 만들어진 조체용해액의 점도는 380cp로 가장 높았으나 겔화 후 겔강도는 100g/cm<sup>2</sup> 이하로 감소되었는데 이는 SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 및 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>에 따른 겔화지연 또는 방해 등으로 생각된다. 그 중에서도 겔강도가 가장 크게 나타난 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>는 연제품 등의 탄력보강제, 착염형성제 등의 식품첨가물로도 이미 많이 사용되고 있어(Ruth와 Brown, 1984) 식품에 잔존하더라도 안정성 면에서 우수하므로 해조류 제조용 조체용해제로는 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 용액이 적당한 것으로 생각된다.

**Table 4. Effects of various alkaline on the solubilization of mashed sea mustard(1x)**

	NaOH	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
pH of SS	11.94	8.03	10.03	7.80	7.51	7.40
Viscosity of SS(cP)	42	380	160	380	185	175
G.S of gel(g/cm <sup>2</sup> )	190	<100	340	<100	450	500

SS : Solubilized seaweed.

### (3) K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>의 최적농도

마쇄한 조체에 여러가지 농도의 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>를 1:1(v/v)비율로 첨가하여 용해된 조체액(조체용해액)에 대한 pH, 점도와 이 조체용액을 1% CaCl<sub>2</sub>로 겔화한 목의 수율

및 겔강도는 Table 5와 같다.

용해된 조체액의 pH는 6.92 - 7.58로 각기 중성부근을 띠고 있었으며 점도는 170 - 175cP로서 알긴산을 용해하였는데도 알칼리로 처리전 마쇄된 조체액의 조정된 점도 930cP인 것에 비하여 점도가 떨어지는 것은 차 등(1988)의 보고와 같이  $K_2HPO_4$  용액의 첨가로 인한 희석효과가 점도에 영향을 미친 때문으로 생각된다. 또한  $K_2HPO_4$ 의 농도를 0.1%에서 1.0% 까지 증가시킴에 따라 점도도 증가했으나 그 이상에서는 감소하였다. 김과 정(1984)은 0 - 2.0%  $Na_2CO_3$ 로 알긴산을 추출한 결과 농도에 따라 그 수율은 증가하나 1.5% 이상에서는 수율이 낮아진다고 보고하였고, 또한 양(1975)도 알긴산에 관한 연구에서 0.2 - 0.8% 범위의  $Na_2CO_3$ 의 농도에서는 추출수율이 증가한다고 하였는데 본 결과와 이들과는 유사한 경향이였다. 한편 Hernan 등(1977)도 *Macrocystis pyrifera*로 부터 manitol과 알긴산의 추출향상을 위한 연구에서  $Na_2CO_3$  농도를 1 - 4%까지 증가 시키면서 실온과 60 °C에서 가열했을때  $Na_2CO_3$ 의 농도가 높아짐에 따라 알긴산 함량이 현격히 증가함을 보고한 바 있다.



**Table 5. Effect of  $K_2HPO_4$  concentration on gelation and solubilization of mashed sea mustard**

$K_2HPO_4$ conc. (%)	pH of SS*	Viscosity (cP)*	Yield of gel**(%)	G·S of gel**(g/cm <sup>2</sup> )
Untreatment	7.20	930	87.5	<100
0.1	6.92	145	83.6	<100
0.5	7.28	148	80.4	200
0.7	7.33	150	79.4	350
1.0	7.40	175	87.5	500
1.5	7.52	134	87.8	600
2.0	7.58	120	90.2	650

\* : After heating for 1hr at 65°C, \*\* : After gelation without filtration of solubilized seaweed, SS : Solubilized seaweed.



따라서 미역마쇄액을 용해하기 위한 적당한  $K_2HPO_4$  농도는 1% 정도가  $K_2HPO_4$  첨가량도 줄이면서 목을 만들 수 있는 조체용해액을 만드는데 적당하였다. 1.0% 농도에서 점도는 175cP로 최고 값을 나타내었으며, 겔강도는  $500g/cm^2$ 로 우무의 겔강도  $500 - 650g/cm^2$ 와 비슷하였고, 일반전분목의 겔강도  $200 - 300g/cm^2$  보다는 월등히 높았다.

#### (4) 1% $K_2HPO_4$ 용액의 첨가량

미역마쇄액을 용해하기 위한 1%  $K_2HPO_4$  용액의 첨가량이 많아지면 점도가 떨어지고 겔강도가 감소하므로 최적첨가량을 밝히기 위해 조체의 마쇄액에 대한 1%  $K_2HPO_4$  용액의 첨가량을 검토한 결과는 Fig 5와 같다. 0.1 - 2.5 배 까지 혼합한 후 겔화한 목의 겔강도는 1.0배에서  $500g/cm^2$ 로 최고 값을 보이다가 그 이후 점차 감소하여 2.5배에서는  $200g/cm^2$ 를 나타내었다. 0.7배까지는 조체를 용해할 수 있는 알칼리 량이 부족한 것이 원인이고 1.2 배에서 2.5배까지는 물의 량이 많아져 희석효과에 의하여 겔강도가 점점 감소한 것으로 생각된다.



#### (5) 가열시간과 온도

조체의 용해를 위하여 1%  $K_2HPO_4$  용액을 첨가한 후 가열시간 및 온도에 따른 물성을 측정한 결과는 Table 6과 같다.

2시간 가열한 것이 1시간 가열한 것에 비하여 점도가 5 - 20cP 정도 높았으나 겔강도는 온도에 따른 큰 차이 없이 1시간 가열과 2시간 가열은 큰 의미를 주지 않았다. 양(1975)의 알긴산에 관한 연구에서  $Na_2CO_3$ 를 이용한 조체 붕괴 중  $60^\circ C$ 에서  $80^\circ C$ 까지는 온도상승에 따라 점도가 증가하였고  $80^\circ C$  이상에서는 점도가 하강한다고 보고한 것과 같이 본 연구에서  $95^\circ C$ 와  $65^\circ C$  가열을 비교하면  $95^\circ C$ 가열

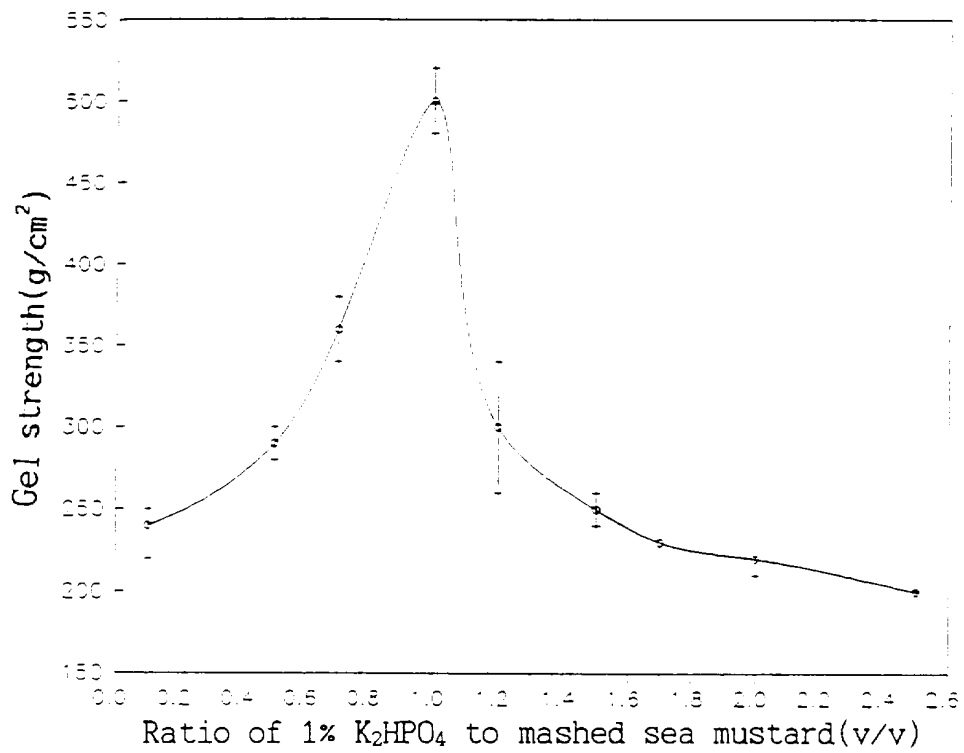


Fig. 5. Gel strength of gel VS. mixing ratio of 1% K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> solution to mashed sea mustard.

이 65℃가열 보다 점도가 전반적으로 낮은 경향이었으며, 겔강도도 500 - 550g/cm<sup>2</sup>로 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 일단 용해된 알긴산은 나머지의 조체에 결합된 알긴산이 용해하는 동안 계속적으로 가수분해되기 때문에 점도가 하강한 원인으로 보인다. 따라서 목제품 내에 잔류하여 제품변질을 초래할 세균들의 살균효과를 감안하고, 비타민과 같은 영양소 파괴를 최소화하기 위해 65℃에서의 가열이 조체용해에 바람직한 것으로 생각된다.

**Table 6. Effect of heating temperature and time on solubilization of mashed sea mustard by 1x K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> solution**

	Heating for 1 hr		Heating for 2hrs	
	65℃	95℃	65℃	95℃
Viscosity(cP)	175	105	180	125
G.S(g/cm <sup>2</sup> )*	500	550	550	550
Yield(%)*	87.5	99.0	82.4	90.2

※: After gelation without filtration of solubilized seaweed.



#### (6) 조체용해액의 여과

용해한 조체용해액과 겔화한 목제품은 거친 섬유질과 표층물질들로 인하여 좋지 않은 촉감을 주므로 여과하여 이들을 제거할 필요가 있다. 따라서 조체용해액을 여러종류의 체를 통해 여과하여 점도, 용해액에 대한 겔의 수율, 겔강도 및 비중을 측정한 결과는 Table 7과 같다.

여과를 하는 중 용해액 중의 미역의 표층물질들, 거친 섬유질 등으로 보이는 물질이 체 위에 많이 걸러진 여액일수록 점도는 낮고 겔강도와 비중은 높았는데 표층 세포와 거친 섬유질 등으로 보이는 것들이 여액에 비해 수분함량이 적어 점도는 높고, 그들이 많이 걸러진 여액일수록 알긴산이 조체 내에 많았으므로 그의

보수성으로 인하여 겔강도가 높아진 것으로 생각된다. 많은 량의 용해액을 여과할 때 감압을 이용함으로써 감압과 그에 따른 여과용액의 상태, 알긴산의 점성으로 인한 자연여과의 난점을 고려하면 60mesh체가 적절하였다. 이 조건에서의 겔 수율은 87.5%, 겔강도는  $800\text{g}/\text{cm}^2$ 로 비교적 높았다.

**Table 7. Viscosity of solubilized seaweed and gel strength and yield of gel prepared by different size of sieve for filtration of solubilized sea mustard**

Mesh	Viscosity (cP)	Gel strength ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )	Yield (%)	Specific gravity
0	175	500	87.5	1.10
35	173	660	89.1	1.19
60	171	800	87.5	1.29
230	168	840	84.7	1.38

#### (7) $\text{CaCl}_2$ 의 농도 및 침지량

알긴산의 겔화에는 일반적으로  $\text{CaCl}_2$ 이 가장 강하고 신속하게 겔을 형성하는 것으로 알려져 있다(鈴木, 1968). 조체용해액에 대한  $\text{CaCl}_2$ 용액의 농도에 따른 겔화한 목의 겔강도는 Fig 6과 같다. 0.1%  $\text{CaCl}_2$ 용액 내에서 겔강도는  $530\text{g}/\text{cm}^2$ 이었으나  $\text{CaCl}_2$  농도가 높아짐에 따라 겔강도도 증가하여 1.0% 농도에서는  $800\text{g}/\text{cm}^2$ 를 나타내어 시판우무의 겔강도  $550 - 650\text{g}/\text{cm}^2$  보다 높았다. 겔화하기 위한 염의 농도가 1% 이상이면 염이 겔 내부에 많이 잔존하여 쓴맛이 생기기 쉬우므로 (Sime, 1982) 되도록 낮은 농도를 고려하여 1%가 적절한 농도였다. 조체용해액의 적절한 겔화를 위한 1%  $\text{CaCl}_2$ 용액 침지량을 설정하기 위해 용해된 조체에 대한 1%  $\text{CaCl}_2$ 의 침지비율로 부터 겔강도의 변화를 나타낸 것은 Fig. 7과 같다. 0.5 배에서 겔강도  $150\text{g}/\text{cm}^2$  이었던 것이 2배 농도에서  $560\text{g}/\text{cm}^2$ 으로 상승하였고 3배량에서  $800\text{g}/\text{cm}^2$ , 4배량에서  $860\text{g}/\text{cm}^2$ 로 나타났는데 최소의 응고액량을 가지고 최대의

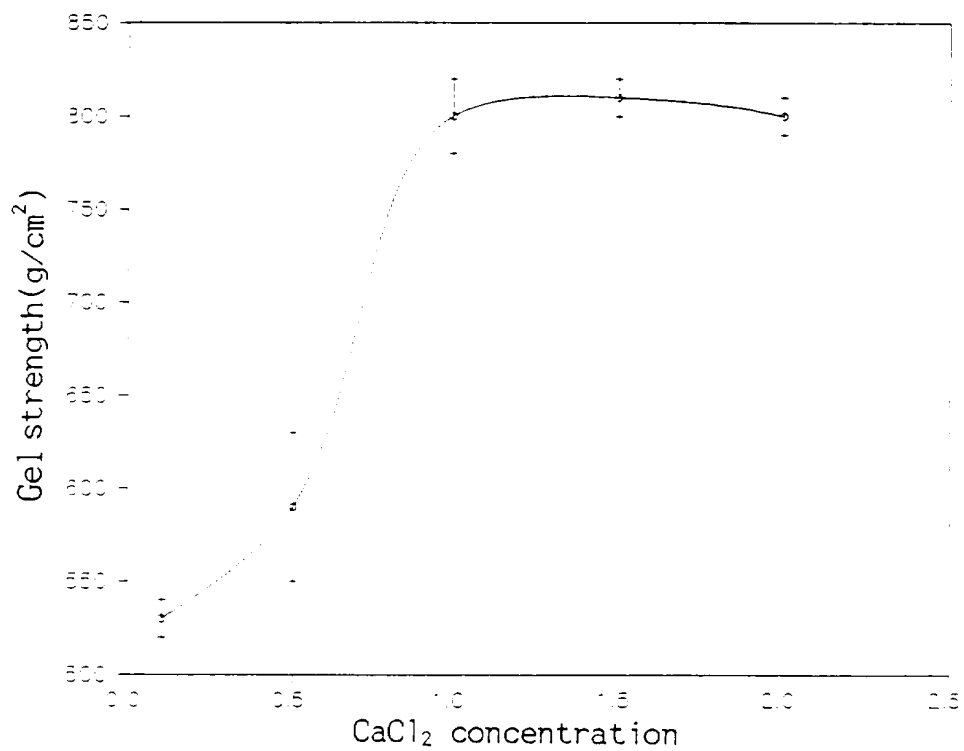


Fig. 6. Gel strength of sea mustard Muk prepared with different concentration of CaCl<sub>2</sub> solution.

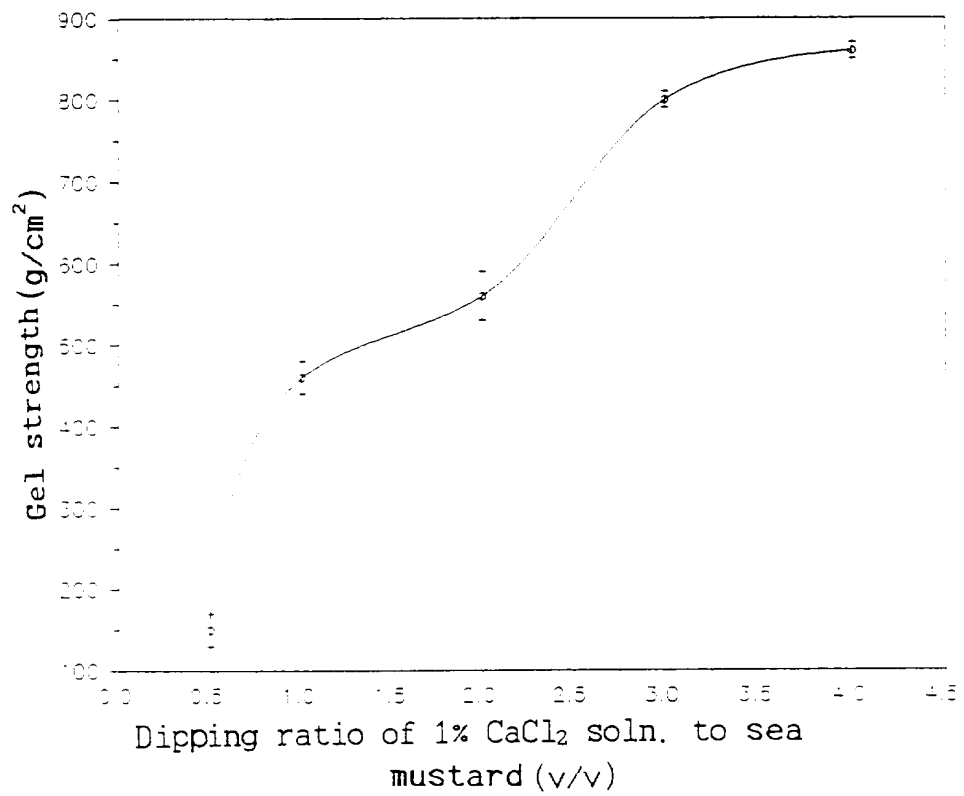


Fig. 7. Gel strength of sea mustard Muk as dipping ratio of 1% CaCl<sub>2</sub> solution to solubilized sea mustard.

겔강도 효과를 고려하면 3배량이 적당한 것으로 생각되었다.

### (8) $\text{Ca}^{++}$ 침투길이

조체겔화가 완성되는 시간 및 겔화용기의 두께를 설정하기 위하여 조체용해액에 대한 1%  $\text{CaCl}_2$ 용액의 침지시간에 따른  $\text{Ca}^{++}$ 의 조체 용해액내에 침투한 길이를 측정된 결과는 Fig. 8과 같다.

$\text{Ca}^{++}$ 은 30분 이후 부터 서서히 침투하여 24시간에는 19mm, 48시간 까지는 25mm 까지 침투하였으나 시간이 경과함에 따라 증가폭은 감소하는 경향을 나타내었다. 한편 실제 겔 중심부는 회색부분이 시야에 보이지 않았지만 메스실린더로 부터 겔을 분리했을 때 10mm 정도 더 깊은 침투길이를 나타내었는데 이는 메스실린더면을 따라  $\text{Ca}^{++}$ 이 침투하는 것 만이 아니고 주위로 부터도 확산침투되는 때문인 것으로 생각된다(田淵, 1980). 이는 조체 용해액을 겔화시켜 목제품을 만들때 목 두께 설정 및 목성형 용기설계에 있어서 기초 자료를 제시할 수 있을 것으로 생각된다. Turhico(1967)는 0.1% Na-alginate를 겔화하기 위하여 1% Ca-acetate를 사용하였을 때  $\text{Ca}^{++}$ 은 10분 이내에 급속히 침투하였다고 보고한 바 있는데 본 실험 결과와  $\text{Ca}^{++}$ 의 침투시간에 차이가 있는 것은 겔화에 있어 조체용해액과 알긴산의 차이, M/G비율,  $\text{Ca}^{++}$  응고체계와 pH에 의한 응고체계의 차이에서 비롯된 것으로 추정된다. 이 결과로 미루어 본 실험에 사용된 PE box에서 목성형을 위해서는 24시간 정도가 적당하였다.

### (9) 조체용해액의 희석

조체용해액과 겔내에 함유된 수분이 그 희석된 조체용해액의 점도, 겔화한 목의 겔강도, 조체용해액에 대한 겔의 수율에 미치는 영향을 알기위해 용해된 조체액에 대하여 증류수로 1.1 - 2배 까지 희석하였을 때의 점도, 겔수율 및 겔강

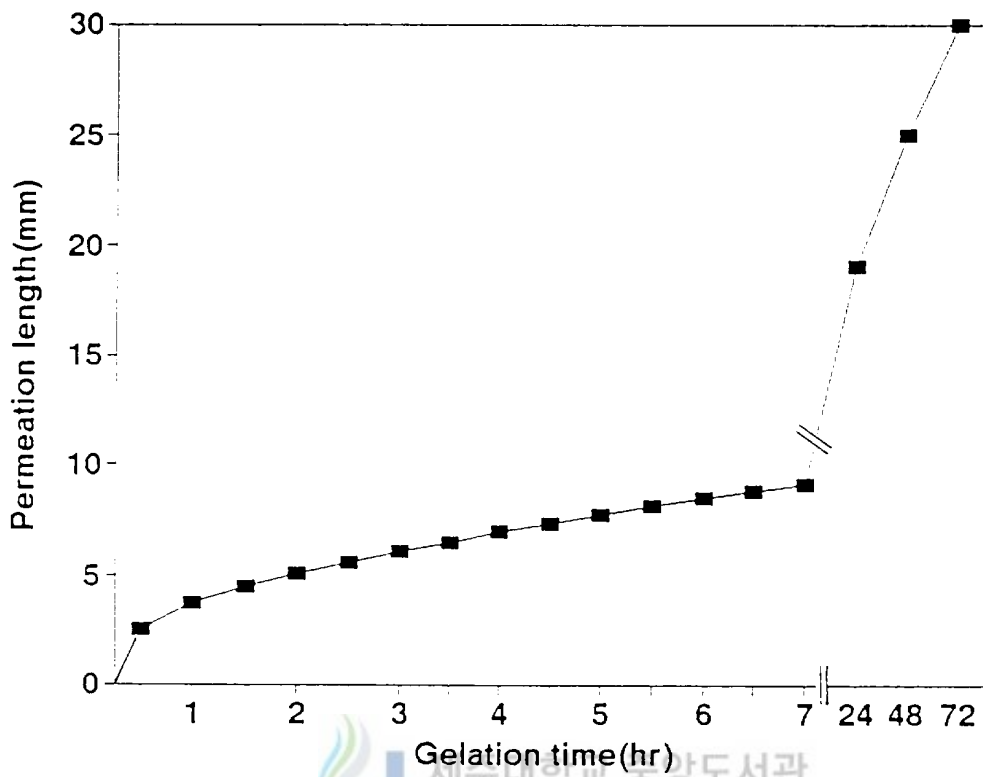


Fig. 8. Change of  $\text{Ca}^{++}$  permeation length in solubilized sea mustard during gelation with 1%  $\text{CaCl}_2$  solution.



도는 Fig. 9와 같다. 희석전 값을 100%로 정하였을 때 점도는 1.2배까지의 희석에서는 감소가 완만하였으나 1.3배와 1.4배에서 급속히 감소하고, 1.5배부터는 다시 완만히 감소하였다. 그렇지만 겔강도는 2.0배 희석까지 서서히 감소하였다. 수율은 1.1배에서 20%정도 급격히 감소하였고, 그후로 완만한 감소를 보였다. 수율감소는 겔화하는 동안  $\text{CaCl}_2$  용액에 의하여 조체에 함유된 수분이 이탈한 때문인 것으로 보이며, 점도가 희석배수 1.3배까지는 크게 감소하지 않은 것은 조체용해액 자체가 점도에 크게 영향을 미친 것으로, 그리고 이후 점도가 크게 감소한 것은 조체용해액보다 희석되는 물의 영향이 더 큰 때문인 것으로 추정된다. 그 수분이탈로 인한 제품크기의 축소 때문에 제품외형을 고려하여 적절한 수분함량이 존재하여야 할 것으로 판단된다.

#### (10) 다시마묵의 제조

미역에서 얻어진 묵제조 조건을 이용하여 성분조성이 미역과 유사한 갈조류인 다시마를 가지고 묵을 제조한 결과는 Table 8과 같다.

Table 8. Quality of sea tangle Muk

Mesh of sieve	Viscosity (cP)	Gel strength of gel ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )	Yield of gel (%)	Specific gravity of gel
60	4700	880	78.5	1.31

다시마용해액의 점도는 4,700cP로 미역에 비해 높았고, 그로부터 만들어진 묵의 겔강도는  $80\text{g}/\text{cm}^2$  높았다. 미역재료에 비해 알긴산 함량이 많은 것으로 알려진 다시마 재료로부터 얻어진 묵은 수율 78.5%로 미역에서 얻어진 수율 87.5%

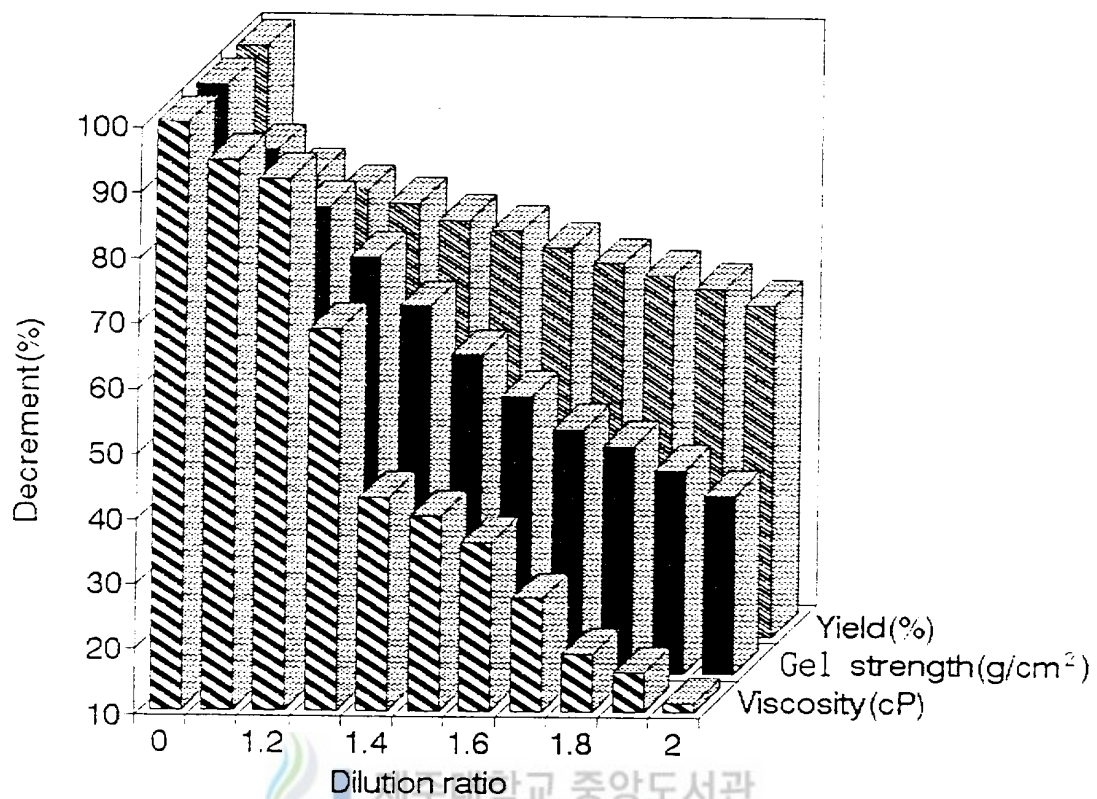


Fig. 9. Effect of dilution ratio on viscosity of solubilized sea mustard, and gel strength and yield of gel.

보다 낮았으나 비중은 1.31로 높았다. 다시마는 미역에 비해 조체 중에 상대적 알긴산 함량이 많고, 섬유질, 무기질, 비타민류 등이 적다(Table 1,2). 따라서 알긴산 분자와 분자 사이의 강한 결합으로 용해액 중의 물분자가 겔 밖으로 유출되어 수율이 낮아지고 비중이 높아진 것으로 추정된다.

조체마쇄액에 알칼리용액을 처리하여 만든 조체용해액은 마쇄한 상태에 비해 점도가 낮아졌으며, 조체용해액을 희석하면 점도가 낮아지고 겔강도도 낮아졌다. 이는 조체액에 함유된 물에 의한 작용이라고 판단된다. 겔화의 주기작은 조체액 중의 알긴산과 칼슘이온에 의한 망상구조에 의해 목을 형성하지만 조체액 중의 물의 함량이 많으면 알긴산-Ca과 망상구조가 결합한 힘이 약화되어 겔강도의 감소로 나타난다고 생각된다. 또한 조체용해액 중의 수분함량이 많고 적음에 관계 없이 겔화를 형성하는데 겔내의 알긴산 보수성에(William과 Leonard, 1929)에 관여하는 물분자 이외의 물은 겔화하는 과정에 겔 밖으로 유출되어 수율을 적게하는 것으로 생각된다. 다시마용해액의 점도가 4700cP로 미역의 11배 이상의 점도를 가짐에도 불구하고 다시마 목은 미역에 비해 겔강도의 상승폭이 크지 않았다. 이런 결과는 다시마 조체 중에는 알긴산함량이 미역에 비해 많아 그의 보수성으로 인하여 다시마목이 높은 겔강도를 보였으며, 수율이 미역목에 비해 9%나 적게 나타난 것으로 생각된다. 이런 결과는 목조직이 망상구조를 이룬 알긴산분자들 사이가 치밀하여진 까닭에 비중이 1.31로 높아진 것으로 추정된다. 다시마목은 미역목에 비해 점도, 겔강도, 비중이 높았고, 수율은 낮았는데, 이는 곧 田淵(1989)의 보고와 같이  $\text{CaCl}_2$ 수용액을 알긴산수용액에 가해질때 국부적으로 반응이 일어나 물과 겔이 분리한다고 보고하고 있어, 겔형성에는 알긴산 결합력이 주 관하고 있다는 것을 증명해 주고 있다.

### (11) 미역묵과 다시마묵의 외형

비어과묵, 60mesh체에 여과하여 만든묵, 40x30x20mm크기로 세절한 묵들의 외형을 Fig. 10과 같이 나타내었다.

25g의 조체용해액을 같은 크기의 용기에 담아  $\text{CaCl}_2$ 용액에서 겔화, 여과하여 제조한 미역묵과 다시마묵은 비어과묵에 비해 부피가 작았는데 조체내 알긴산분자들의 강한 결합으로 인한 조체용해액 중의 수분이 이탈된 것으로 보인다. 다시마묵의 색깔이 미역묵에 비해 연녹색에 가까운색을 띄고 있었으며, 여과해서 제조한 묵이 더욱 연녹색에 가까웠다. 또한 그들의 세절한 묵의 형태는 아래 그림과 같다.

## 3. 묵제조 과정 중 칼슘함량의 변화와 조직학적 변화

### (1) $\text{Ca}^{++}$ 함량의 변화

조체용해액을 1%  $\text{CaCl}_2$ 용액 내에서 겔화시간에 따라 형성된 겔 중의  $\text{Ca}^{++}$  함량의 변화는 Fig. 11과 같다.

5시간 동안 겔화에서 미역묵이 4.04mg%, 다시마묵이 2.41mg%로 큰 함량차이를 보였으며, 15시간 까지 급속히 침투확산하였고, 45시간 겔화시 까지 미역묵이 다시마묵에 비해  $\text{Ca}^{++}$ 침투확산률이 빨랐으나 그 후 부터는 다시마묵의  $\text{Ca}^{++}$ 함량이 약간 많았다. 앞에서 보고한 것과 같이 미역묵제조에서  $\text{Ca}^{++}$ 에 의한 겔화시간은 24시간이면 거의 평형에 도달하여, 충분한 겔화가 가능할 것이다.

24시간 동안 겔화된 묵을 수침하는 동안 칼슘함량의 변화는 Fig. 12와 같다. 알긴산과 결합하고 남은 여분의  $\text{Ca}^{++}$ 은 수침시 유출되며, 칼슘함량은 미

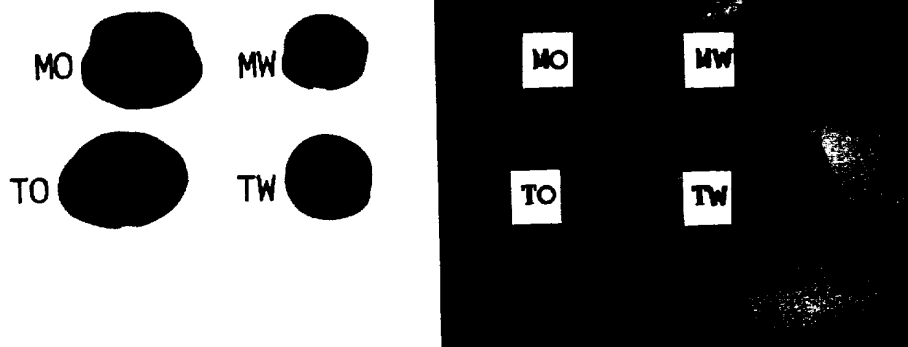


Fig. 10. Camera view of seaweed Muks.

MO : Sea mustard Muk prepared without filtration, MW : Sea mustard Muk prepared with filtration, TO : Sea tangle Muk prepared without filtration, TW : Sea tangle Muk prepared with filtration.

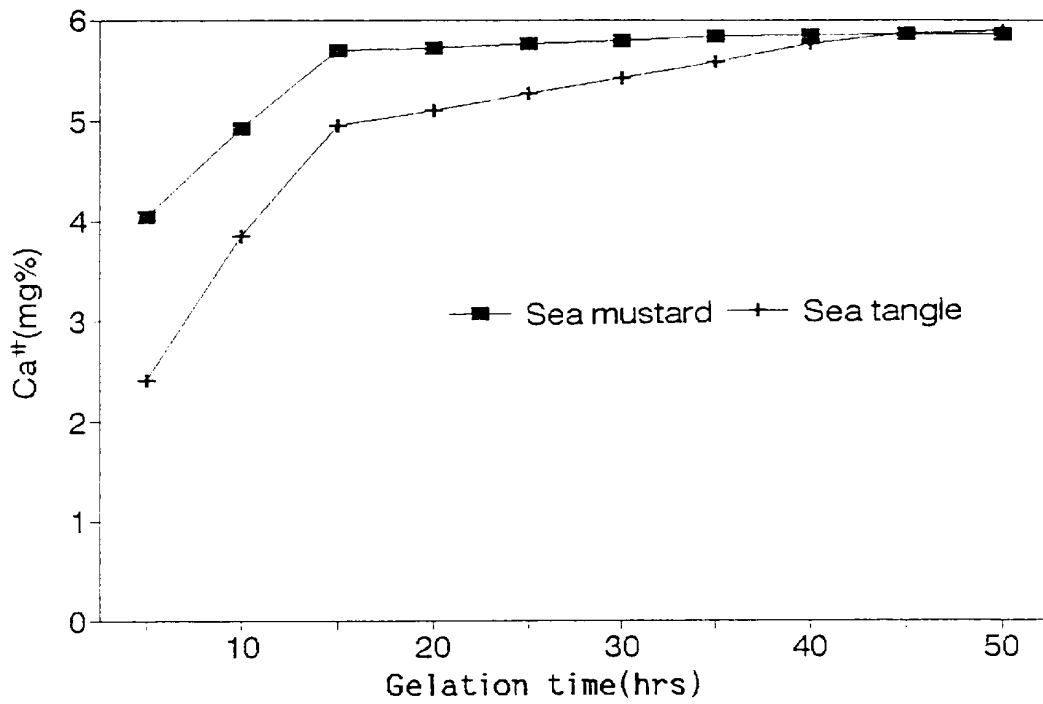


Fig. 11. Changes in calcium of seaweed Muks during gelation with 1%  $\text{CaCl}_2$  soln.

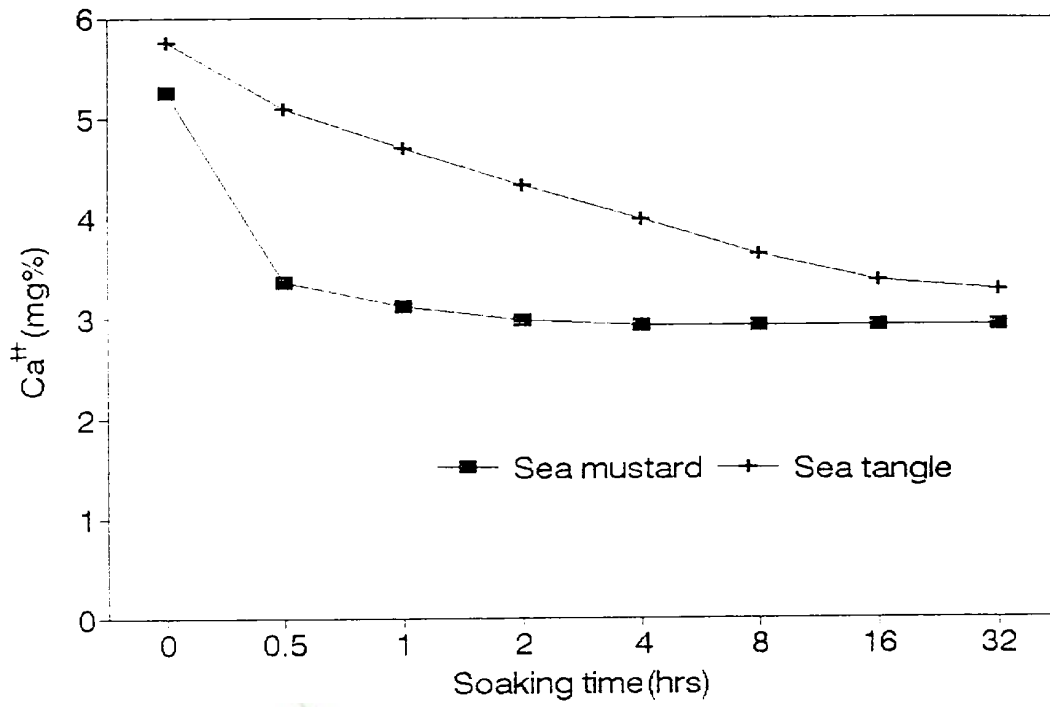


Fig. 12. Changes in calcium of seaweed Muks during soaking in deionized water.

역인 경우가 다시마 보다 유출속도가 빨랐다. 24시간 동안 겔화한 미역묵이 5.25mg% 이었으나  $\text{Ca}^{++}$  함량이 수침 0.5시간 정도에 급격히 유출되어 4시간 후에는 2.93 mg%로 많은 량의  $\text{Ca}^{++}$ 이 묵중에서 빠져나왔으며 그 후에는 변화가 적었다. 한편 다시마묵은 16시간 수침시 까지 칼슘함량이 서서히 감소하였다. 이는 미역에는 섬유질이 많고 묵조직에서 세공이 많아 여분의  $\text{Ca}^{++}$ 이 수침조에 빨리 유출되는 반면 다시마는 섬유질이 적고 알칼리 가용성 알긴산이 많아 그 묵조직이 조밀하여  $\text{Ca}^{++}$ 의 유출이 늦은 까닭으로 추정된다. 미역묵인 경우 수침시간은 4시간 정도에서 평형에 도달할 수 있으나 다시마묵인 경우는 좀더 많은 시간이 필요하였다. 이는 묵의 크기 및 수침에 사용되는 물의 량에 따라 변화될 것이다. 겔화액인 1%  $\text{CaCl}_2$  75ml에 함유된  $\text{Ca}^{++}$  량을 환산해 보면 269.19mg% 인데 반해 그 중 겔화로 소모된 량은 제품묵당 6.0mg% 이하로서 조체용해액 25ml로 환산할때 150.00 mg% 이하가 되어 약 55%에 상당한다. 이를 앞에서 보고한 0.1%  $\text{CaCl}_2$ 를 이용한 겔화 시 겔강도가  $530\text{g}/\text{cm}^2$ 이었고, 1%  $\text{CaCl}_2$ 을 이용한 겔화시  $800\text{g}/\text{cm}^2$ 의 강도를 나타낸 것과 응고조에서  $\text{Ca}^{++}$  농도를 증가함에 따라 확산률이 증가될 수 있다고 보고한 것(Sime, 1982)과 함께 고찰해 보면 겔화조의  $\text{Ca}^{++}$  농도는 용해중 알긴산-K의  $\text{K}^+$  이온과의  $\text{Ca}^{++}$  치환속도는 비례한다고 하였는데  $\text{Ca}^{++}$  치환속도가 겔강도를 강화시켜주는 요인이라고 판단되었다.

점도가 높은 조체용해액의  $\text{Ca}^{++}$  확산을 밝히고 알칼리처리하지 않은 조체, 알칼리처리하여 용해한 것, 알칼리처리하여 여과한 조체로 묵을 제조하여 그것의  $\text{Ca}^{++}$  확산정도의 차이를 알기 위해 마쇄액의 점도를 3500cP로 조정된 뒤 각 해조묵의  $\text{Ca}^{++}$  함량을 측정된 결과는 Table 10과 같다.



**Table 10. Calcium content of seaweed Muks prepared by different processing methods**

(mg%, wet basis)

	Mashing <sup>1)</sup>		Solubilizing <sup>2)</sup>		Solubilizing & filtrating <sup>3)</sup>	
	SM <sup>4)</sup>	ST <sup>4)</sup>	SM	ST	SM	ST
After gelation (24hrs)	8.53	8.39	7.83	7.93	7.88	7.99
After soaking (4hrs)	6.69	6.85	7.50	7.61	7.57	7.73

1) Mashed seaweed(3500cP) → gelation, 2) Mashed seaweed(3500cP) → solubilization(65°C, 1hr, 1%K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) → gelation, 3) Mashed seaweed(3500cP) → solubilization → filtration(60mesh) → gelation, 4) SM : Sea mustard, ST : Sea tangle.

알칼리처리로 용해하여 만든 조체묵은 낮은 점도 930cP의 마쇄액(Fig. 10) 에서 보다는 약 2.0 - 3.0mg% 정도의 더 많은 Ca<sup>++</sup>량을 보였다. 이는 田淵(1980)이 보고한 알긴산-Na 농도에 따른 Ca<sup>++</sup> 확산치환률은 낮은 점도에서 보다는 높은 점도에서 치환률이 높았던 결과와 같은 경향이였다. 마쇄액묵이 알칼리 용해한 조체묵 보다 높은 확산치환량을 나타낸 것은 용해된 조체묵은 겔화 조직이 치밀하지 못하며 세공이 많아서 Ca<sup>++</sup>과 먼저 접하는 표면 부분이 겔화되어 Ca<sup>++</sup>이 내부로 침투 확산하는 길을 막는 결과를 나타낸다. 그러나 마쇄액묵은 표면 부분이 겔화되어도 Ca<sup>++</sup>의 빠른 내부 확산으로 이루어진다. 이 결과는 수침한 경우에도 비슷하여서 수침조에 여분의 Ca<sup>++</sup>이 유출되는 함량이 마쇄액묵이 많았다. 그 중 다시마 마쇄액묵 보다는 미역 마쇄액묵이 약 1.84mg% 로 가장 많았으며, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>처리로 용해한 조체묵과 그의 처리한 것을 여과하여 만든 묵의 Ca<sup>++</sup>량의 차는 그리 크지 않았다. 수침 4시간 후에서 미역묵이 다시마묵에 비해 많은 Ca<sup>++</sup> 유출량을 나타냈으며 여과묵에서도 같은

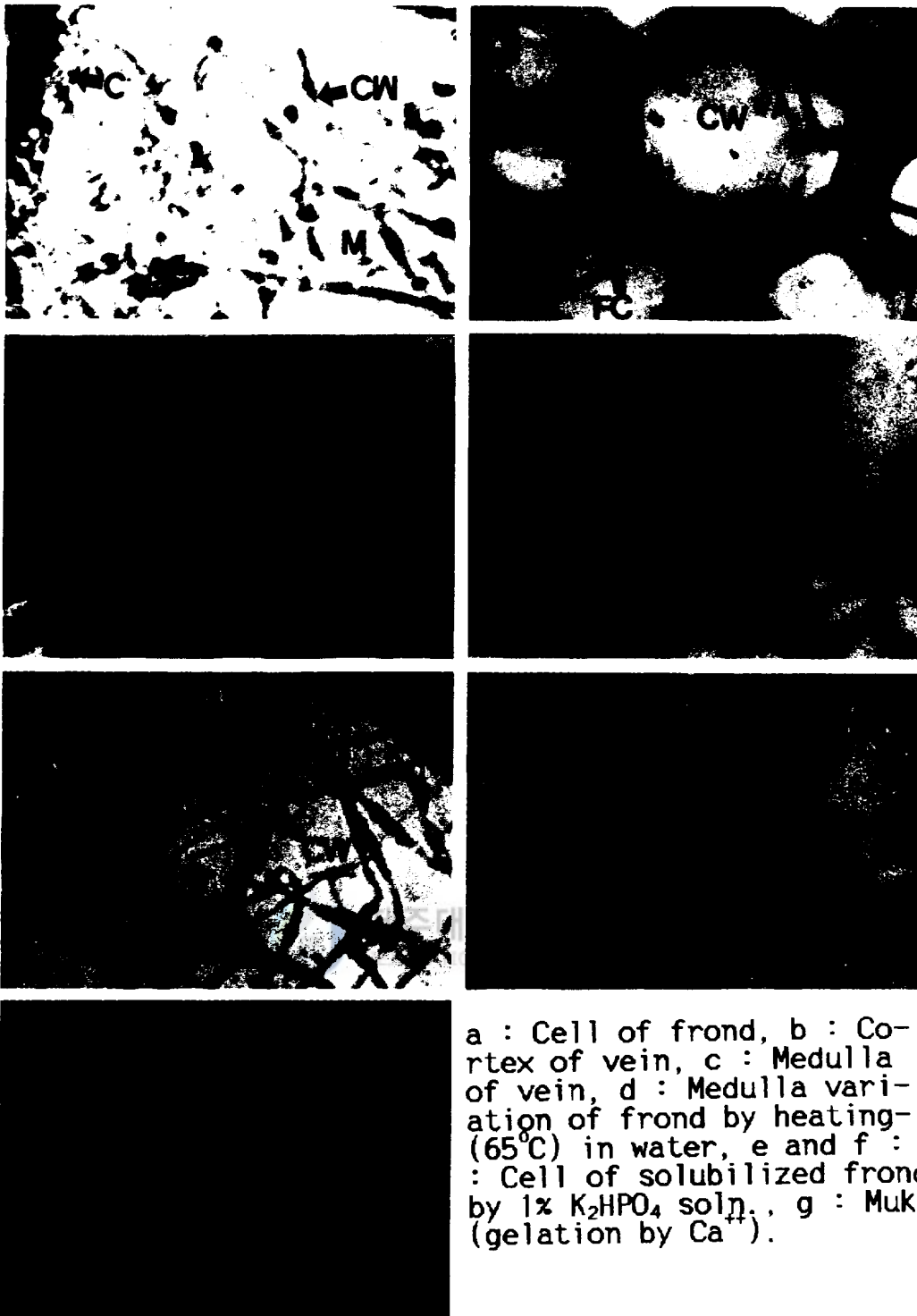
경향이였다. 마쇄액의 낮은 점도 930cP (Fig. 11)에서 나타난 수침조에 유출한  $Ca^{++}$  보다 훨씬 적은 함량인데 이것은 앞서 고찰한 바와 같이 높은 점도에서 겔화 시 높은 알긴산 농도에  $Ca^{++}$ 의 겔화로 겔 표면의 강한 겔강도와 더욱 조밀한 표면 조직을 보여 내부에 확산 침투한  $Ca^{++}$ 의 유출이 적은 것으로 생각된다. 겔화조의 1%  $CaCl_2$ 의 재활용은 950cP 마쇄액의 점도에서 겔화시 응고조에 남은  $Ca^{++}$  함량이 약 1/2이고 3500cP 마쇄액인 경우는 1/3로  $CaCl_2$ 의 보충으로 재활용이 가능한 것으로 나타났다.

한편 성인의 1일 필요량  $Ca^{++}$ 을 800mg 기준(Ruth와 Brown, 1984)으로 할때 알칼리처리한 조체목 110g 속에 들어있는  $Ca^{++}$ 을 계산해 보면 825 - 840mg으로 1일 필요량으로는 충분한 량이다.

## (2) 목제조 과정 중 조직학적 변화

건미역과 건다시마의 원조직, 열수처리, 알카리 용해, 목제조 후 조직, 알긴산의 분포변화를 보기 위한 결과는 Fig. 13, 14와 같다. Fig. 13-a와 같이 미역잎의 구조중 피층은 큰 세포로된 유조직이며 속은 사상세포로 되어 있고 피층에 점액선이 있는게 특징(강, 1984)로 보고한 것과 유사한 구조를 나타냈으나 재료의 건조 상태로 인한 피층의 파괴인지 선명치 않았으나 속층의 연결된 세포막들은 뚜렷이 분별할 수 있었다. 또한 김과 김(1982)의 보고에서 미역잎의 표층세포와 피층세포막 부분에 강한 PAS 양성을 보였던 결과와 같은 표, 피층 다당류 분포 형태로 나타났다.

미역목 제조중 많은 함량의 미역 줄기가 혼합되어 사용되는데 미역줄기 절편의 600배 확대한 세포구조를 Fig. 13-b에 나타냈다. 페리오딘산은 두개의 인접한 hydroxyl기 사이의 C-C결합을 절단하는 한 산화제이며, 포도당에 있는 1,2-diol기는 디알데하이드기로 전환되고 카보닐기는 카복실산으로 전환



a : Cell of frond, b : Cortex of vein, c : Medulla of vein, d : Medulla variation of frond by heating- (65°C) in water, e and f : Cell of solubilized frond by 1%  $K_2HPO_4$  soln., g : Muk (gelation by  $Ca^{++}$ ).

Fig. 13. Histological views of sea mustard frond and vein during Muk processing.

CW : Cell wall, M : Medulla, A : Alginic acid, C : Cortex, E : Epidermis, FC : Filament cell, CB : Center body, CS : Cutting section, a,b,c,d, and e bar represents  $60 \mu m$ , f and g bar represents  $9.5 \mu m$ .

한다(정 등, 1981).

셀룰로오스는  $\beta$ -glucose 분자가 2,000 - 10,000개로서 그 분자량이 460,000 - 1,700,000이고, 알긴산은 uronic acid 분자가 180 - 1,100개로서 그 분자량이 32,000 - 200,000이어서 분자수가 많아 짙은 보라색을 띠는 부분이 셀룰로오스인 사상세포로 추정되고 셀룰로오스 주위 보라색을 띠는 부분이 알긴산이 주가 된 다당류가 분포하고 있는 것으로 보인다.

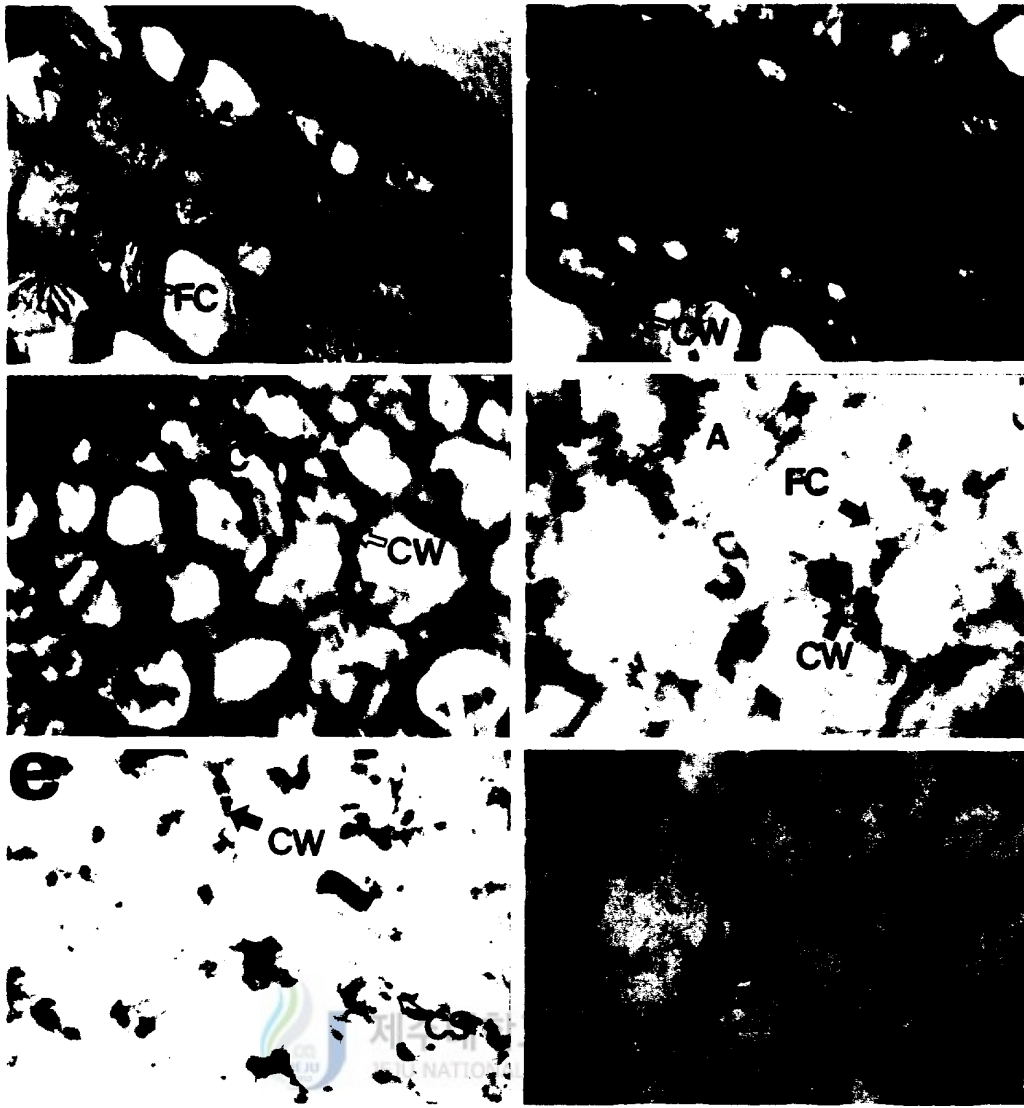
Fig. 13-c의 미역줄기 속층부위의 속층중앙체는 사상세포가 주가 되어 사이사이 드물게 알긴산이 분포하고 있었다. 65°C에서 1 시간 동안 열수용해한 미역잎의 횡단면은 Fig. 13-d과 같다. 세포막 주위가 넓게 다당류가 용해되어 나오고 속부위 전체에 얇게 덮여 보라색 착색을 보였는데 이것은 통상 알려진 바와 같이 미역의 다당류가 열수에서도 약간의 용해가 됨을 나타냈다. 또한 이는 알칼리용해성알긴산 뿐만아니라 수용성알긴산의 존재를 나타낸다.

한편 1%  $K_2HPO_4$ 를 혼합하여 65°C에서 1 시간 동안 가열한 미역잎은 Fig. 13-e과 같다. Fig. 13-a에서 보여진 미역잎 세포막들의 연결 상태가 1%  $K_2HPO_4$ 와 가열 처리로 세포막들이 절단되고 세포막 주위 알긴산의 용해가 표면 전체에 보라색으로 착색되어 나타났다.

1500배로 확대한 세포 구조는 Fig. 13-f에서 보는 바와 같이 세포막이 여러 군데 절단된 구조를 나타낸 것은 세포막 사상세포 주위의 알긴산이 주위에 추출되고 세포막과 세포막을 연결하는 매체 역할이 알긴산-Ca으로 보아진다. 곧 알긴산-Ca의  $Ca^{++}$ 과  $K_2HPO_4$ 의  $K^-$ 이온의 치환 반응으로 알긴산들의 세포막으로 부터 주위로 용해되어 나옴과 동시에 세포막지지체를 이룬 알긴산과 사상세포사이의 결합을 끊는 역할을 한 것으로 생각된다. Fig. 13-g에서 보는 바와 같이 1500배율상에서 미역묵은 사상세포가 여러 가닥으로 펼쳐져 있고 주위 전반에 알긴산이 혼재함을 볼 수 있었으며 사이사이 분리된 표층

세포내의 색소물질이 보였다.

Fig. 14-a에서 나타난 다시마잎의 피층 세포도 미역과 마찬가지로 같은 세포 구조를 나타내고 있었으나 표층과 윤층 사이의 짙은 보라색을 띠는 부분이 많은 다당류가 분포하고 있었다. 猪野(1977)의 의하면 다시마잎의 피층과 식물 세포벽 등 지지역할을 하는 윤층 사이에 점액선이 존재 한다고 보고하였는데 구조물에 많이 함유되어 있는 물질인 그 점액선이 곧 알긴산이 주임을 알았다. Fig. 14-b의 다시마잎 속층부위의 세포 구조는 미역과 비슷한 외형을 나타냈으나 알긴산분포에서 다시마잎 속층중앙체는 다량의 알긴산이 세포막에 혼재되어 있었다. 한편 세포 내부 전반에 걸쳐 미약한 보라색 착색은 절편 제조중 세척으로 인한 미량의 fucoidan과 알긴산의 유출로 생각된다. Fig. 14-c와 같이 다시마의 열수추출에서 피층 세포 구조도 마찬가지로 사상 세포 골격이 남아있는 채 혼재했던 다당류가 세포막 주위로 번져 나옴을 알 수 있었고 Fig. 14-d에서와 같이 다시마 열수추출 속부위에서도, 미량으로 조체 내에 존재하고 열수나 pH 2에서 뜨거운 산액으로 추출가능한 fucoidan과 laminarin 같은 다당류와 알긴산 추출로 인한 세포막 붕괴까지 보여 주었다. 이런 결과로 볼 때 다시마 속층부위의 세포막에는 사상세포 보다 열수에 추출이 가능한 다당류가 표, 피층 부위의 세포막에 비해서 더 많이 존재함을 알 수 있으며, 세포막 중 섬유질 등과 결합되어 있는 다당류가 미역 보다 열수에서 더 강한 용해를 보여 육각형 형태 윤곽만 남기고 있었다. 따라서 미역에 비해 다시마가 섬유질이 적고 알긴산 함량이 많이 존재함을 뜻하는 것으로 보인다. Fig. 14-e, 14-f와 같이 알칼리처리로 65℃ 에서 1 시간 동안 가열처리로 인한 다시마의 용해 구조에서 더욱 강렬한 용해를 나타냈다. 다시마잎의 세포막에는 미역의 세포막 보다는 사상세포가 적고 알긴산이 많이 혼재하여 세포막 절단이 많고 표면 전체는 혼탁한 다당류 분포를 보였으



a : Epidermis and cortex of frond, b : Medulla of frond, c : Epidermis and cortex variation of frond by heating(65°C) in water, d : Medulla variation of frond by heating(65°C) in water, e and f : Cell of solubilized frond by 1%  $K_2HPO_4$  soln., g : Muk(gelation by  $Ca^{++}$ ).

**Fig. 14. Histological views of sea tangle frond during Muk processing.**

CW : Cell wall, M : Medulla, A : Alginic acid, C : Cortex, E : Epidermis, FC : Filament cell, CB : Center body, CS : Cutting section, a,b,c,d, and e bar represents 60  $\mu m$ , f and g bar represents 9.5  $\mu m$ .

며 세포막의 알긴산용해로 부풀어 흩어진 상태를 1500배율 확대에서 상세히 보여준다. 이는 조직 내에 표층세포와 사상세포들의 함유량 뿐만 아니라 세포막에 함유된 알긴산의 분포 형태에서 기인한 것으로 여겨진다.

Fig. 14-g의 다시마묵은 사상세포가 거의 보이지 않고 알긴산 분포로 인한 표면 조직이 고르고 부드러운 형태를 나타냈는데 이는 묵 제조중 원료의 마쇄공정과 그리고 가열과  $K_2HPO_4$  처리할 때 교반작용이 세포막의 파괴로 인한 알긴산이 용해되고, 세포막내의 사상세포와 알긴산의 분리를 돕고, 결합된 사상세포들 사이를 연결한 알긴산의 강렬한 용해를 도와 용해된 알긴산에  $Ca^{++}$  침투로 겔화된 제품묵을 형성한 원인으로 추찰된다.

#### 4. 수침저장 온도와 묵의 품질

묵이 겔화하는데 소요되는 시간과 겔화에 미치는 온도의 영향은 겔강도에 영향을 미칠 것이며, 그의 저장성에도 영향을 미치게 되므로 제품묵의 물성에 크게 관여하리라고 본다. 저장 중 육조직의 건조방지 및 겔화 보존을 위해선 수침저장이 양호하여 많이 이용되고 있다. 따라서 수침저장 중의 물성적, 화학적, 미생물학적, 조직학적 변화를 측정하였다.

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

##### (1) pH 및 적정산도

각 온도에서 겔화 및 저장한 목제품 중 pH의 변화는 Fig. 15와 같다. 1 일 동안 겔화(저장기간 0일)시킨 모든 목들의 pH가 3일 저장기간 동안에 낮아졌으며, 그후로 약간의 상승 값을 보였다. 특히 32℃에서 저장일수 0일 중 6.71 이었던 것이 3일 동안 수침저장시 pH가 5.89로 낮아졌으나 8일을 지나 15일에는 다른 목들에 비해 6.6으로 가장 높은 값을 보였다. 각 온도에서 겔화한 목제품의 적정산도와 그 목들의 저장 중 적정산도의 변화는 Fig. 16과 같다. 32℃에서 1 일 동안 겔화한 미역목에서 적정산도는 0.48 이었고, 3 일동안 수침저장시 적정산도는 1.24로 높아졌는데, 8일과 15일 저장 중 pH의 증가(Fig. 15)와 적정산도의 감소는 목에 함유된 각종 영양분들의 변화로 기인한 혐기생성으로 인한 것이 아닌가 생각되며 다시마목에서도 pH와 적정산도의 변화는 같은 경향으로 나타났다. 실온에서 적정산도는 미역목과 다시마목이 32℃에서 보다도 완만한 변화를 보였고, 3℃저장에서의 pH와 적정산도의 변화는 32℃, 18℃ 경우 보다도 더욱 완만한 상승과 감소의 변화를 나타냈는데 이는 32℃, 18℃에서 pH와 산도에 영향을 주는 주 물질이 알긴산만이 아닌 다른 조체내 유기산이 관여하는 것으로 추정된다. 3일 저장의 결과에 따르면 TVN(Fig. 18) 및 미생물변화와 pH 및 적정산도와는 뚜렷한 상관관계를 찾아볼 수 없었으며 오직 수침저장에 의한 물리화학적 변화에 의한 것으로 생각된다. 적정산도가 다소 낮아진 것은  $K_2HPO_4$ 의 유출에 의한 것으로 보인다.

## (2) 겔강도

각 온도에서 저장한 목 중 겔강도의 변화는 Fig. 17과 같다. 미역목에 있어서 1 일 동안 겔화한 목의 겔강도가  $800\text{g}/\text{cm}^2$  이었던 것이 저온에서  $850\text{g}/\text{cm}^2$ 로 약  $50\text{g}/\text{cm}^2$ 의 높은 강도를 보였다. 다시마목에서도 32℃, 18℃, 3



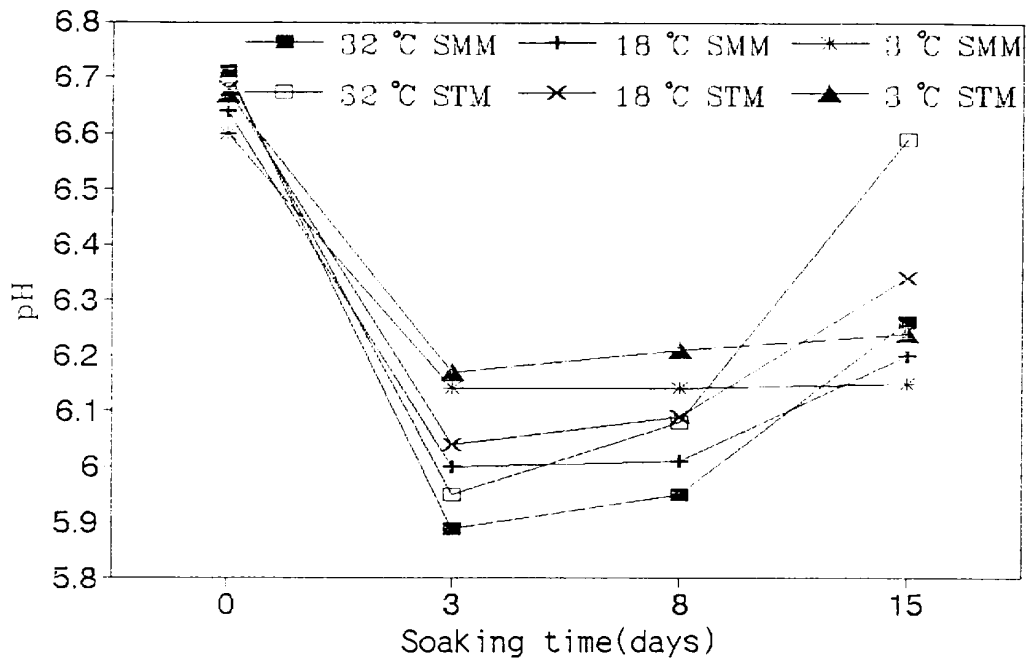


Fig. 15. Changes in pH of Muks during soaking at different temperatures.

SMM : Sea mustard Muk, STM : Sea tangle Muk.

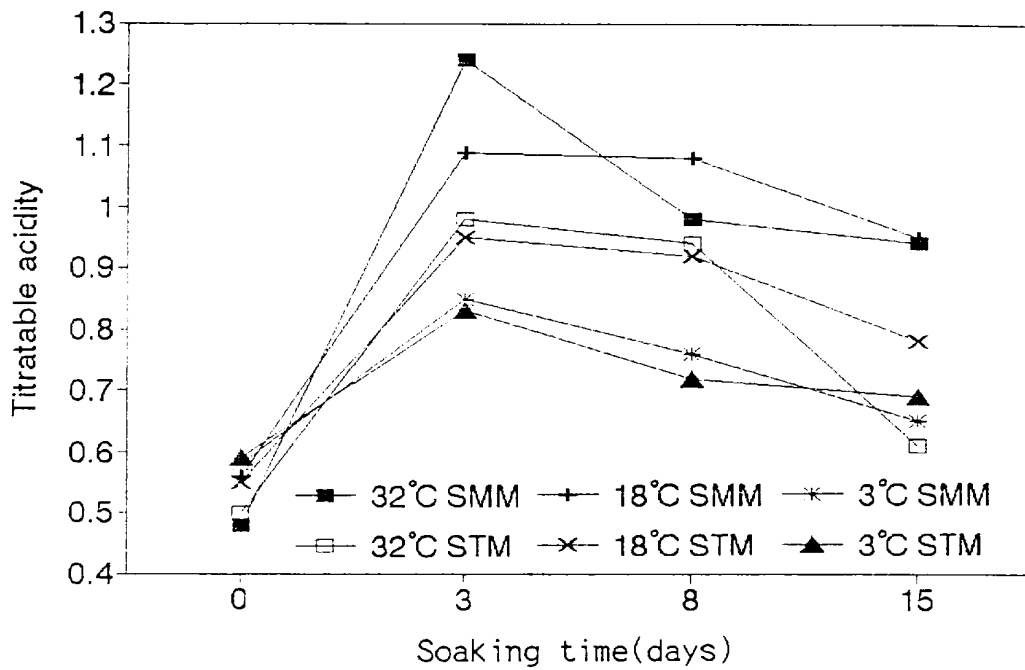


Fig. 16. Changes in titratable acidity of Muks during soaking at different temperatures. SMM : Sea mustard Muk, STM : Sea tangle Muk.

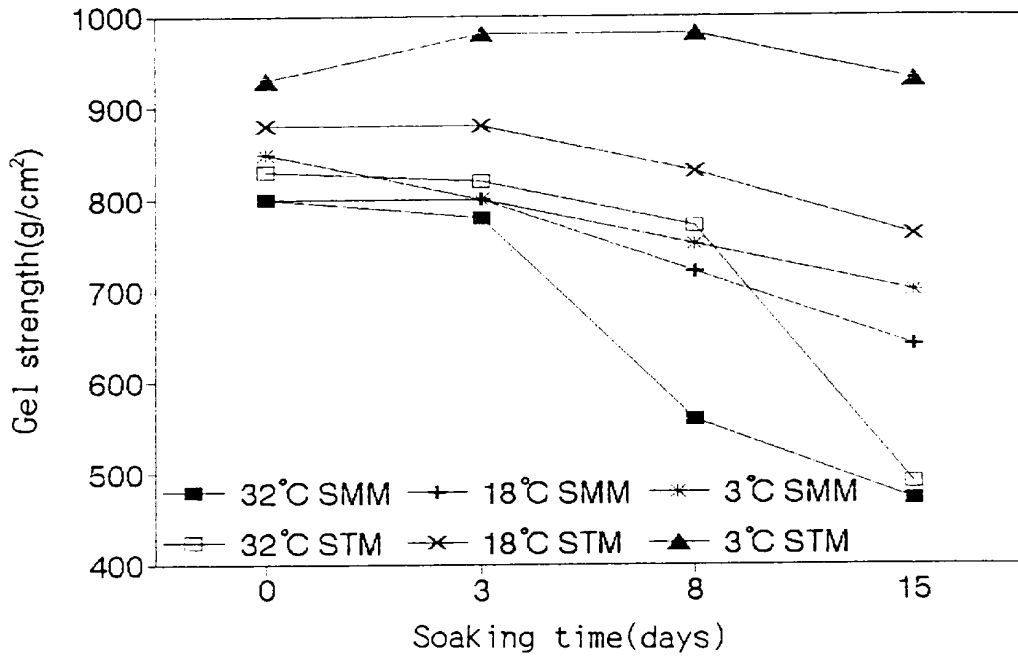


Fig. 17. Changes in gel strength of Muks during soaking at different temperatures. LIBRARY  
 SMM : Sea mustard Muk, STM : Sea tangle Muk.

℃으로 온도가 낮아질수록 50g/cm<sup>2</sup>과 200 g/cm<sup>2</sup>의 겔강도가 상승하였고, 32℃저장시 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℃저장 시 다시마묵은 3일저장 까지 880g/cm<sup>2</sup>으로 32℃저장에서의 결과에 비해 50g/cm<sup>2</sup> 정도 높은 겔강도를 나타냈으며, 또한 저장 8일 까지 처음의 겔강도를 유지하였다. 이는 Sime(1982)의 보고와 같이 알긴산농도와 많은 Ca<sup>++</sup>량이 존재 할 때 겔화를 억제하는 온도에 대응할 수 있고 그 예로 0.6% alginate를 15%의 겔로 전환을 주기위한 충분한 칼슘에서 그 체계가 18℃에서는 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.



### (3) TVN

묵 저장온도에 따른 TVN의 변화는 Fig. 18과 같다. 저장온도가 높을 수록 TVN가는 높았으며 다시마에서 보다는 미역에서가 다소 높은 값을 보였다. 3℃와 18℃에서는 저장일수에 따라서도 크게 변하지 않았으나 32℃에서는 저장 8일째 이후는 급격히 상승하는 경향(약 2 - 2.5배)을 보였으나 모두 6mg% 이하였다.

### (4) 생균수

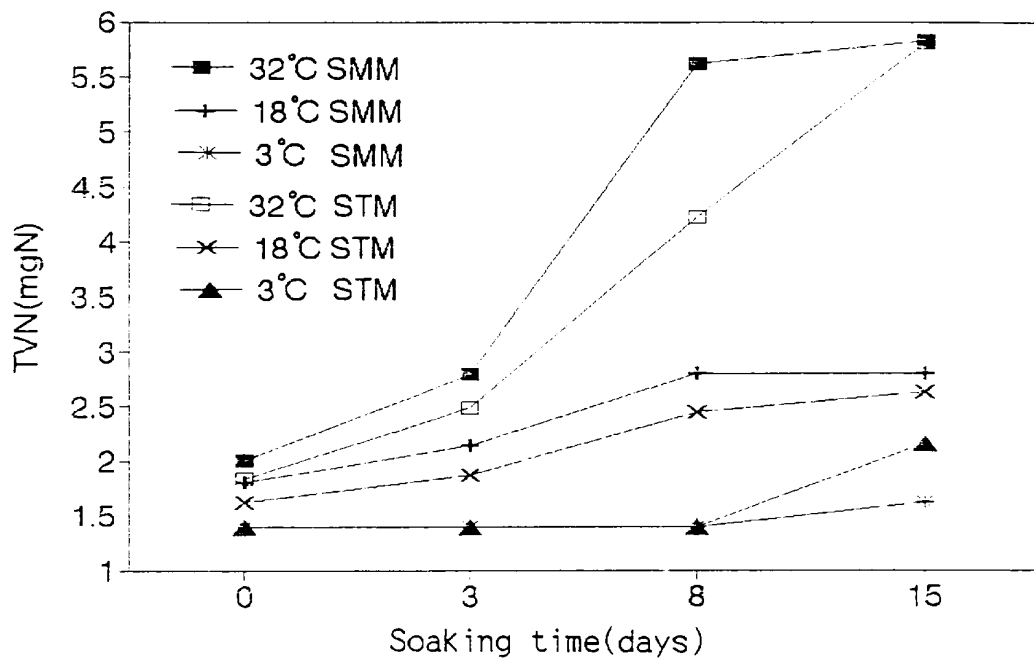


Fig. 18. Changes in TVN of Muks during soaking at different temperatures.

SMM : Sea mustard Muk, STM : Sea tangle Muk.

각 온도에서 저장한 묵 중 생균수의 변화는 Fig. 19와 같다. 겔화한 묵 중의 생균수가 다시마묵들이 미역묵들에 비해 많았으나 3 일 저장 후에는 다시마의 생균수 보다 미역의 생균수가 많았다. 32℃저장에서 일상식품에 함유될 수 있는 생균수량  $10^4 - 10^7/g$ 으로 기준할 때 8일을 지나 15일간 저장한 미역묵과 다시마묵이 각각  $8.7 \times 10^{10}$ ,  $3.6 \times 10^9$ 으로 많은 생균수가 검출 되었다. 또한 수산물 중 어육 1g 당 부패로 판정하는 기준치  $1.5 \times 10^6$  이상이었다. 18℃저장에서의 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 내성이 강하고 특히 alginate lyase를 생성하는 세균들 이외에는 분해가 되지않는 특성(北御 등, 1989, 1993 ; Ernst, 1989 ; Tseng 등, 1992, Means 1985, Means와 Schmidt, 1986 ; Means 등, 1989 ; Kinoshita 등, 1991) 및 glucuronate rich block과 mannuronate rich block으로 부터 다당류는 호기성균과 혐기성균에 대해 중요한 활성을 보였으나, 항곰팡이 내성은 없는 것으로(北御 등, 1993) 보고하고 있어 다시마에는 각기 영양성분에 비해 상대적인 알긴산이 많이 존재하는 반면 미역에는 적었던 때문으로 생각된다. 18℃에서의 겔강도와 위생적인 묵을 고려할 때 미역묵은 8일 까지, 다시마묵은 15일 까지 저장이 가능한 것으로 판단되었다. 3℃저장의 생균수는 조체의 용해과정 중 65℃에서 1시간 가열로 호열성세균 이외에 호냉성, 중온성세균이 거의 사멸한 상태에서 낮은 3℃ 저온에서 15일 저장기간 동안 생균수가 적게 나타난 것으로 생각된다.

奥平과 桑名(1987, 1991)의 연구에서 다시마의 열수추출물은 납두 중의 *bacillus subtilis*, 빵과 술 중의 *saccharomyces cerevisiae*, 장류 중의 *zygosaccharomyces rouxii*, 소세지류 중의 *lactobacillus plantarum*, 발효유

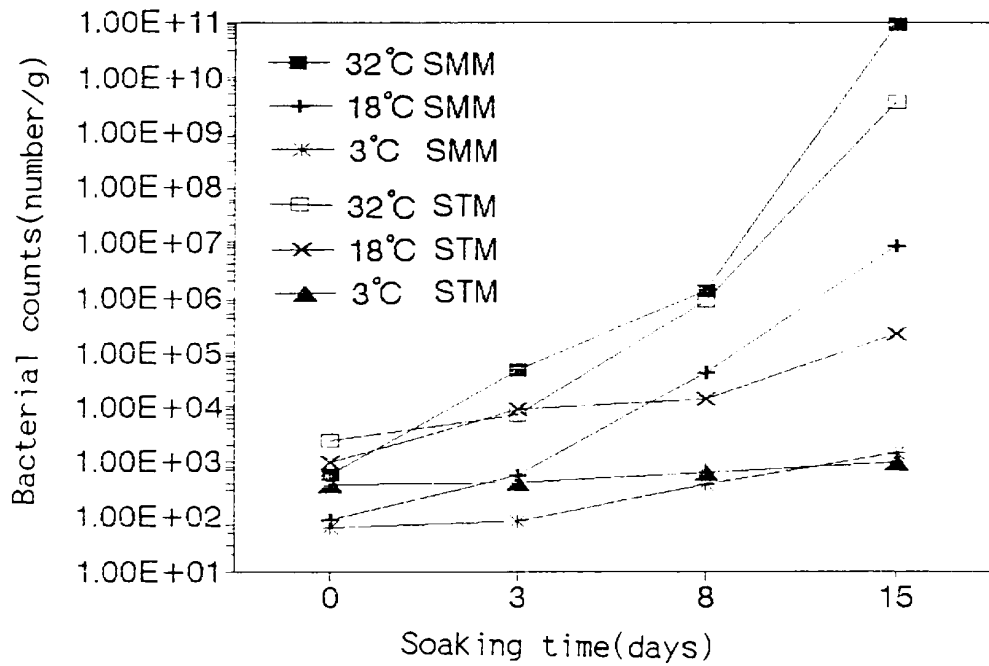


Fig. 19. Changes in bacterial counts of Muks during soaking at different temperatures.

SMM : Sea mustard Muk, STM : Sea tangle Muk.

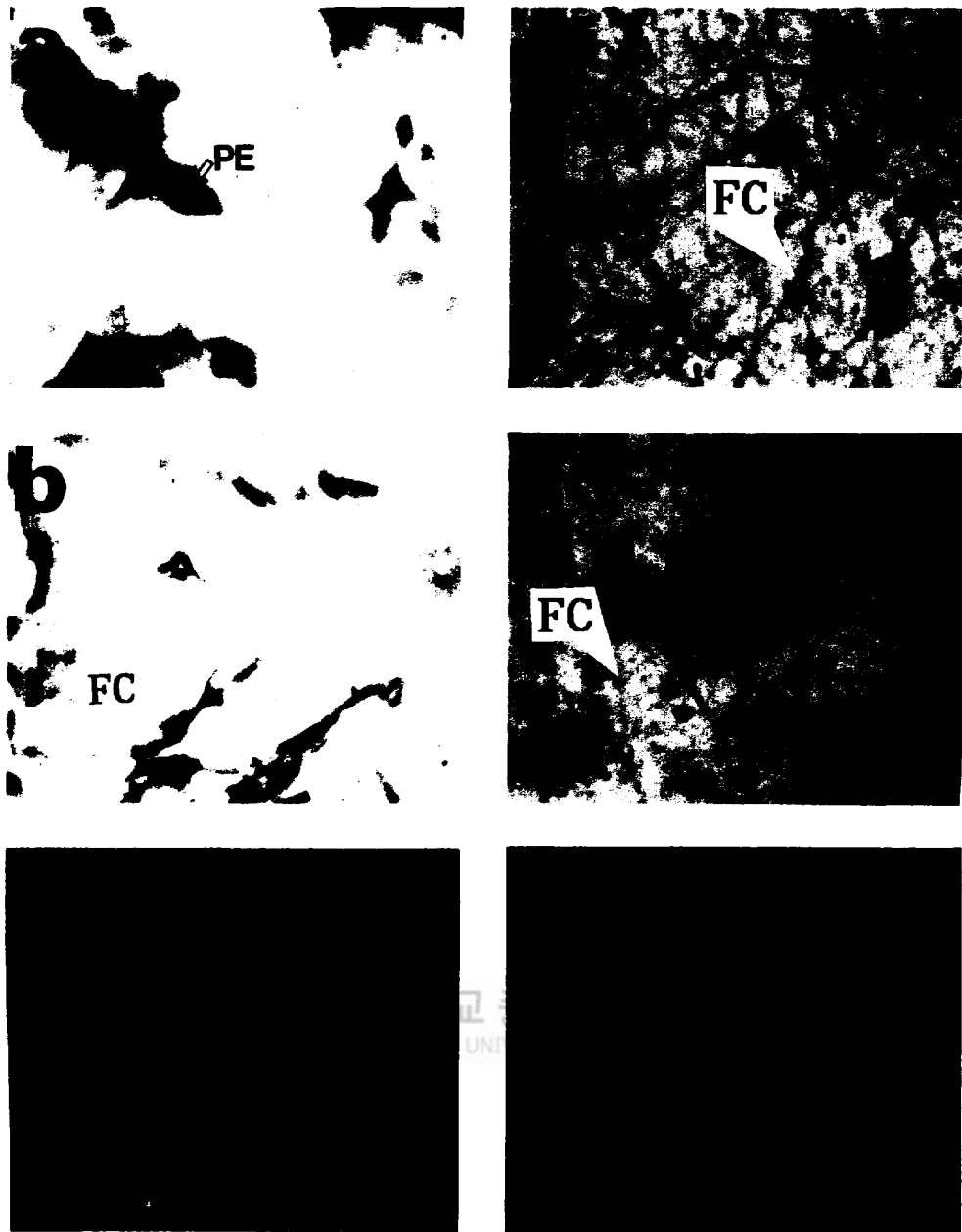
중의 *streptococcus cremoris*균들의 생육을 촉진시켜 맛 증진을 꾀한 결과는 그밖의 다른 미생물들에도 활성을 보일 것으로 추정된다. 그러나 이 두제품을 32℃ 조건에선 8일 까지 18℃와 3℃ 저장에서는 15일 까지 저장이 가능할 것으로 생각된다.

##### (5) 조직학적변화

32℃, 18℃, 3℃에서 15 일 저장기간 동안 미역묵과 다시마묵의 조직변화는 Fig. 20과 같다.

3℃에서 저장한 미역묵은 거친 섬유질과 같은 줄기들이 표층세포의 색소물질등과 혼합되어 본래 묵 형태를 유지하고 있었다. 18℃에서 저장할 때 미역제품은 묵 전체가 보라색을 띠고 있는 것으로 보아 표층세포의 색소물질과 사상세포로 이루어진 세포벽으로 구성되어 있는 것으로 판단되었다. 미역묵의 겔강도와 생균수는 350g/cm<sup>2</sup>과 8.7×10<sup>10</sup>으로서 섭취할 수 없는 상태가 되었고 32℃저장시 알긴산이 얇게 분포되어 있었다. 그러나 18℃저장에 비해 큰 변화는 찾아볼 수 없었지만 다당류의 함량은 감소하였다. 다시마묵 조직은 3℃저장시 알긴산이 고르게 분포되어 있는 것으로 보아 원래묵과 유사하였다. 그러나 18℃시에서는 사상세포와 다당류 혼합체로 이루어진 세포벽이 뚜렷하게 나타났으며 주위의 알긴산량은 감소하였다. 32℃ 저장시 다시마묵의 겔강도는 1일 동안 겔화한 묵에 비해 250g/cm<sup>2</sup> 정도 감소하였고, 조직을 염색하고 관찰하였을 때 알긴산과 섬유질로 구성된 물질의 연결만 그물망 처럼 뚜렷하고 주위 다당류들의 손실이 드러났다. 그러므로 조직의 파괴는 3, 18, 32℃에서 15일 저장 후 다시마묵의 3℃저장 조건일 때 TVN은 각각 2.16, 2.63, 5.80로 증가하였고 또한 생균수가 각각 9.6×10<sup>2</sup>, 2.1×10<sup>5</sup>, 3.6×10<sup>9</sup>로 증가하는 것으로 보아 유기물이 분해하고 그로 인하여 알긴산이 소실되었기





a and d : 32°C, b and e : 18°C, c and f : 3°C.

**Fig. 20. Histological views of seaweed Muk during soaking at different temperatures.**

E : Epidermis, FC : Filament cell, a,b and c : Sea mustard Muk, d,e and f : Sea tangle Muk, The bar represents 60  $\mu$ m.

때문으로 생각된다. 따라서 수침저장은 적당한 품질을 유지하기 위해서는 18℃ 이하에서 실시하는 것이 바람직하다.

## 5. 두유혼합물의 제조 및 저장성

### (1) 두유혼합물 제조

미역묵 제조에서 두유 첨가량에 따른  $\text{CaCl}_2$ 으로 20℃에서 겔화 시킨 겔의 겔강도는 Fig. 21과 같다. 대두단백질의 약 90%는 물로써 추출되어지는데 추출되는 이러한 단백질은 약 90%가 pH 4-5에서 등전. 침전하고 침전단백질은 대두globulin 또는 산침전단백질로 칭하며, 대두단백질 중의 약 80%를 점유한다(Smith와 Circle, 1972). 또한 대두의 globulin의 침강인자는 pH, 이온강도 등의 환경인자로 변화(Smith와 Circle, 1972 : Wolf 등, 1962)하는 것으로 알려져 있다.  $\text{CaCl}_2$ 로 겔화시킨 겔강도는 미역용해액에 대한 두유의 비율을 증가 시킴에 따라 감소됐다. 즉 비율 10:1에서는 1:1에서 보다 1.7배 감소하였다. 이것은 두유중의 과다한 수분함량(92 - 97%) 때문인 것으로 생각된다. 두유의 가열 농축률이 두유혼합물의 겔강도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 10%, 20%, 50%, 80%(v/v)로 농축한 두유를 미역용해액에 대하여 1 : 7로 혼합하고 20℃ 또는 65℃에서  $\text{CaCl}_2$ 로 겔화시킨 겔들의 겔강도는 Fig. 22와 같다. 함량에 따라서 겔강도의 차이가 나타났으며 수분의 함량이 적은 농축두유일수록 겔강도가 증가하였는데 이는 Fig. 6의 결과에서와 같이 물의 함량차이가 겔강도에 크게 작용함을 보여주고 있다. 따라서 농축대두단백질이나 분리대두단백질을 부원료로 사용하면 제품물의 겔강도를 쉽게 조정할 수 있고, 영양강화역할도 하리라고 본다. 20℃에서 보다 65℃에서 겔강도가 280 - 400  $\text{g/cm}^2$  정도 높게 나타났는데 이는  $\text{CaCl}_2$  겔화체계에서는 열에너지

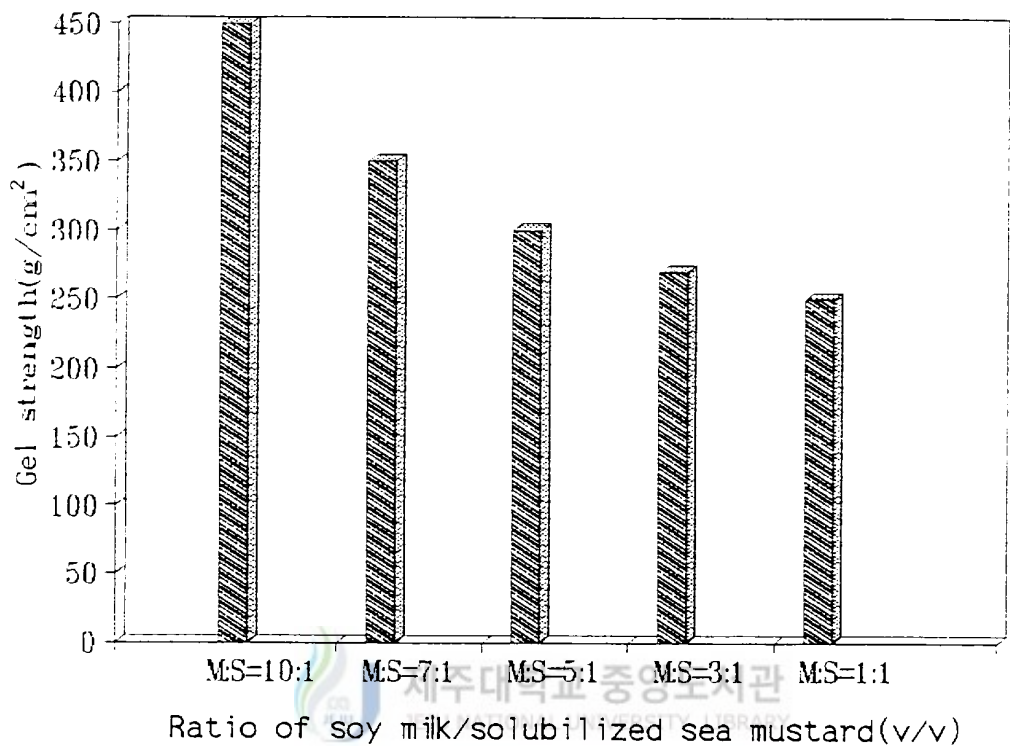


Fig. 21. Gel strength of Muk prepared with seaweed and soy milk at 20°C.  
 M : Solubilized sea mustard, S : Soy milk.

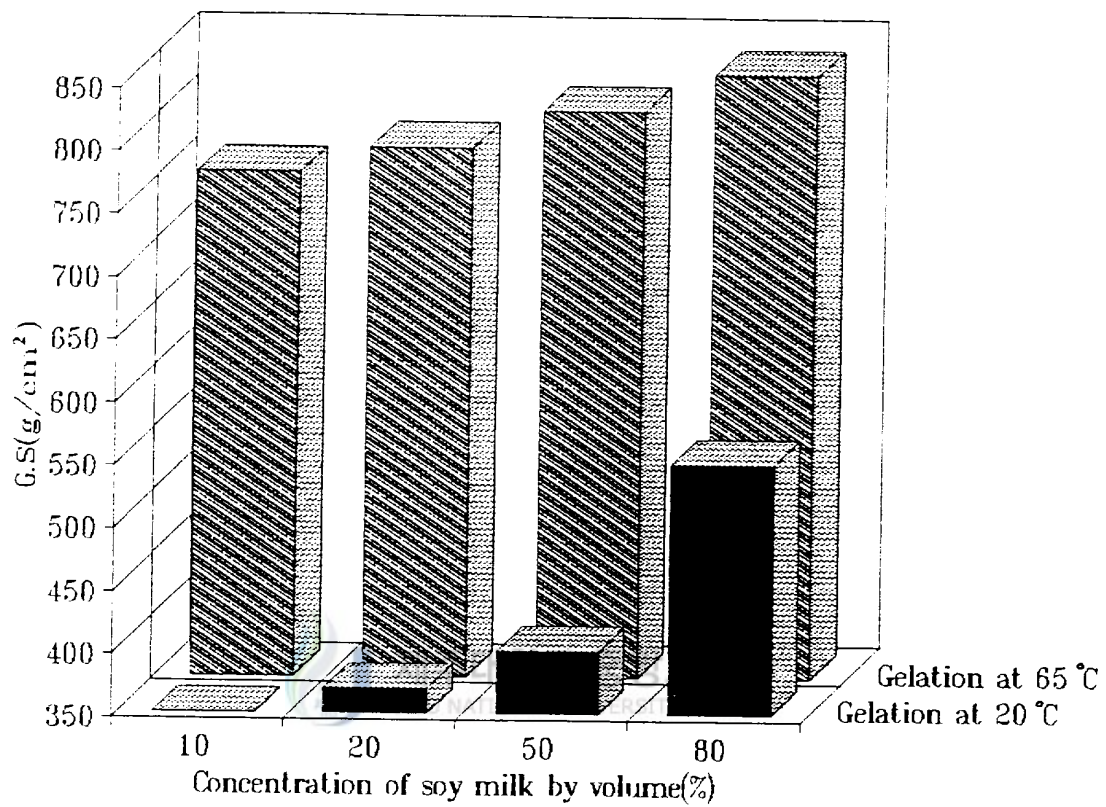


Fig. 22. Gel strength of Muk prepared with sea mustard and concentrated soy milk at 20°C and 65°C. Solubilized sea mustard : Soy milk = 7:1(v/v)

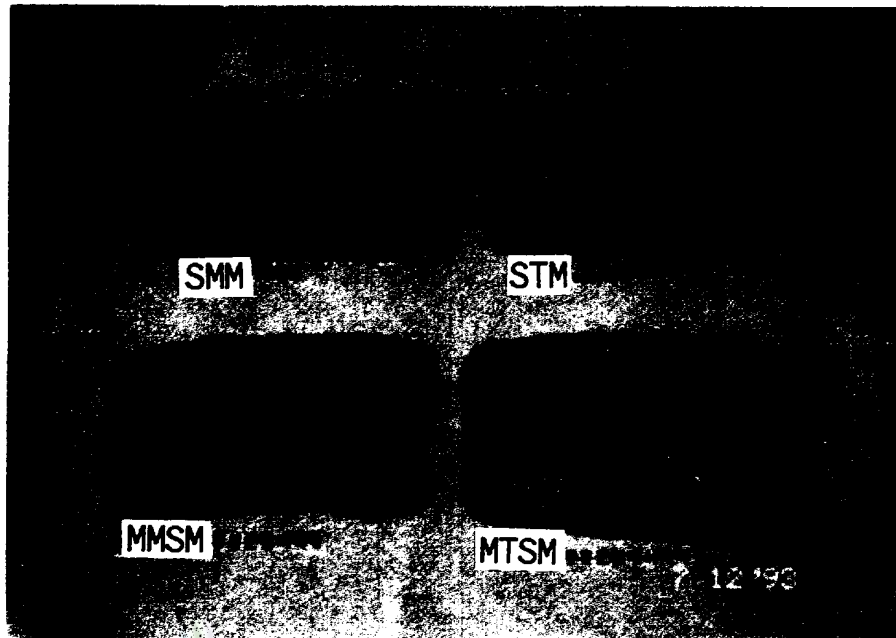
가 존재할 때  $Ca^{2+}$ 의 겔내 확산정도가 좋으며 또한 두유 중 분리대두단백질의  $Ca^{2+}$ 에 의한 응고정도가 알긴산 겔화에 강하게 작용하여 겔강도가 높아지는 것으로 추정된다.

300g의 조체용해액을 PE-box에 담아  $CaCl_2$ 용액으로 겔화하여 제조한 조체묵과 두유혼합조체묵의 외형은 Fig. 23과 같다.

조체묵들에 비해 두유혼합묵들의 크기 때문에 보수성, 제품수율이 달랐으며, 두유혼합으로 인하여 묵색깔은 다르게 나타났다. 이들은 겔강도의 물성에 관여할 것으로 본다.

## (2) 두유혼합묵의 저장성

본 해조묵의 저장성을 감안하여  $CaCl_2$  겔화체계에서, 건미역과 건다시마 재료로 제조한 묵의 저장성을 검토하기 위해서 조체묵의 저장온도인 18℃에서 3, 8, 15일 동안 수침저장 중의 pH의 변화는 Fig. 24와 같았다. pH는 저장일수 8일 까지 완만한 감소를 보이다가 15일 저장시 5.78에서 pH 1 정도 낮아졌다. 두유혼합 다시마묵은 pH 7.04이었으나 조체묵 저장 중의 pH 변화 (Fig. 15)와 비교할 때 15일 저장 후는 pH 6.0으로서 경미한 감소를 보였다. 조체묵의 실험 결과와 비교할 때 용해액으로 부터 1일 동안 겔화시 pH의 변화는 두유의 완충작용에 의한 것으로 생각된다. 적정산도는 Fig. 25에서 보여주는 바와 같이 조체묵에 비해 저장 8일 까지는 낮은 산도를 보였고 15일 후 두유혼합 미역묵이 두유혼합 다시마묵에 비해 약간 높게 나타났다. 겔강도의 변화는 Fig. 26과 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. 이것



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

**Fig. 23. Camera view of seaweed Muks and Muks prepared with seaweed and soy milk.**

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

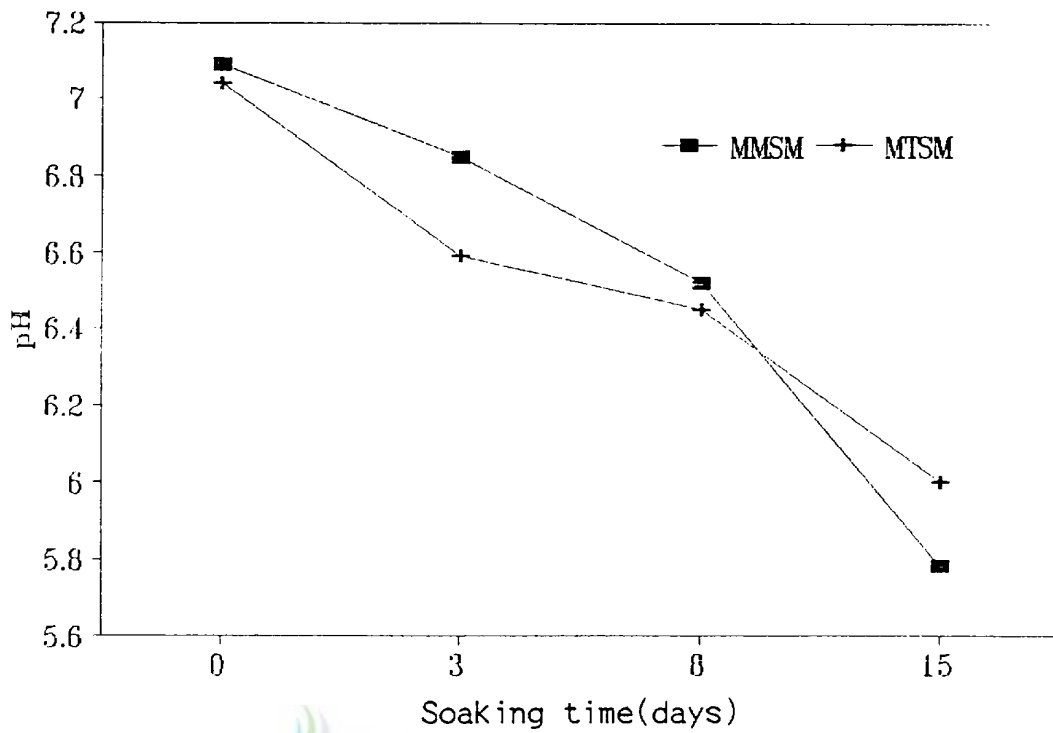


Fig. 24. Changes in pH of Muk prepared with seaweed and soy milk during soaking at 18°C.

MMSM : Muk prepared with sea mustard and soy milk,

MTSM : Muk prepared with sea tangle and soy milk.

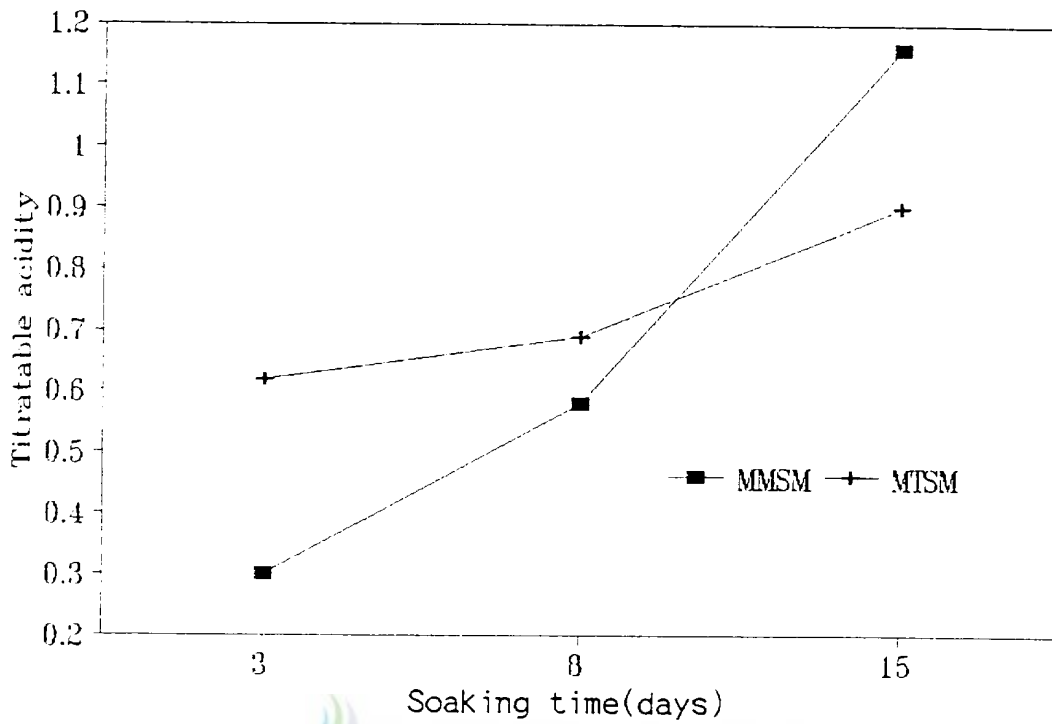


Fig. 25. Changes in titratable acidity of Muk prepared with seaweed and soy milk during soaking at 18°C.

MMSM : Muk prepared with sea mustard and soy milk,

MTSM : Muk prepared with sea tangle and soy milk.



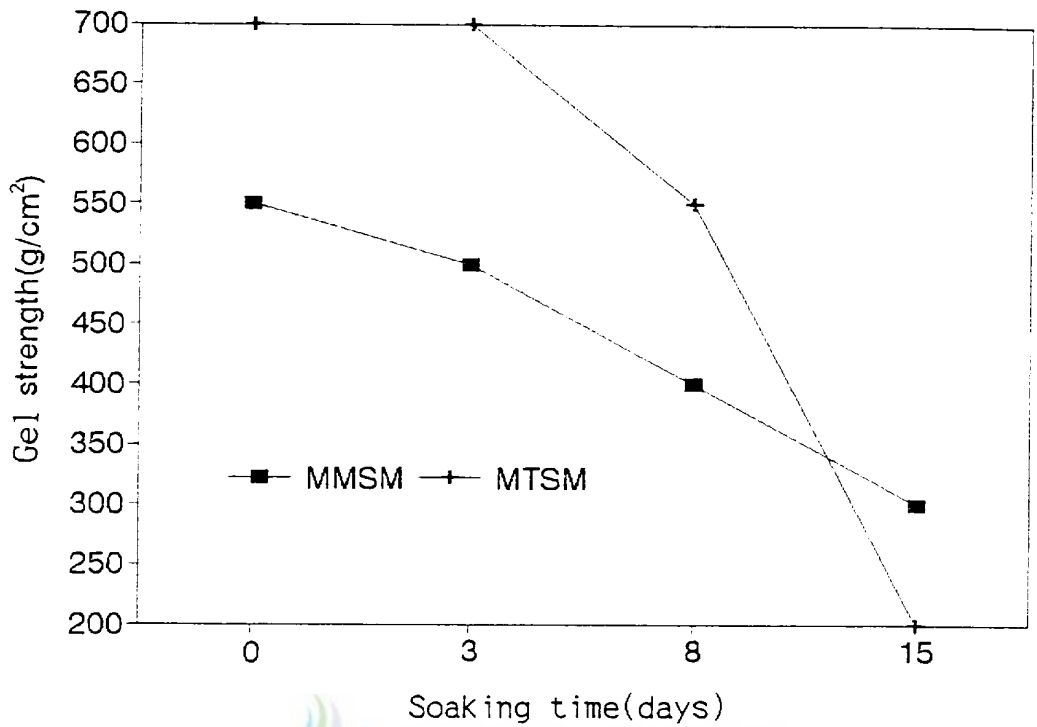


Fig. 26. Changes in gel strength of Muk prepared with seaweed and soy milk during soaking at 18°C.

MMSM : Muk prepared with sea mustard and soy milk,

MTSM : Muk prepared with sea tangle and soy milk.

으로 보아 다시마묵에서도 두유를 혼합한 것이 저장성이 양호한 것으로 나타났다. 저장 중의 TVN의 변화는 Fig. 27과 같다. 두유혼합묵은 조체묵에 비해 3일 저장 후 TVN이 2 - 4배 정도 더 높았고 15일 저장 후에도 각각 14mgN와 16mgN으로 신선한 생선 20mgN나 신선한 쇠고기 17mgN 보다 낮은 값이었다. 생균수의 변화는 Fig. 28과 같다. 1일 동안 겔화한 상태에서 각각  $1.7 \times 10^2$ 과  $3.7 \times 10^3$ 이었으며, 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 아미노산이 풍부한 까닭(한과 고, 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, 겔강도, TVN, 생균수의 변화를 함께 고찰하면, 저장기간이 길어질수록 적정산도는 높아지며, 또한 TVN의 증가하여 겔강도가 감소하는데 이것은 생균수의 증가로 인하여 만니트, 전분 등의 당질이 분해되어 젖산 등과 같은 산의 증가로 pH가 감소하였으며 동시에 미생물들의 대사산물 등으로 인하여 묵조직이 약화되었기 때문에 겔강도가 낮아진 것으로 생각된다. 두유혼합묵은 조체묵 보다는 저장기간이 짧으나 3℃로 저장한다면 8일 까지도 가능할 것으로 생각된다. 이것은 일반전분묵류의 11월-4월 중의 유통기한 2일(식품공전, 1991)인 것 보다 저장기간이 훨씬 길었다.

## 6. 냉동재료로 부터 제조된 묵의 품질

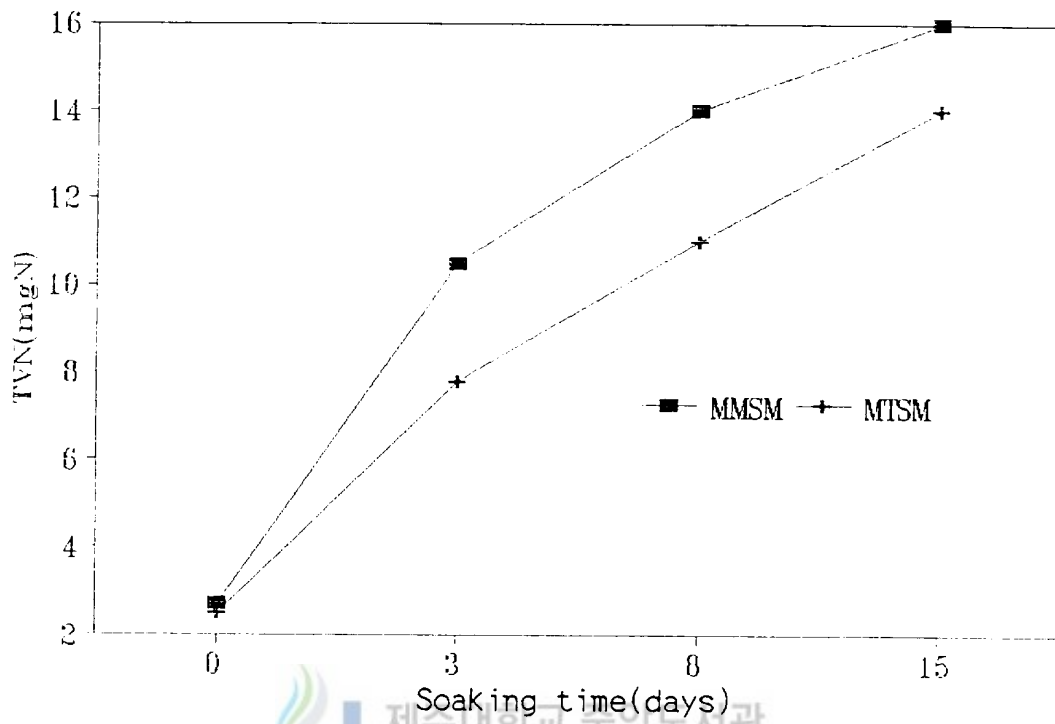


Fig. 27. Changes in TVN of Muk prepared with seaweed and soy milk during soaking at 18°C.

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

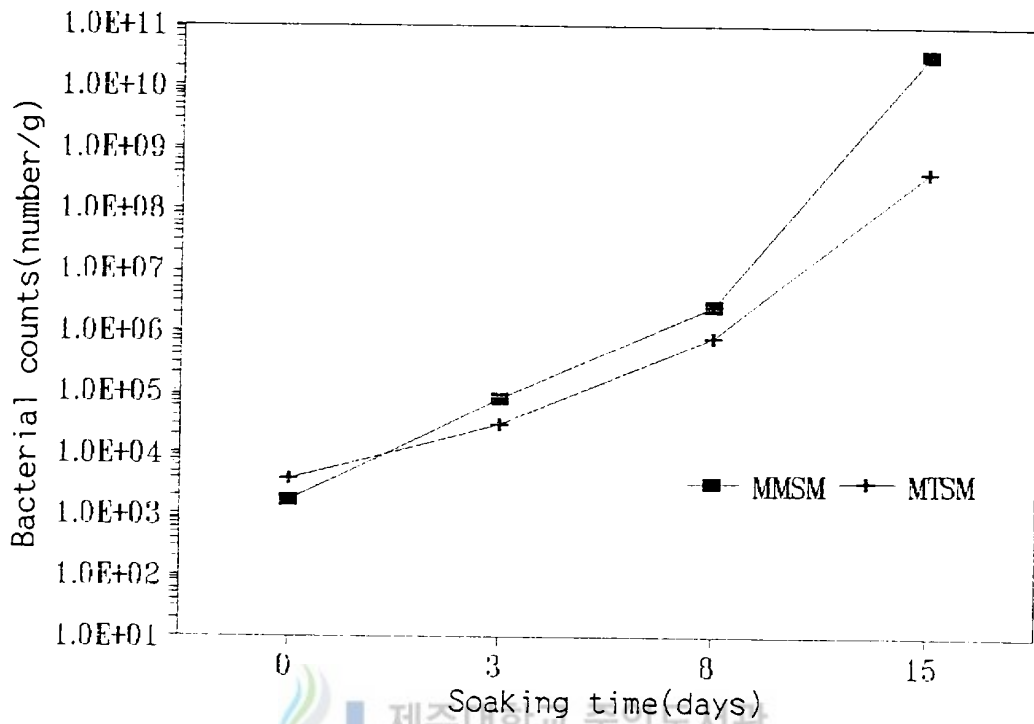


Fig. 28. Changes in bacterial counts of Muk prepared with seaweed and soy milk during soaking at 18°C.

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

냉동재료는 생산지로 부터 운반, 저장이 쉽고 생산비절감효과와 영양소 파괴의 최소화, 재료의 신선도 유지로 제품목의 맛과 질을 향상시킬 것으로 기대된다. 따라서 각 해조에 1%  $K_2HPO_4$ 를 혼합한 용해액의 점도는 Fig. 29와 같다. 냉동미역과 냉동다시마 재료에서의 점도는 250 cP 및 2700 cP로 건미역과 건다시마 재료에서의 점도 1800cP 및 5500cP 보다 낮았는데 이런 결과는 생재료의 건조공정 결과로 생긴 syneresis 현상이 건재료의 수화공정에서 건조전의 원래 수분함량상태로 복원되지 않는 원인으로 상대적인 알긴산 함량이 많아서 이루어지는 결과와 냉동시료(-20℃)들의 해동과정에서 드립으로 유출되는 알긴산 손실로 인한 것으로 보아진다.

회건미역, 냉동미역, 건다시마, 냉동다시마를 주 재료로하여 부원료를 혼합하지 않은 것과 조체용해액에 대한 두유의 비율을 7 : 1로 혼합한 것, 조체용해액에 대한 농축두유의 비율을 7 : 1로 혼합한 것을  $CaCl_2$ 를 사용하여 젤화한 목의 젤강도는 Fig. 30과 같다. 냉동미역 재료에서는 점도가 250cP로 다른 재료들에 비해 가장 낮았는데도 불구하고 젤강도는 건다시마에 못지 않는  $860g/cm^2$ 을 나타내었다. 이는 섬유질, 영양소, 각종 무기질 등의 함량차이일 수도 있다. 그러나 Sime(1982)에 의하면 고함량의 mannuronic acid를 함유한 알긴산은 열에 대한 안정성이 약하며 동결, 해동에 더 안정한 성질을 갖는 까닭에 보다 약한 탄성의 겔을 형성하고  $Ca^{++}$ 의 함량이 낮은 경우 더 견고한 겔을 생성한다고 보고하였으며 松田(1989)은 미역 중 알긴산의 M/G비가 1.23이라고 보고한 바 있다. 이들 보고와 본 실험결과로 미루어 볼 때 미역에는 고-mannuronic acid 알긴산이 많이 함유되어 있는 것으로 추정된다. 또한 각 조체를 주원료로한 것, 조체용해액에 대한 두유의 비율을 7 : 1로 혼합한 것, 조체용해액에 대한 농축두유의 비율을 7 : 1로 혼합한 것을 서로 비교하면, 두유가 혼합되지 않은 것이 두유가 혼합된 것 보다, 농축두유가

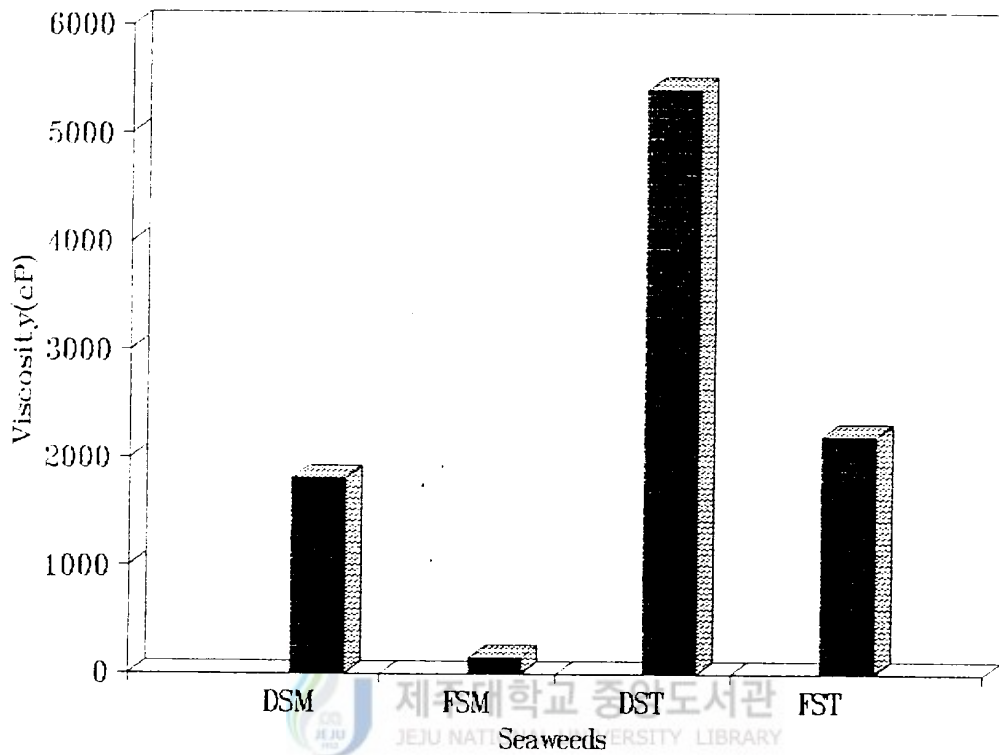


Fig. 29.Viscosities of solubilized seaweeds with dry and frozen materials.

DSM : Dry sea mustard, FSM : Frozen sea mustard, DST : Dry sea tangle, FST : Frozen sea tangle.

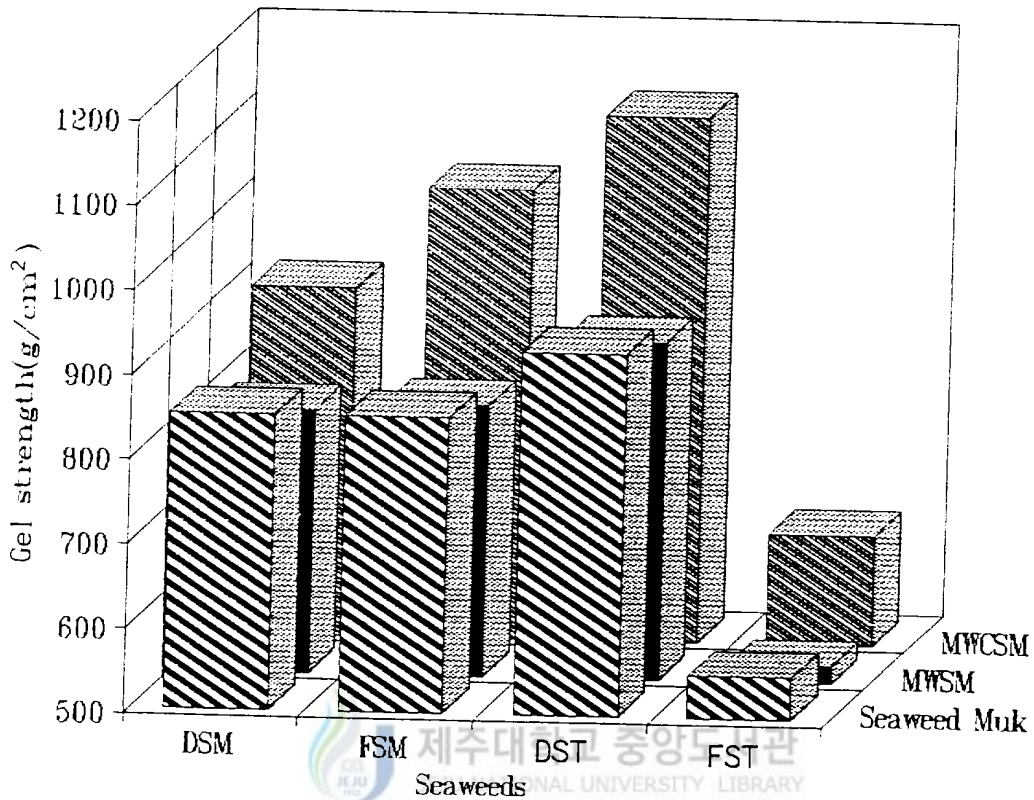


Fig. 30. Gel strength of Muks prepared with dried and frozen materials.

DSM : Dry sea mustard, FSM : Frozen sea mustard, DST : Dry sea tangle, FST : Frozen sea tangle, MWSM : Muk prepared with seaweed and soy milk, MWCSM : Muk prepared with seaweed and concentrated soy milk(80% of volume).

혼합된 것이 두유가 혼합되지 않은 것 보다 견재료와 냉동재료를 가지고 만든 모든 목에서 높은 겔강도를 나타었는데 특히 건다시마재료로 부터 제조된 농축두유혼합 다시마목의 겔강도는  $1120\text{g}/\text{cm}^2$ 으로 가장 높았다. Bernal 등 (1987)은 단백질/다당류/ $\text{Ca}^{++}$ 겔로서 겔화식품의 상호작용을 설명하면서 whey protein 농축물, sodium alginate 그리고  $\text{CaCl}_2$ 을 혼합했을 때 점도가 높았고 전기적 상호작용은 겔의 안정도와 겔형성에 주요한 힘이 되는 것 같다고 보고한 바 있다.

각 재료를 두유를 혼합하지 않은 조체용해액 상태에서  $\text{CaCl}_2$ 를 사용하여 겔화한 목의 휘어짐성, 견고성, 점착성, 색깔, 투명도, 냄새 및 맛을 관능검사한 결과는 Fig. 31와 같다. 휘어짐성과 견고성은 건다시마 재료가 강하였는데 Fig. 30에서 나타낸 겔강도와 어떤 관련을 갖는 것으로 생각된다. 색깔은 건미역 재료가 가장 좋았고 냉동다시마, 건다시마, 냉동미역 순이었다. 투명도는 재료 간의 큰 차이를 보이지 않았으며, 냄새와 맛은 냉동다시마 재료에서 좋게 나타났는데 신선한 재료를 곧바로 냉동보관 한데다 미역에 비해 조체 특유취가 적은 연유로 생각된다.

각기 주 재료에 대한 두유의 비율을 7 : 1로 혼합하여 제조한 목의 관능검사 결과는 Fig. 32와 같다. 그래프의 면적이 회건미역, 냉동다시마, 냉동미역, 건다시마 순으로 확장되어 냉동미역과 건다시마를 재료로 한 것이 그 값이 높았다.

각 조체용해액에 80% 농축두유를 7 : 1로 혼합하여 제조한 목에 대한 결과는 Fig. 33과 같다. 회건미역이 색깔과 냄새에서 좋은 평가를 나타내었고 맛은 냉동다시마와 건다시마가 좋은 것으로 평가되었다. 건다시마를 재료로 만든 목의 관능검사 결과는 Fig. 34와 같다. 두유를 혼합하지 않은 목은 휘어짐성이 좋았고 농축두유 혼합목은 맛이 좋았는데 우리나라 사람은 조체의



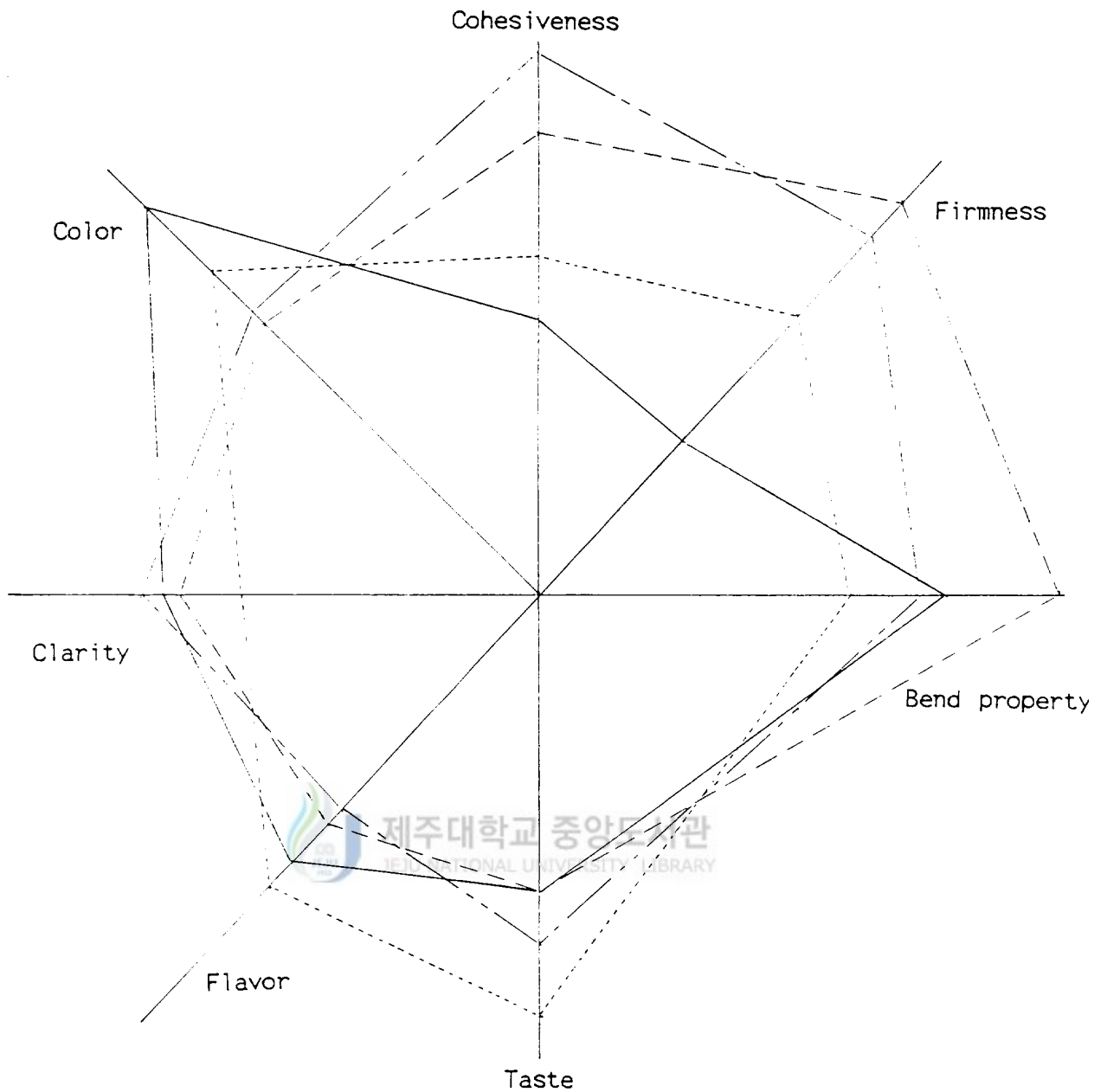


Fig. 31. QDA of seaweed Muks prepared with dry and frozen materials.

———— : Dry sea mustard, - - - - : Frozen sea mustard,  
 - - - - - : Dry sea tangle, ····· : Frozen sea tangle.

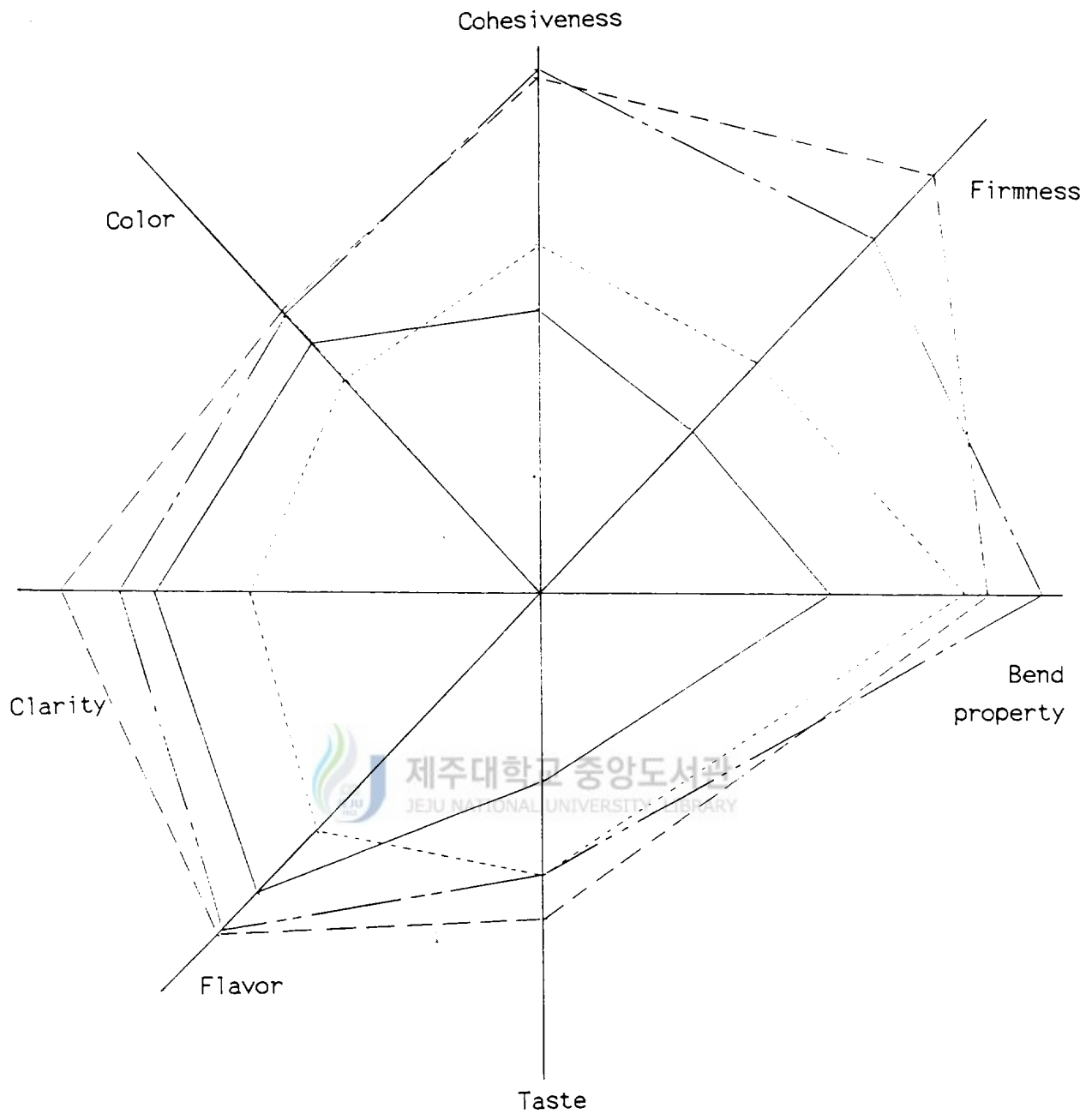


Fig. 32. QDA of Muks prepared with seaweed and soy milk with dry and frozen materials.

———— : Dry sea mustard, — — — : Frozen sea mustard,  
 - - - - : Dry sea tangle, - · - · - : Frozen sea tangle.

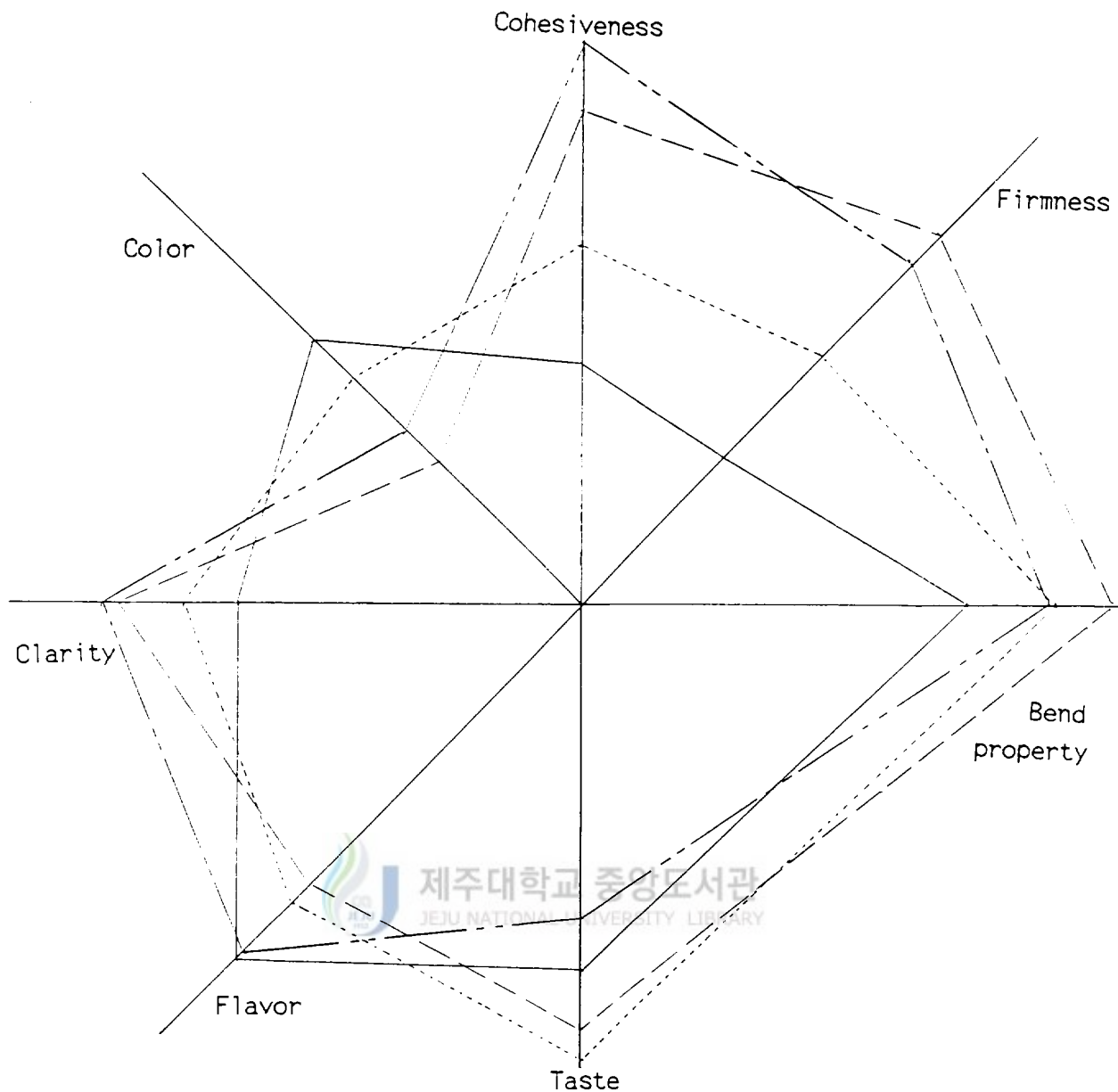


Fig. 33. QDA of Muks prepared with seaweed and concentrated soy milk(80%) with dry and frozen materials.

———— : Dry sea mustard, — — — : Frozen sea mustard,  
 - - - - : Dry sea tangle, - · - · : Frozen sea tangle.

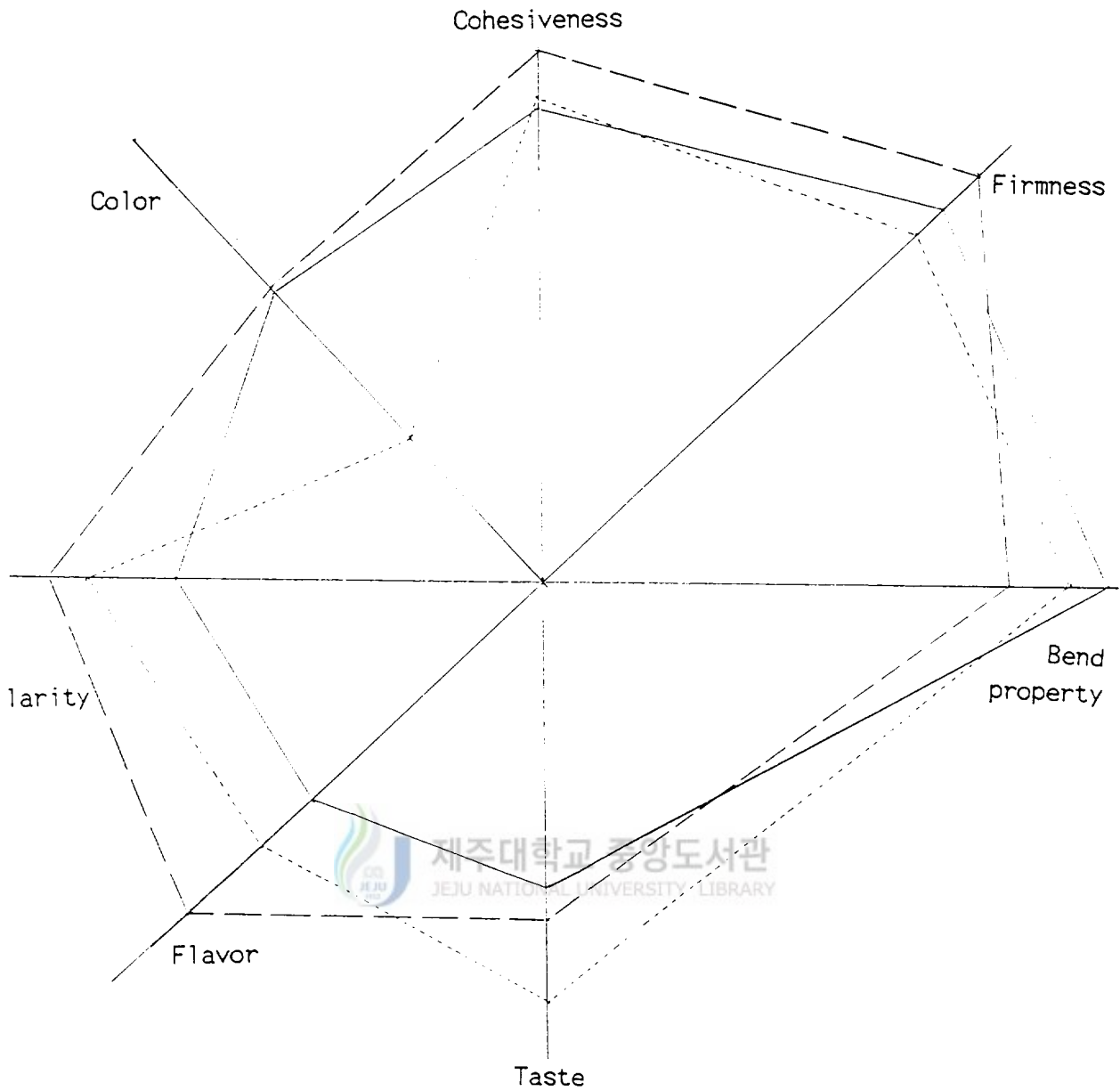


Fig. 34. QDA of seaweed Muk, Muk prepared with seaweed and soy milk, and Muks prepared with seaweed and concentrated soy milk(80%) with dry sea tangle material.

———— : Seaweed Muk, - - - : Muk prepared with seaweed and soy milk, ····· : Muk prepared with seaweed and concentrated soy milk(80%).

맛 보다는 두유의 맛에 익숙해 있는 것 같았다. 두유 중의 구수한 맛은 조체 중 특유취와 맛을 상쇄하고 있었으며 색깔에서 상당히 낮은 값을 보였는데 이는  $Ca^{2+}$ 에 의한 콩단백질의 setting 으로 인한 불투명성 때문인 것으로 생각된다. 전반적으로 조체에 대한 두유의 혼합비율 7 : 1의 목에서 전반적으로 좋은 관능 값을 나타냈다.

## 7. 분리대두단백질 혼합물의 제조

### (1) 겔화적정 조건

두유를 사용하면 공정상, 원료구입상 불편하여 그에 상응한 영양소의 보완역할과 겔강도를 감안하여 분리대두단백질을 사용하였다. 대두조단백질의 80-90%가 globulin이고, 대두의 주성분인 glycinin은 11S 분획이며  $\beta$ -conglycinin은 7S의 주성분이다. 11S는 glycinin의 중합체 또는 공중합체로서 globulin(Catsimpools와 Meyer, 1968)이며, 또한 glycinin은 가열에 의해 응고되며,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  등에 의한 촉진으로 응고를 완성한다고 알려져 있어 조체중의 알긴산이  $Ca^{2+}$ 에 의해 겔화된다는 점이 동일하다. 건미역 재료를 가지고 용해한 조체에 대한 분리대두단백질 혼합 비율(w/w)을 0-20%으로 하여 분리대두단백질 혼합조체를 65°C로 가열 유지한 상태에서 곧바로 각각 24시간 동안 1%  $CaCl_2$ 로 겔화한 뒤 겔강도의 비교를 Fig. 35에 나타내었다. 분리대두단백질의 함량이 0-5%까지 증가함에 따라 겔강도는 750-900g/cm<sup>2</sup>로 증가하였는데 전분응고목들의 통상 겔강도 200-300g/cm<sup>2</sup> 보다 2-3배 정도를 나타내었고 우무의 겔강도 550-600 g/cm<sup>2</sup> 보다 높아 원하는 겔강도로의 조정이 가능한 것으로 판단되었다.

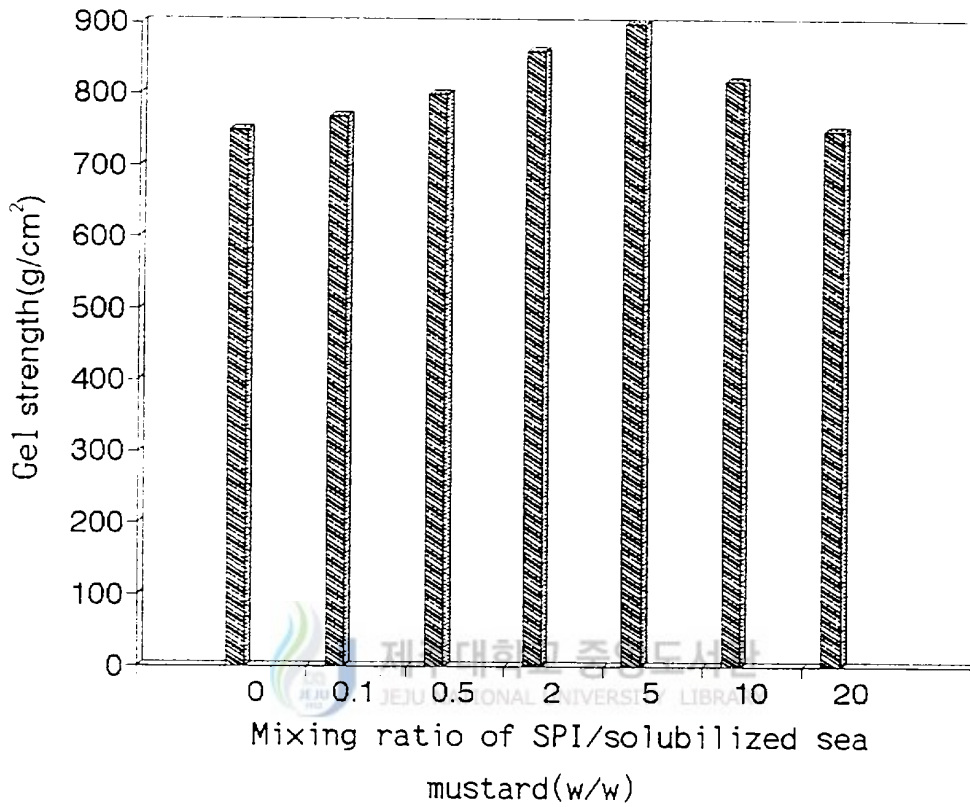


Fig. 35. Change of gel strength with mixing ratio of soy protein isolate to solubilized sea mustard. Heating of sol for 30min at 65°C.

한편 10%, 20%로 증가함에 따라 오히려 겔강도는 감소하였는데 이는 알긴산의 겔화가 주체이었으며, 분리대두단백질의 혼합비 5%(v/v)이상에서는 분리대두단백질의 응고가 주체를 이루고 있는 결과로 겔화가 아닌 즉 콩단백질의 응고상에 알긴산의 결합이 없이 떠있는 상태로 망상구조를 이루지 못하고 부서부서하여 겔강도를 잃어버린 것으로 생각한다.

## (2) 점도, 겔강도 및 수율

용해한 조체에 대하여 분리대두단백질을 5%혼합한 조체용해액의 점도는 Fig. 36과 같다. 건재료 중 분리대두단백질 혼합미역묵은 6200cP로 증가하였고, 다시마에서는 그의 혼합용해액이 14000cP로 증가되었는데 이는 수분 함량이 7.21%인 분리대두단백질 자체의 흡수성이 강하여 용해액 중의 수분과 결합하여 점도를 높인 까닭으로 보아진다. 이는 Bernal 등(1987)의 연구에서 다른 부원료에 비해 whey protein concentrate를 사용한 것이 가장 높은 점도를 나타내었던 결과와 같은 경향이다. 분리대두단백질 혼합묵 중 냉동다시마를 재료로 한 것이 18,000cP로 가장 높았으며 냉동미역재료에서는 2100cP로 가장 낮았다.

각재료로 부터 제조된 분리대두단백질 혼합조체묵의 겔강도는 Fig. 37과 같다. 분리대두단백질 혼합묵은 조체묵이나 두유혼합묵에 비해 높은 겔강도를 보였으며, 특히 건다시마를 재료로 한 분리대두단백질 혼합다시마묵이 1200g/cm<sup>2</sup>으로 가장 높았다.

각 재료로 부터 제조된 묵들의 수율은 Fig. 38과 같다. 수율은 미역재료로 만든 묵에 비해 다시마로 만든 묵들의 수율이 낮은 편이었으며 미역과 다시마 재료중에서 분리대두단백질혼합미역묵들이 조체묵이나 두유혼합조체묵에 비해 98.3%, 97.4%, 93.5, 99.5%로 최고 수율을 나타내었다. 이는

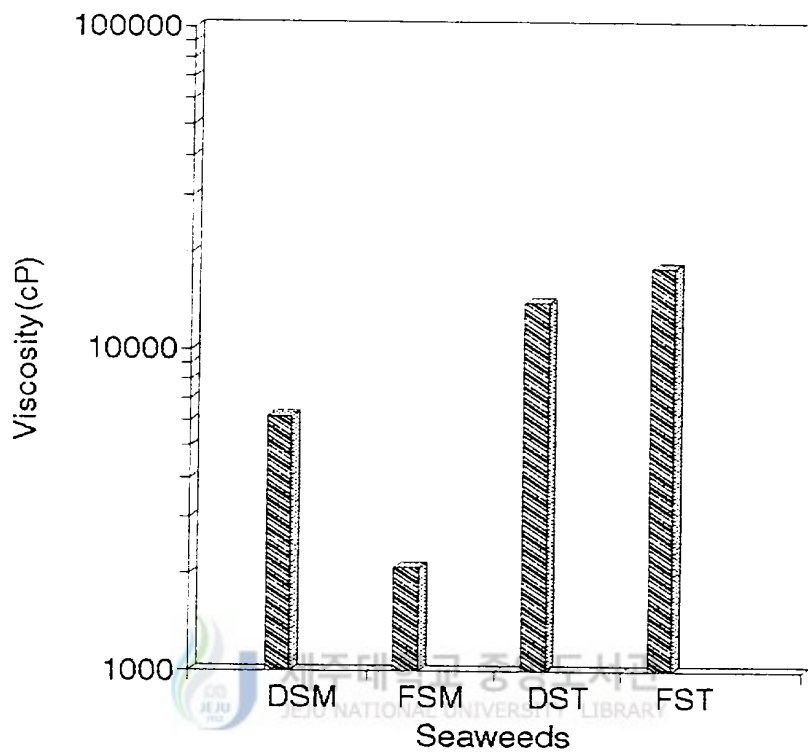


Fig. 36. Viscosity of Muk prepared with solubilized seaweed seaweeds and SPI with dry and frozen materials.

DSM : Dry sea mustard, FSM : Frozen sea Mustard, DST : Dry sea tangle, FST : Frozen sea tangle.



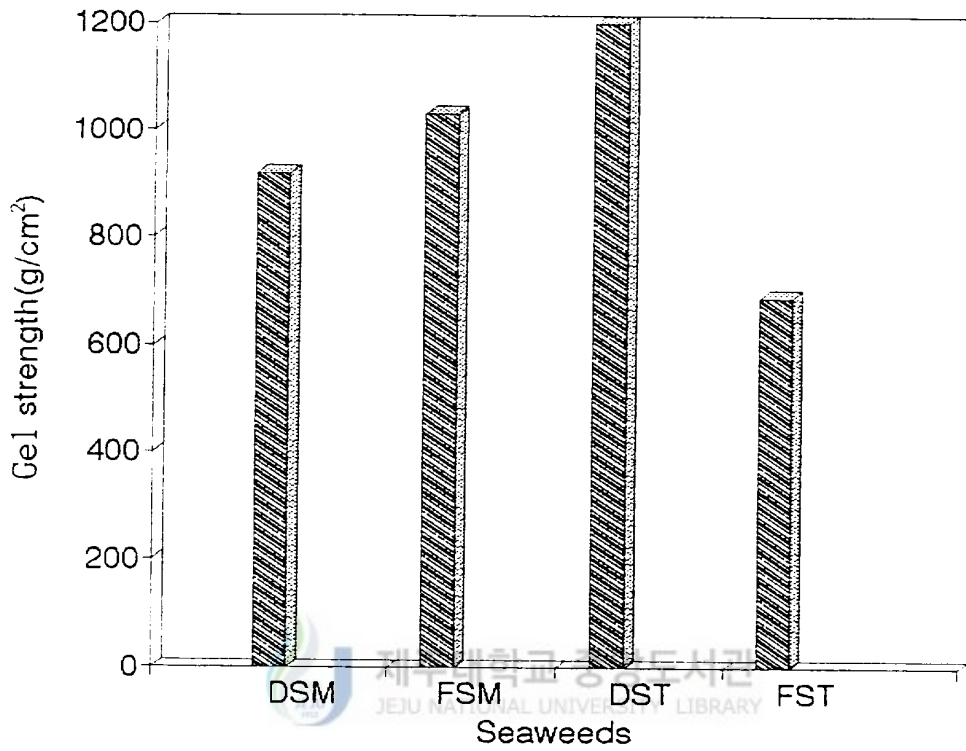


Fig. 37. Gel strength of Muks prepared with seaweed and soy protein isolate with dry and frozen seaweeds.

DSM : Dry sea mustard, FSM : Frozen sea mustard, DST : Dry sea tangle, FST : Frozen sea tangle.

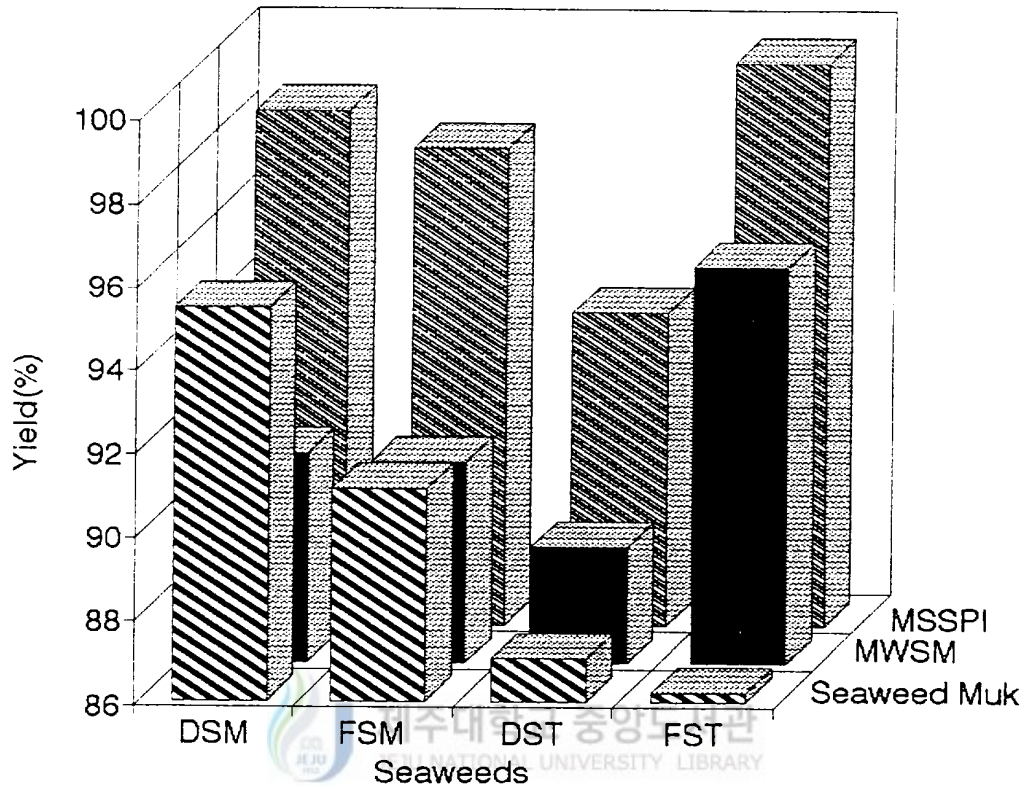


Fig. 38. Yield of Muks prepared with dry and frozen seaweeds.

MWSM : Muk prepared with seaweed and soy milk, MSSPI : Muk prepared with seaweed and soy protein isolate, DSM : Dry sea mustard, FSM : Frozen sea mustard, DST : Dry sea tangle, FST : Frozen sea tangle.

단백질이 조체중의 수분을 흡수하고 혼합된 조체액에  $Ca^{2+}$ 이온이 콩 단백질 glycinin과 반응하여 응고작용으로 수분분리를 막고 조체내의 알긴산과의 겔화가 동시에 일어남으로 높은 수율을 나타낸 것으로 보아지며, 다시마 목의 알긴산함량(Table 14)이 3.05%로 미역목의 2.48%에 비해 많았던 까닭으로 생각된다. 또한 미역재료로 부터 제조된 목들의 수율은 분리대두단백질혼합목이 가장 높았고 조체목 그리고 두유혼합목순으로 낮았는데 이는 두유속에 함유된 96.19%를 나타낸 수분과 분리대두단백질의 보수성으로 인한 수율차이로 보아진다. 한편 다시마 재료에서는 오히려 조체목 보다 두유혼합목에서 더 높은 수율을 보였다. 따라서 다시마조체 중의 200 - 300 배의 수분흡수성을 가진 알긴산 특성이 포화된 수화를 갖지 못한 상태에서 두유 속의 수분과 결합으로 조체목 보다 더 많은 수분과 함께 겔화된 까닭으로 생각된다.

## 8. 각종 목제품의 이화학적 성분조성



### (1) 기존목과의 일반성분 비교

각재료로 부터 만들어진 목제품과 농촌진흥청 자료(농촌진흥청 농촌 영양개선연수원, 1991) 중 녹두목, 도토리목, 메밀목, 우무의 일반성분, 칼슘과 인의 함량을 비교한 것을 Table 11에 나타내었다. 각 조체목들의 수분함량은 89.37-96.89%로 냉동미역이나 냉동다시마의 함량 88.50%, 83.89% 보다 많았으며 조단백질함량은 분리대두단백질 혼합목에서 높았는데 이는 분리대두단백질 부원료의 영향이라 생각된다. 지질함량은 모든 목들이 0.15g/100g 이하였으며, 각 조체목들 사이 큰 차이를 보이지 않았으

나 분리대두단백질 혼합묵에서 낮은 함량을 보이는 경향이였다.

**Table 11. Composition of seaweed Muks prepared with mungbean starch Muk, corn starch Muk, buckwheat starch Muk and agar Muk**

(per 100g edible portion)

Sample	Moisture (%)	Crude protein (g)	Crude fat (g)	Carbohydrate		Crude ash (g)	Calcium (mg)	Phosphorous (mg)
				Non fibrous (g)	Crude fiber (g)			
MSM*	70.5	4.5	0.1	24.6	0.2	0.1	58	230
CSM*	88.1	0.2	0.1	10.9	0.5	0.2	12	314
BSM*	84.6	2.7	0.2	11.9	0.3	0.3	13	156
AM*	99.0	0.1	0	0.8	0	0.1	10	3
SMM*	93.33	0.63	0.13	3.46	1.39	1.06	348.65	89.64
MMSM*	96.39	0.56	0.13	2.41	0.21	0.52	320.08	80.13
MMSPI*	89.40	5.79	0.08	2.68	0.87	1.18	453.49	64.54
SMM**	95.12	1.11	0.09	1.34	1.50	0.84	380.10	92.39
MMSM**	96.46	1.25	0.10	1.24	0.04	0.91	390.43	90.84
MMSPI**	94.37	3.04	0.04	1.48	0.71	0.63	462.68	84.66
STM*	93.63	0.91	0.13	4.43	0.29	0.61	246.65	88.48
MTSM*	96.26	0.56	0.15	2.62	0.13	0.56	331.08	84.62
MTSPI*	89.37	4.93	0.11	3.29	1.33	0.97	365.59	58.16
STM**	96.59	0.99	0.11	1.45	0.73	0.43	365.59	80.71
MTSM**	96.89	1.13	0.13	1.35	0.42	0.37	285.84	78.65
MTSPI**	92.86	3.79	0.10	1.90	1.29	0.32	220.61	74.37

+ : Food composition table of Rural Nutrition Institute, R.D.A. 4th(1991), \* : Prepared with dry seaweeds, \*\* : Prepared with frozen seaweeds, MSM : Mung bean starch Muk(jelly), CSM : Corn starch Muk(jelly), BSM : Buckwheat starch Muk, AM : Agar Muk(gel), SMM : Sea mustard Muk, MMSM : Muk prepared with sea mustard and soy milk, MMSPI : Muk prepared with sea mustard and soy protein isolate, STM : Sea tangle Muk, MTSM : Muk prepared with sea tangle and soy milk, MTSPI : Muk prepared with sea tangle and soy protein isolate.

탄수화물의 함량은 건재료로 부터 제조된 미역묵이 4.85g/100g으로 가장

높았으며 냉동재료로 부터 제조된 목 중에서는 분리대두단백질 혼합조제품에서 높은 함량을 보였다. 조섬유함량은 건, 냉동미역목에서 1.39%와 1.50%로 가장 높았다. 회분 함량은 목들 중 건재료로 부터 제조된 미역목과 분리대두단백질 혼합미역목에서 1.06g/100g과 1.18g/100g으로 건재료 중의 회분으로 부터 제품에 까지 영향을 미치고 있음을 나타내었다. 칼슘 함량은 미역목에서 건재료의 함량 보다도 반절 가까이 감소한 상태로 나타났고, 다시마목은 건다시마 재료와 비슷한 246.65-365.59mg/100g을 나타내었다. 반면 220.61 - 462.68mg/100g의 함량을 보인 냉동재료로 부터 제조된 목은 원 재료 69,05, 116.16mg/100g에 비해 높게 나타나  $Ca^{2+}$  겔화 체계에서의 목 제품에 응고액의  $Ca^{2+}$  이온이 유입됨을 확인할 수 있었다. 인의 함량은 냉동 다시마가 92.39mg/100g으로 가장 많았다.

일반적으로 전분유래로 목을 형성한 녹두목, 도토리목, 메밀목에 비해 해조목들의 수분함량은 많았으며, 유일한 기존 해조목인 홍조류의 우뚝가사리 등으로 제조된 우무에 비해 수분함량이 적었다. 또한 단백질함량은 보통 식물성단백질 함량이 많은 것으로 알려진 두류로 부터 유래한 녹두목의 4.5g/100g에 비해서는 조제품들과 두유혼합목들의 함량이 다소 적었지만 분리대두단백질로 인한 맛의 개선과 영양보완효과를 목적으로 제조한 분리대두단백질혼합목들은 3.04 - 5.79g/100g으로 그 제품에 상당하였으며, 우무의 함량 0.1g/100g에 비해서는 해조목제품의 단백질 함량은 많았다. 조지방은 녹두목, 도토리목, 메밀목과는 유사하였다. 당질함량은 녹두목, 도토리목, 메밀목의 함량, 11.9 - 24.6g/100g인데 비해 1/5 - 1/20 정도 적은 함량을 나타내었는데 이는 전분유래의 목들이 아밀로오스, 아밀로펙틴의 여러 분자량의 단분자와 그의 응집체 또는 이들의 응집체가 2차적으로 결합하여 형성되는 복잡한 구조의 겔(Biliaderis, 1992)인 반면 본

해조목은 갈조류 중 알긴산의 보수성으로 인한 많은 물을 보유한 상태에서 목의 조직을 지탱하는 형태의 제품인 때문으로 생각된다.

조섬유는 해조목제품이 녹두목, 도토리목, 메밀목에 비해 많거나 유사한 함량을 보였으며, 전혀 함량이 존재하지 않는 우무에 비해서 많은 함량이 었다. 조회분도 다른 목들에 비해 해조목이 많았고, 칼슘은 4 - 8배 정도 많았으며, 인의 함량은 녹두목(230mg), 도토리목(314mg), 메밀목(156mg)에 비해 적었으나 우무(3mg)에 비해 본 해조목들이 64.54-92.39mg으로 많았다. 전반적으로 해조목제품들은 일반성분, 칼슘 및 인의 영양소가 대체적으로 고른 분포를 하고 있었다.

## (2) 식이섬유

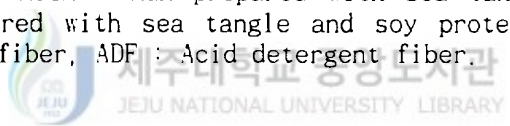
각 목제품들의 알긴산과 식이섬유 함량은 Table 12와 같다.

알긴산 함량은 건미역재료(Fig. 2)에서 29.03%, 건다시마재료 32.46%로 건다시마가 3.4% 정도 더 많았으며, 그것이 목제품 조직에 크게 영향을 키쳤으리라 생각된다. NDF는 건재료 중 미역목이 4.98%로 가장 많았고, ADF는 다시마목이 4.17%로 가장 많았으며 cellulose함량은 미역목이 2.83%로 가장 많았다. lignin함량은 재료들에 비해 목제품에서는 1/3-1/5 정도 적게 나타났는데 그 중 분리대두단백질 혼합다시마목의 함량이 가장 높아 건재료를 사용한 것은 2.96% 그리고 냉동재료를 사용한 것은 2.49%였다. Hemicellulose는 건재료중 미역목에서 1.39%로 가장 높았고 냉동재료에서도 미역목이 1.50%로 가장 높은 함량이었다. 전체적으로 모든 목들의 식이섬유함량도 고른 분포를 나타내고 있었다.

**Table 12. Alginic acid contents and dietary fiber composition of prepared Muks** (% , wet basis)

Products	Alginic acid	Dietary fiber				
		NDF	ADF	Lignin	Cellulose	Hemicellulose
SMM*	3.20	4.98	3.37	0.54	2.83	1.39
MMSM*	2.14	0.53	2.21	0.85	1.36	0.21
MMSPI*	2.48	1.11	2.56	1.53	1.03	0.87
SMM**	1.30	3.14	2.10	0.14	0.96	1.50
MMSM**	1.22	1.02	1.54	0.32	1.22	0.04
MMSPI**	1.30	2.24	1.88	1.08	0.80	0.71
1STM*	4.16	0.07	4.17	1.85	2.32	0.29
MTSM*	2.01	3.64	2.42	1.27	1.15	0.13
MTSPI*	3.05	4.50	3.24	2.96	0.28	1.33
STM**	1.15	0.81	3.92	1.77	2.15	0.73
MTSM**	1.09	3.53	2.72	1.51	1.21	0.42
MTSPI**	1.25	3.76	3.80	2.49	1.31	1.29

\* : Prepared with dry seaweeds, \*\* : Prepared with frozen seaweeds, SMM : Sea mustard Muk, MMSM : Muk prepared with sea mustard and soy milk, MMSPI : Muk prepared with sea mustard and soy protein isolate, STM : Sea tangle Muk, MTSM : Muk prepared with sea tangle and soy milk, MTSPI : Muk prepared with sea tangle and soy protein isolate, NDF : Neutral detergent fiber, ADF : Acid detergent fiber.



### (3) 색도

각 목제품의 색도는 Table 13과 같다.

모든 목에서 L값이 20.47 - 33.54로 명도는 낮은 편이었다. 건재료 중의 다시마목이 20.47%로 그 중 가장 어두운 값을 나타내었는데 적녹도(a값)는 - 0.19에서 - 1.60이었으며, 황청도(b값)는 4.56에서 11.21의 범위로 주로 녹황색들을 띄고 있었다. 특히 미역목들은 a값이 -1.60으로 녹색이 강하였다.

**Table 13. Color difference analysis of seaweed Muks**

Sample	L	a	b	DE
SMM*	20.78	-1.60	4.57	75.63
MMSM*	22.58	-1.32	7.39	74.04
MMSPI*	29.40	-1.28	8.58	67.39
SMM**	20.92	-1.60	4.56	75.48
MMSM**	22.61	-1.32	7.39	74.01
MMSPI**	29.42	-1.38	8.61	67.39
STM*	20.47	-0.77	6.75	76.08
MTSM*	28.03	-0.86	9.15	68.82
MTSPI*	33.54	-0.98	9.53	63.41
STM**	22.46	-0.48	8.84	74.31
MTSM**	27.39	-0.38	11.10	69.73
MTSPI**	30.71	-0.19	11.21	66.47

\* : Prepared with dry seaweeds, \*\* : Prepared with frozen seaweeds, SMM : Sea mustard Muk, MMSM : Muk prepared with sea mustard and soy milk, MMSPI : Muk prepared with sea mustard and soy protein isolate, STM : Sea tangle Muk, MTSM : Muk prepared with sea tangle and soy milk, MTSPI : Muk prepared with sea tangle and soy protein isolate.

이는 미역이 다시마에 비해 갈조류색소가 많은 원인에서 비롯된 것으로 보이며, 갈색색소는 결국 polyphenol에서 유래되는 것(강, 1981, 1984 ; 강 등, 1990) 으로서 이들의 제거에 따라 명도를 높일 수 있을 것이다.

냉동다시마 재료 중 분리대두단백질혼합물의 값은 b= 11.21로 황색이 가장 진했다. 알긴산의 제조에서는 그의 용도를 다양화하기 위해, 투명한 제품을 얻기 위해 또한 제품의 변색을 방지하기 위해 노력해왔다. 그의 예로 조체를 용해하기 전에 희알칼리처리를 하여 조체표피 중의 흑갈색 색소를 제거하였고, 겔화된 것들의 표백과 탈색을 위해 표백분, NaClO, 알콜, metabisulphite, hydrosulphite 등의 처리, 또한 각기 용해제로써 알칼리의 금속염 처리에 따른 독특한 색의 발색과 조체의 본 색깔의 특성, 여과



공정의 정도 등으로 인한 요소들(강, 1978, 1981 ; 강 등, 1990 ; 鈴木 등, 1968 ; 오 등, 1988 ; Bashford 등 1960 ; Black 1958)이 목제품에 영향을 미칠 수 있는 까닭에 기호에 맞는 목제품 색깔 조정이 가능하다. 각 색들의 색의편차는 모든재료에서 조체목, 두유혼합목, 분리대두단백질혼합목 순으로 그 차이가 적었고, 그 값이 60 이상을 나타냈다.

## IV. 요약

해조류 중 생산량이 많고 건강식품 소재로 가능성이 높은 미역과 다시마를 이용하여 해조묵을 제조하였다. 조체묵 및 콩단백질이 첨가된 혼합묵의 제조 조건을 규명하고 제조과정 중  $\text{Ca}^{++}$  함량 및 조직학적인 변화를 조사하였다. 제조된 묵의 관능시험, 일반성분, 식이섬유함량을 측정하였으며 수침저장 중 저장 온도와 시간에 따른 생균수, pH, 적정산도, 겔강도 및 TVN의 변화를 측정하여 적정저장 조건을 검토한 연구 결과는 다음과 같다.

1. 해조묵제조의 최적조건은 조체마쇄액에 1%  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  용액을 1:1(v/v)로 혼합하여 65℃, 1시간 가열하여 용해하고, 60mesh로 여과한 다 실온에서 조체용해액을 3배량(v/v)의 1%  $\text{CaCl}_2$  용액에 침지하여  $\text{Ca}^{++}$ 이 24시간 동안 자연침투시켜 겔화하는 것이 적당하였다.
2. 미역묵은 겔강도, 수율 및 비중이 각각  $800\text{g}/\text{cm}^2$ , 87.5%, 1.29 이었고, 다시마묵은 각각  $880\text{g}/\text{cm}^2$ , 78.5%, 1.31로 겔강도는 다시마가 높고, 수율은 미역이 높았다.
3. 두유혼합 미역묵의 제조는 두유의 비율을 증가시킴에 따라 겔강도는 감소되었고, 농축한 두유를 혼합할수록 겔강도는 증가하였다. 또한 조체용해액에 대한 두유의 비율을 7:1로 혼합하여 65℃에서 겔화가 적절하였다.
4. 조체용해액에 분리대두단백질을 5%(w/w)를 혼합하여 65℃에서 겔화할 때 조체묵이나 두유혼합묵에 비해 높은 겔강도( $900\text{g}/\text{cm}^2$ )을 가지는 분리

대두단백질 혼합목제조가 가능하였다.

5. 겔화하는 동안 미역이 다시마 보다  $Ca^{++}$ 함량 증가가 빠르며, 겔형성 후 수침시 유출되는  $Ca^{++}$ 량도 미역이 다시마 보다 많았다. 가열, 알칼리 용해 및 목제조에 따라 알긴산은 점차적으로 용해되었으나 사상세포는 다시마인 경우 미세하게 절단되었으나 미역인 경우 상당 부분 목중에 잔존함에 따라 다시마목은 미역목에 비하여 고르고 부드러운 조직형태를 나타내었다.
6. 주원료인 조체는 건다시마>냉동미역>냉동다시마>건미역순으로 제조한 목이 기호성이 좋았으며 제조된 목 중에서는 두유혼합목이 가장 좋은 관능 검사 결과를 얻었다. 다시마에 분리대두단백질 혼합목은 명도(L)가 다른 목에 비해 높은 경향을 나타냈으며, 모든 목들이 녹황색(a: -0.19 ~ -1.60, b: 4.56 ~ 11.21)을 띄고 있는 것으로 색차계에 의해 측정되었다.
7. 수분함량은 분리대두단백질 혼합목에서 가장 적었으며 두유혼합목에서 가장 많았다. 건재료로 부터 제조된 다시마목의 알긴산이 4.16%, 미역목의 NDF가 4.90%, 다시마목의 ADF가 4.17%, 분리대두단백질 혼합다시마목의 lignin이 2.96%, 미역목의 cellulose가 2.83%, 냉동재료로 부터 제조된 미역목의 hemicellulose가 1.50%로 가장 많았다.
8. 목저장 중 겔강도는 약화되었으며, TVN, 생균수의 증가가 나타났다. 조체목의 수침저장은 32℃에서는 3일 저장까지, 18℃ 이하에서는 15일 저장까지도 가능하였으며, 두유혼합목은 조체목 보다는 저장 기간이 짧아서 18℃ 저장시 3일 까지 가능한 것으로 판단되었다.

## V. 참고문헌

- A.O.A.C, 1990, *Official methods of analysis*, 15th, Ed, p.83.
- A.P.H.A, 1962, Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish, *Am. Pub. Health Assoc.*, 3rd, Ed. p.1.
- Ayako, Y., Y. Koichi and O. Keiichi, 1992, Iodine distribution in blades of several *Laminarias* grown in the same sea area, *Nippon Susan Gakkaishi*, 58(7), 1373-1379.
- Bashford L. A., R. S. Thomas and F. N. Woodward, 1960, Production of alginates from brown marine algae-Manufacture of Algal Camicals. *J. Soc. Chem. Ind.*, 11 : 337-343.
- Bernal, V. M., C. Smajda and D. W. Stanley, 1987, Interactions in protein polysaccharide/calcium gels, *J. Food Sci.*, 52(5), 1121-1136.
- Biliaderis, C G., 1992, Structures and phase transitions of starch in food systems, *Food Technology*, 6 : 98-107.
- Bittner, A. S., E. A. Burritt and J. C. Street, 1982, Neutral and acidic sugar composition of the alcohol in soluble residue from human feeds, *J. Food Sci.*, 47.
- Black, W. A. P., 1958, The algae-Processed plant protein, *Foodstuffs*, 30 : 805-827.

Catsimpoos, N. and E. W. Meyer, 1968, Biochemistry, *Biologys. Acta.*, 168 : 122.

차용준, 이용호, 박두천, 1988, 해조류의 가공 및 이용에 관한 연구, 미역잼의 제조에 관한 연구, 한국수산학회지, 21(1), 42-49.

최진호, 임채환, 김재연, 양종순, 최재수, 1986, 식물섬유로서의 알긴산의 비만억제효과-비만치료식 개발을 위한 기초연구, 한국수산학회지, 19(4), 303-311.

Costas G. B., 1992, Structures and phase transitions of starch in food systems, *Food Technology*, 6 : 98-107.

Craddock, M. A. and C. V. Morr, 1988, Evaluation of alternative methods to increase calcium retention in cottage cheese curd, *J. Food Sci.*, 53(6), 1680-1683.

田淵徳一, 1980, 海藻抽出物としてのアルキ"ンと最近の應用について, *New Food Industry*, 22(12), 24-29.

田淵徳一, 1989, アルキ"ン酸利用の新しい展望, 月刊フ-ト"ケミカル, 3 : 45 - 52.

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

Fumio, K., K. Mitsugu and H. Tamae, 1967, Influence of calcium and viscosity upon the setting of algin jelly in a acid-containing Sucrose solution, *Nippon shokuhin Kokyo Gakkishi*, 14(1), 304-307.

吉村彩子, 大石圭一, 1973, 昆布葉體の無機成分の分布, 日水紙, 39(3), 317.

한재금, 고진복, 1986, 미역 첨가급식이 흰쥐의 간 및 혈청의 지질농도에 미치는 영향, 한국영양식량학회지, 15(4), 17-23.

Hendrickx, M., A. C. Vander, A. Engels and P. Tobback, 1986, Diffusion of glucose in carrageenan gels, *J. Food Sci.*, 51(6), 1544-1546.

Hernan M., J. M. Regenstein, and R. Baker, 1977, Studies to improve the extraction of mannitol and alginic acid from *Macrocystis pyrifera*, A Marine brown alga. *Economic botany*, January-March, 31 : 24-29.

北御門學, 曹照煌, 青木恭彦, 山口邦子, 木利芳, 1989, アルキ"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, 曹照煌, 1993, アルキ"ン酸から酵素分解によつて調製したオリゴ"糖の静菌作用, 日本水産學會紙. 59(2), 315.

猪野俊平, 1977, 植物組織學, 内田老鶴園新社, 7, p.399.

岩崎富生, 1986, 健康素材として海藻の效能と應用, 月刊フ"ト"ケミカル, 10 : 47-53.

- 주현규, 조규성, 조황연, 채수규, 박충균, 마상조, 식품분석법, 1989, 유림문화사, 5(2) p.277
- 정노팔, 김우갑, 김학렬, 이형환, 강빈구, 1981, 세포생물학실험, 범문사, p.61.
- 강제원, 1984, 해산식물학. 대한교과서주식회사. p.215.
- 강영주, 1977, 갈조류의 성분조성에 대한 연구, 제주대학교논문집, 9 : 147-153.
- 강영주, 송대진, 1978, 알긴산의 추출수율에 미치는 축합인산염 및 EDTA의 효과, 제주대학교논문집, 2, p.145-149.
- 강영주, 1981, 건조감태 착색성분의 추출과 이용성에 대하여-해조류색소의 식용화에 관한 연구, 제주대학교논문집, 2, p.199-203.
- 강영주, 1984, 미역의 Polyphenol성 화합물에 관한 연구, 제주대학교논문집, 2, p.139-146.
- 강영주, 강동섭, 고경익, 1990, 건조감태 polyphenol성 물질의 추출조건과 정량에 관한 연구, 제주대학교 해양연구보고지, 14, p.25-37.
- 笠原 文雄, 1979,カラキ"ナンの生理作用について, *New Food Industry*, 22(12), 30-38.
- 김범숙, 1979, Jelly Strength 측정법의 기초적 조작법-한천의 물성 연구, 군산수대연보, 13(3), 23-26.
- 김장량, 박영호, 1975. 갈조류의 알긴산 함량에 관한 연구, 부산수대연구보

고, 15(1,2), 27-29.

김길환, 김창식, 1982. 미역김의 제조와 이화학적 특성에 관한 연구, 제 1 보 : 미역김 조직화학적 특성, 한국식품과학회지, 14(4), 336-341.

김길환, 김창식, 1983. 미역김의 제조와 이화학적 특성에 관한 연구, 제 2 보 : 미역의 조성, 한국식품과학회지, 15(3), 277-281.

Kinoshita, S., K. Yasushi, O. Atsumi, T. Yoshida and N. Kasai, 1991, Isolation of alginate-degrading organism and purification of its alginate lyase, *J. of Ferment. and Bioengi.*, 72(2), 74-78.

Kim, S. K and D'apponia, B. L, 1977, Effect of pentozans on the retrogradation of wheat starch gels, *Cereal Chem.*, 54(1), p.150.

김선희, 박희연, 박원기, 1988, 해조가공품의 Dietary Fiber 함량과 물리적 특성. 한국영양식량학회지, 17 (4), 320-325.

김우준, 1992, 최신수산화학, p. 221.

김영아, 1991, 관통시험, 역압출시험, 노화특성시험-도토리묵의 텍스처 특성, 한국영양식량학회지, 20(2), 173-178.

김영아, 이혜수, 1989, 응력완화시험에 의한 도토리 전분겔의 물성론적 모형 분석, 한국조리과학회지, 5(1), p.49-53.

Lee, C. S, 1984, Studies on the cooking quality of mung bean starch(part 2). *Science of Cookery*, 14(2), p.56.

林 哲仁, 1989, エキスむ見直す-主に抗腫瘍高分子生理活性物質について-



未利用水産資源開發の一例, 月刊フ-ト”ケミカル, 2 : 57-62.

이응호, 차용준, 김정균, 권철성, 1983, 해조류의 가공 및 이용에 관한 연구. 1. 미역분말주스제조. 한국영양식량학회지, 12(4). 382-386.

이종우, 성락주, 1980, 해조류의 무기성분, 한국영양식량학회지, 9(1). 51

이신영, 김광중, 이상규, 1986, 보리전분젤의 역학적성질, 한국영양식량학회지, 18(3), 215-219.

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.

Nilson, W. N. and J. A. Wagner, 1951, Feeding tests with some algin products, *Exp. Biol. and M. Sci.*, 76(16). 630-635.

Noda, H, A. Hideyomi, A. Koich, H. Sinziro and N. Kazutosi, 1989, Studies on the antitumour activity of marine algae, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55(7), 1259-1264.

농촌진흥청 농촌영양개선연수원, 1991, 식품성분표, 제4개정판.p.11-175.

오찬열, 김영조, 이장순, 강동섭, 강영주, 1988, Propylene glycol alginate 제조에 관한 연구, 제주대학교해양연구소연구보고지, 12, p.63-72.

오준세, 이규희, 이원용, 이기순, 오만건, 1988, 대두의 알칼리처리가 두유의 품질에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 17(2), 85-94.

奥村 誠, 内田 和郎, 1990, 増粘安定劑の新しい動向, 月刊フ-ト”ケミカル, 5 : 65-70.

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.

박옥진, 김광옥, 1988a, 옥수수전분과 hydrocolloids첨가가 녹두전분 및 목의 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 20(4), 618-624.

박상옥, 김광옥, 1988b, 옥수수전분을 혼합한 도토리묵의 관능적 특성, 한국식품과학회지, 20(4), 613-617.

박상옥, 김광옥, 1989, 조건분농도 및 침지시일이 도토리묵의 묵의 관능적 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 21(1), 9-12.

박영호, 1969, 갈조류의 알긴산함량의 계절적인 변화에 관하여, 한국수산학회지, 2(1), 71-81.

박영호, 하재형, 오후규, 강영주, 1976, II. 홍조류의 carrageenan함량과 그 화학적 성상-미이용해조류의 이용화에 관한 연구, 한국수산학회지, 9(3), 163-168.

박영호, 하재형, 오후규, 강영주, 1988, I. 미이용해조류의 성분조성과 해조 단백질의 추출-미이용해조류의 이용화에 관한 연구, 한국식품과학회지, 9(3), 155-192.

Ragan, M. A, O. Smidsrod and B. Larsen, 1979, Chelation of divalent metalions by brown algal polyphenols, *Mar. Chem.* 7, p. 265 - 271.

Ralph, D. W and M. H. Gomez, 1992, Dispersion behavior of starch, *Food techno.*, 6 : 108-113.

Rees, D. A, 1981, Polysaccharide shapes and interactions-some recent advances, *Pure Appl. Chem.*, 53(1), 14-18.

Robert, L. A, 1982, *Handbook of water-soluble gums and resins, Alginates*, McGraw Hill Book Co., 2 : 177.

Roy L. W, 1993, Algin-polysaccarides and their dirivates-Industrial Gums, 3rd, Ed, *Academic Press, New York and London*, 6 : 49.

Ruth L. P and M. Brown, 1984, Nutrition-an integrated approach, Ed. 3rd, *Academic Press, New York and London*, p.790.

Ryu B. H, D. S. Kim, K.J. Cho and D. B. Sim, 1989, Antitumer activity of sea weeds toward sarcoma-180, *Korean J Food Sci Technol*, 21(5), 595-600.

西澤一俊, 1988, 海藻の植物纖維, 月刊フ-ト”ケミカル, 9 : 47-54.

松田精司, 1989, 水溶性アルキン酸の開発, 月刊フ-ト”ケミカル, 3 : 41-44.

- 蘆田勝朗, 1989, 水産食品成分の機能性について, 月刊フットケミカル, 2, 52-56
- 鈴木明治, 東秀雄, 1968, 総合食料工業, 恒星社 厚生閣, : 861-868.
- 식품공전, 1991, 한국식품공업협회, p.189-191.
- 신호선, 1983, 식품분석(이론과 실험), 신광출판사, 10(1), 253.
- Sime, W. J, 1982, Alginates-hand book of water-soluble gums and resins, McGraw Hill Co., p.177-199.
- Smith, A. K. and S. J. Circle, 1972, Soybeans-Chemistry and technology-Proteins, McGraw Hill co., 1 : 110.
- Stone, H., J. Sidel, S. Oliver, A. Woolsey and R. C. Singleton, 1974, Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis, *Food Technol...*, 28(11), 24.
- 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, 月刊フットケミカル, 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, 月刊フットケミカル, 5 : 10-15.
- Tseng C. H, K. Yamaguchi, M. Nishimura and M. Kitamikado, 1992, Alginate lyase from *vibrio alginolyticus*, ATCC 17749, 58(11), 2063-2066.
- Tsngio N. and N. Y. Etsunosakei, 1965, Gel containing dimethyl

sulfoxide, *Japan 70 32.047 (cl.C 09k)* 16(10).

Turhiko, S, 1967, Gel hardness of Gel made for alginates, *Hokusuishi geppo.*, 24(9), 350-356.

植村 功, 1989, カラキ”ナン工業とその原料海藻, 月刊フ”ケミカル, 3 : 53-59.

Van Soest, P. J, 1963, Use of detergents in the analysis fibrous feeds, *J. Agri. Chem.*, 46 : 825-829.

Van Soest, P. J and R. H. Wine, 1967, *J. Assoc. Offic. Anal. Chem.*, p.50.

Whistler, R. L, 1973, Polysaccharides and their derivatives- Industrial gums, *Academic press, New York and London*, 4 : 49-76.

William, L. N and H. Leonard, 1929, The alginic acid from *Macrocystis pyrifera*, *Cretcher*, 51(6), 1914.

Wolf, W. J, G. E. Babcock, and A. K. Smith, 1962, Purification and stability studies of the 11S component of soybean proteins, *Arch. Biochem. Biophys.*, 99 : 265.

양창일, 1966, 분자량 분자축합도 및 비점도-고점도 Sodium Alginate의 제조에 관한 연구, 제주대학교연구보고지, 1 : 1-12.

양창일, 1975, 시험관 내에서의 알긴산축합-알긴산에 관한연구, 물리학적 고찰, 제주대학교연구보고지, 4, p.57-63.

## 사 사

본 연구를 위해 시종 아낌없는 배려와 사랑으로 배우고 깨우치게 해주신 강영주 지도교수님께 먼저 깊은 감사를 드립니다. 많은 부족한 점들을 가르쳐 일깨워 주신 송대진 교수님, 논문의 기틀을 정리해 주시고 연구과정에서 희생을 감당하신 이근우 교수님, 많은 가르치심과 은혜를 베풀어 주신 김수현 교수님, 세심한 논문정리로 함께해 주신 하진환 교수님께 감사를 드립니다. 자상한 조언과 많은 가르침을 주신 임상빈 교수님, 학위과정 동안 많은 지식을 쌓게해 주신 김재하 학장님, 고영환 교수님께 감사의 말씀 전합니다.

배움의 길에 도움을 주신 국중렬 교수님, 곁에서 항상 도와 주시고 사랑으로 돌보아 주신 장수현 교수님, 실험과정에서 여러가지 일깨움을 주신 김종배 교수님, 아낌없는 조언과 물심양면으로 도움을 주신 김건배 교수님, 저의 일을 도맡아 하시고 일깨움을 주신 최선남 교수님께 고마운 마음을 전합니다. 배움의 시간을 할애해 주신 전 흥성근학장님과 현 유봉석학장님께 감사드립니다.

그리고 성분분석에 일익을 감당하신 김효선 선생님과 식품가공학실험실 후배들, 또한 함께 땀흘리며, 분석, 물성실험에 헌신한 군산대학교 수산가공학과 이용욱, 허련, 문윤경, 유혜경, 문현규군과 함께 기쁨을 나누고 싶습니다.

끝으로 힘들고 고된 시간속에서 고통을 분담하신 장인, 장모님 그리고 끊임 없는 새벽제단의 기도, 모든 희생을 도맡아 무릅쓰고 희망과 용기를 잃지 않게 슬기롭게 내조하여 준 최문경 아내와 그래도 아빠라고 안겨주는 아들 진웅이와 요진이에게 이 영광을 돌리면서, 도움을 주신 모든 분들께 2000년대 수산식품의 주역이 되어 보답하겠습니다.