

미역과 다시마를 이용한 해조묵제조

3. 두유혼합묵과 분리대두단백질 혼합묵

정용현 · 국중렬 · 장수현 · 김종배 · 김건배 · 최선남 · 강영주*
군산대학교 수산기공학과, *제주대학교 식품공학과

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

3. Muks Prepared with Soy milk or Soy Protein Isolate

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 conditions for preparation of seaweed Muks with soy protein were investigated. 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.

Gel strength of seaweed Muk mixed 5%(w/w) of soy protein isolate was higher(900g/cm²) than those of seaweed Muks with and without soy milk.

Key words : seaweed jelly, soy milk, soy protein isolate

서 론

미역과 다시마에는 당질과 무기질이 풍부하고 비타민, 항생물질, 항암물질 등도 풍부하다(輿平과 桑名, 1987, 1991; 岩崎, 1991; Ryu, 1989 ; Ayako, 1992). 하지만 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-octen-3-ol으로 인해 비린내를 내는 문제점을 갖고 있다. 그런데 Oh et al. (1988)은 두유를 알칼리 처리시 콩비린내를 개선할 수 있다고 보고하고 있다. 따라서 미역과 다시마묵

제조시 두유를 첨가하여 알칼리로 처리할 경우 두유의 단점인 비린내를 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 묵제조의 필요성이 대두된다.

그와 관련한 연구로는 다당류, 단백질과 칼슘을 이용한 겔에서 일어나는 상호작용의 본질과 점도 등에서 동결과 가열의 효과, 수분손실이 조사되었고(Bernal, 1987), 칠면조육을 가지고 재구성한 제품의 저장 수명에 대한 연구(Ernst et al. 1989), 재구성한 beef-steak에서 생것과 요리한 부위 결합체로서 algin/calcium 겔에 관한 연구(Means et al. 1987; Means and Schmidt, 1986) 등이 있었으나 순수한 조체와 단백질,

갈습을 이용한 재구성 제품은 찾아 보기 힘들다.

결국 미역이나 다시마는 대부분 조제상태 그대로 식용되어지기 때문에 섭취상태의 불편한 점과 특이취로 인한 좋지 못한 점 등이 있어 이를 개선하고 기호면에서 맛, 영양 및 해조 그 자체의 물성을 최대한으로 유지하면서 쉽게 식탁에서 접할 수 있는 형태의 해조묵 제조가 요구되어진다. 따라서 미역과 다시마 용해액에 콩단백질을 혼합하여 최적젤화 조건을 얻은 결과를 보고한다.

재료 및 방법

1. 재료

(1) 주원료

1) 미역과 다시마:

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

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

(2) 부원료

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

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

(3) 겔화제: CaCl₂(YAKURI PURE CHEMICALS Co.) 특급을 사용하였다.

(4) 기타: 용해제 및 분석용시약은 특급 또는 일급을 사용하였다.

2. 방법

두유혼합묵의 제조

1) 묵제조: Jung et al.(1994 a,b)에 준하여 제조하되 두유혼합묵의 제조는 그 조제 용해액에 대한 두유의 비율을 7:1(v/v)로 혼합하여 겔화하였다. 한편 조제액의 수분함량을 줄임으로써 상대적으로 알긴산의 농도를 높임과 동시에 점도를 높일 목적으로 약간 변형한 Fig. 1의 방법을 사용하였다. 그 방법에 의해

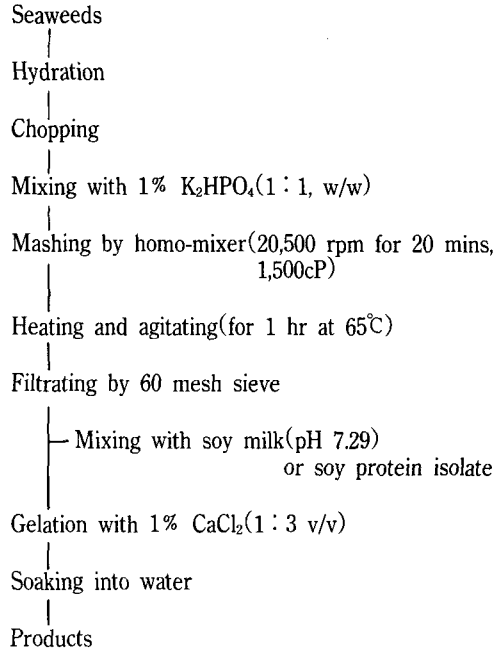


Fig. 1. Preparation method of seaweed jelly (Muk).

묵을 제조하면 그 용해액의 높은 점도로 인하여 자연여과가 되지 않기 때문에 60mesh 체에 진공펌프(1/4 HP, 진공도; 2×10⁻⁴ torr, 금성)를 부착한 원통형 여과장치(230×500mm)를 제작하여 여과공정에 사용하였다. 또한 조제 용해액에 대한 두유혼합을 10:1~1:1(v/v)의 비율로 첨가하여 묵을 제조하였으며, 또한 10~80% 까지 농축한 두유를 사용하여 각각의 묵제품을 제조하여 20°C와 65°C 조건하에서 1% CaCl₂ 용액으로 겔화하였다.

2) 두유의 농축: 두유 중의 수분함량을 줄이기 위하여 측정용 비이커에 넣고 100°C 항온수조상에서 교반과 동시 부피의 감량을 측정하면서 교반, 가열 농축하여 시료로 사용하였다.

분리대두단백질 혼합묵의 제조

묵 제조: 조제묵, 두유혼합묵 및 분리대두단백질 혼합묵을 비교하기 위하여 Fig. 1에 준하여 묵제품을 만들었으며, 분말상 분리대두단백질을 조제 용해액에 대한 비율을 0~20%로 혼합하여 겔화하되 분리대두단백질 혼합묵은 65°C 항온수조상에서 가열한 상태에서 1% CaCl₂ 용액에 침지, 겔화하였다. 한편 겔화시에는 많

3. 두유혼합물과 분리대두단백질 혼합물

은 세공을 뚫어놓은 polyethylene box(160×100×25 mm)안에 여포(60mesh)를 깔고 그 위에 용해한 조제액, 부원료 혼합액을 부어 다시 그 위에 여포를 덮어서 겔화하였다.

1) 점도 측정 : 점도측정은 VT-04 고점도용 Viscotester (Rion Co. LTD, Japan)를 사용하여 알칼리첨가 전후의 용액을 20°C에서 각기 3번씩을 측정하여 그의 평균값을 cP로 나타내었다.

2) 겔강도 측정 : 한천의 겔리강도 측정법(Kim, 1979)에 준하였으며, 만들어진 겔을 45×45×25mm로 목의 겔화표면이 윗면으로 향하게 하여 자르고 20°C에서 겔리강도측정기(日寒水式 日本大産業 株)로 겔의 중앙부 1cm²당 받는 내압최대하중량을 측정하였다. 측정시간 한도는 3sec로 하고, 플랜지가 겔 속으로 10mm 깊이로 파고들 때의 그 하중량으로 하였다.

3) 수율 측정 : 수율은 마쇄 또는 용해한 조제 25 ml에 대한 1% CaCl₂ 용액으로 겔화한 겔의 무게비를 백분율(w/w)로 하되, 겔 표면의 겔화용액은 10min 동안 흘러 제거한 다음 측정하였다.

결과 및 고찰

두유혼합물의 제조

두유 첨가량에 따른 CaCl₂으로 20°C에서 겔화시킨 미역묵의 겔강도는 Fig. 2와 같다. 대두단백질의 약 90%는 물로써 추출되어지는데 추출되는 이러한 단백질은 약 90%가 pH 4~5에서 등전침전하고, 침전 단백질은 대두 globulin 또는 산침전단백질로 칭하며, 대두단백질 중의 약 80%를 점유한다(Smith and Circle, 1972). 또한 대두 globulin의 침강인자는 pH, 이온강도 등의 환경인자로 변화(Smith and Circle, 1972; Wolf et al., 1962)하는 것으로 알려져 있다. CaCl₂로 겔화시킨 겔강도는 미역용해액에 대한 두유의 비율을 증가 시킴에 따라 감소됐다. 즉 비율 10 : 1에서는 1 : 1에서 보다 1.7배 감소하였다. 이것은 두유중의 과다한 수분 함량(92~97%) 때문인 것으로 생각된다. 두유의 가열 농축률이 두유혼합물의 겔강도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 10%, 20%, 50%, 80% (v/v)로 농축한 두유를 미역 용해액에 대하여 1 : 7로 혼합하여 20°C 또는 65°C에서 CaCl₂로 겔화시킨 겔들의 겔강도는

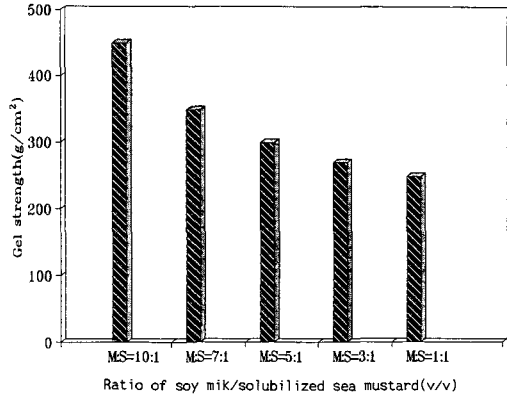


Fig. 2. Gel strength of Muk prepared with sea mustard and soy milk at 20°C. M: Solubilized sea mustard, S: Soy milk

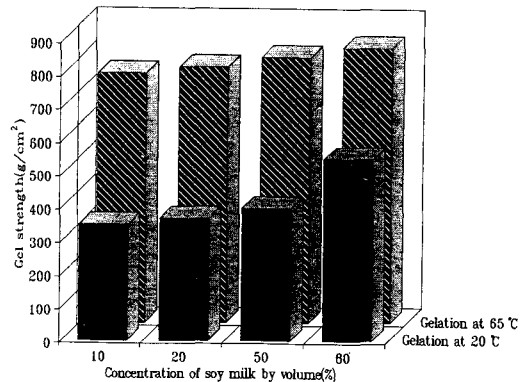


Fig. 3. Gel strength of Muk prepared with sea mustard and concentrated soy milk at 20°C and 65°C. Solubilized sea mustard: Soy milk=7 : 1(v/v)

Fig. 3과 같다. 함량에 따라서 겔강도의 차이가 나타났으며 수분의 함량이 적은 농축두유일수록 겔강도가 증가하였는데, 이는 Jung et al.(1994 a)의 결과에서와 같이 물의 함량차이가 겔강도에 크게 작용함을 보여 주고 있다. 따라서 농축 대두단백질이나 분리 대두단백질을 부원료로 사용하면 제품목의 겔강도를 쉽게 조절할 수 있고, 영양강화역할도 하리라고 본다. 20°C에서 보다 65°C에서 겔강도가 280~400 g/cm² 정도 높게 나타났는데 이는 CaCl₂ 겔화체계에서는 열에너지가 존재할 때 Ca⁺⁺의 겔내 확산정도가 좋으며 또한 두유 중 분리대두단백질의 Ca⁺⁺에 의한 응고정도가 알긴산 겔화에 강하게 작용하여 겔강도가 높아지는 것으로 추정된다.

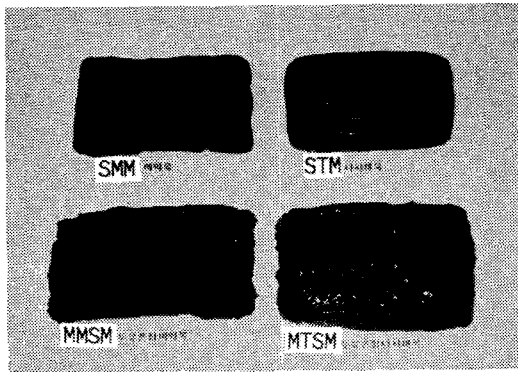


Fig. 4. Camera view of seaweed Muks and Muks prepared with seaweed and soy milk. SMM: Sea mustard Muk, STM: Sea tangle Muk, MMSM: Muk prepared with sea mustard and soy milk, MTSM: Muk prepared with sea tangle and soy milk.

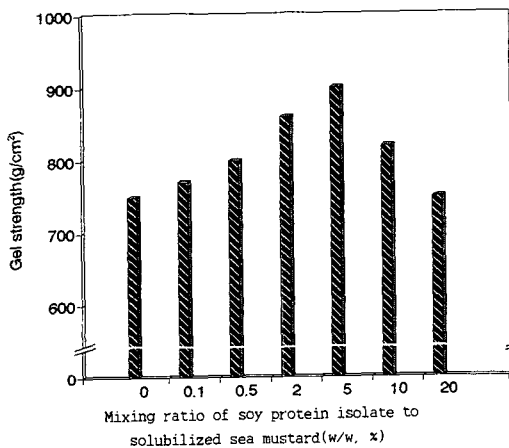


Fig. 5. Change of gel strength with mixing ratio of soy protein isolate to solubilized sea mustard.

Sol was heated at 65°C for 30 mins.

300g의 조체용해액을 PE-box에 담아 CaCl₂용액으로 겔화하여 제조한 조체묵과 두유혼합조체묵의 외형은 Fig. 4와 같다.

조체묵들에 비해 두유혼합묵들이 크기 때문에 보수성, 제품수율이 달랐으며, 두유혼합으로 인하여 묵색 같은 다르게 나타났다. 또한 이들은 겔강도의 물성에 관여할 것으로 본다.

분리대두단백질 혼합묵의 제조

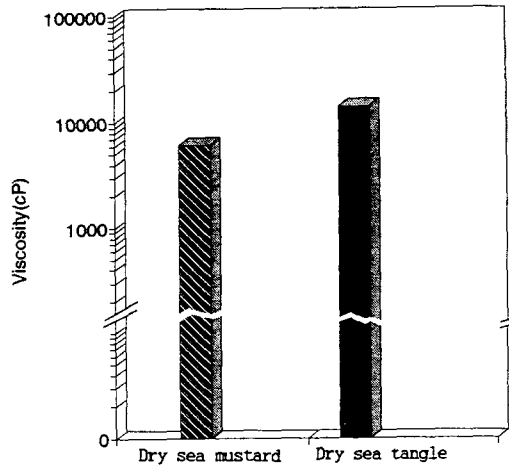


Fig. 6. Viscosity of solubilized seaweeds mixed with soy protein isolate.

두유를 사용하면 공정상, 원료구입상 불편하여 그에 상응한 영양소의 보완역할과 겔강도를 감안하여 분리대두단백질을 사용하였다. 대두조단백질의 80~90%가 globulin이고, 대두의 주성분인 glycinin은 11S 분획이며, β-conglycinin은 7S의 주성분이다. 11S는 glycinin의 중합체 또는 공중합체로서 globulin(Catsimpools and Meyer, 1968)이며, 또한 glycinin은 가열에 의해 응고되며, Ca²⁺, Mg²⁺ 등에 의한 촉진으로 응고를 완성한다고 알려져 있어 조체중의 알긴산이 Ca²⁺에 의해 겔화된다는 점과 동일하다. 건미역 재료를 가지고 용해한 조체에 대한 분리대두단백질 혼합 비율(w/w)을 0~20%로 하여 분리대두단백질 혼합조체를 65°C로 가열 유지한 상태에서 곧바로 각각 24시간 동안 1% CaCl₂로 겔화한 뒤 겔강도의 비교를 Fig. 5에 나타내었다. 분리대두단백질의 함량이 0~5%까지 증가함에 따라 겔강도는 750~900g/cm²로 증가하였는데 이는 알긴산의 겔화가 주체임을 보여준다. 전분응고묵들의 통상 겔강도 200~300g/cm² 보다 2~3배 정도를 나타내었고, 우유의 겔강도 550~600 g/cm² 보다 높아 원하는 겔강도로의 조정이 가능한 것으로 판단되었다.

한편 10%, 20%로 증가함에 따라 오히려 겔강도는 감소하였는데 이는 분리대두단백질의 응고가 주체를 이루고 있는 결과로 알긴산의 겔화가 아닌 즉 콩단백질의 응고상에서 알긴산이 서로 밀접하게 결합하지

3. 두유혼합묵과 분리대두단백질 혼합묵

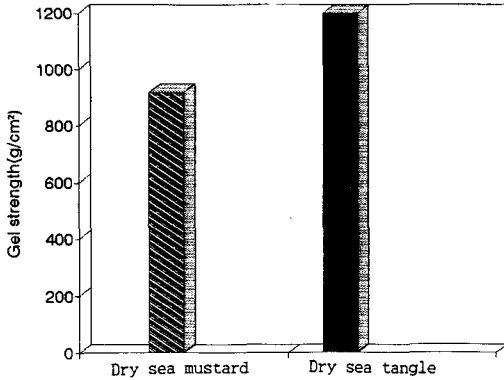


Fig. 7. Gel strength of Muks prepared with seaweed and soy protein isolate.

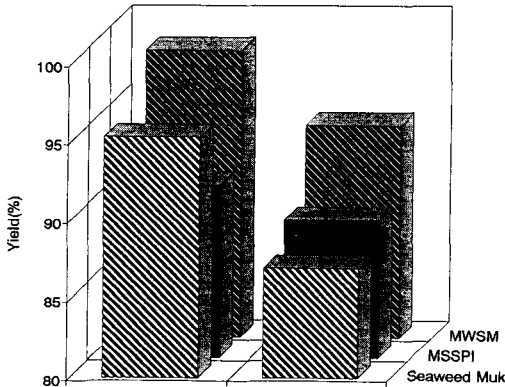


Fig. 8. Yield of Muks prepared with seaweeds. MWSM: Muk prepared with seaweed and soy milk, MSSPI: Muk prepared with seaweed and soy protein isolate

않은 상태로서 존재하므로써 겔강도를 상실한 것으로 생각된다.

용해한 조체에 대하여 분리대두단백질을 5% 혼합한 조체용해액의 점도는 Fig. 6과 같다. 분리대두단백질 혼합미역 조체용해액은 6200cP로 증가하였고, 다시마에서는 14000cP로 증가되었는데 이는 수분 함량이 7.21%인 분리대두단백질 자체의 흡수성이 강하여 용해액 중의 수분과 결합하여 점도를 높인 까닭으로 보아진다. 이는 Bernal et al.(1987)의 연구에서 다른 부원료에 비해 whey protein concentrate를 사용한 것이 가장 높은 점도를 나타내었던 결과와 같은 경향이다. 미역에서 보다 다시마에서의 점도가 더 높은 이유는 알긴산함량의 차이에서 비롯된 것으로 본다.

각 재료로부터 제조된 분리 대두단백질 혼합 조체묵의 겔강도는 Fig. 7과 같다. 분리대두단백질 혼합묵

은 조체묵이나 두유혼합묵에 비해 높은 겔강도를 보였으며, 특히 다시마를 재료로 한 분리 대두단백질 혼합 다시마묵이 1200g/cm²으로 가장 높았다.

각 재료로부터 제조된 묵들의 수율은 Fig. 8과 같다. 수율은 미역재료로 만든 묵에 비해 다시마로 만든 묵들의 수율이 낮은 편이었으며 미역과 다시마 재료중에서 분리대두단백질 혼합미역묵들이 조체묵이나 두유혼합 조체묵에 비해 98.3%, 93.5%로 높은 수율을 나타내었다. 이는 단백질이 조체중의 수분을 흡수하고 혼합된 조체액중의 Ca²⁺이온이 콩 단백질 glycinin과 반응하여 응고함으로써 수분의 분리를 막고 조체내의 알긴산과의 겔화가 동시에 일어남으로 높은 수율을 나타낸 것으로 보아지며, 다시마묵의 알긴산 함량이 미역묵에 비해 많았던 까닭으로 생각된다. 또한 미역 재료로부터 제조된 묵들의 수율은 분리대두단백질 혼합묵이 가장 높았고 조체묵 그리고 두유혼합묵 순으로 낮았는데 이는 두유속에 함유된 수분과 분리대두단백질의 보수성으로 인한 수율차이로 보아진다. 한편 다시마 재료에서는 오히려 조체묵 보다 두유혼합묵에서 더 높은 수율을 보였다. 따라서 다시마조체 중의 200~300배의 수분흡수성을 가진 알긴산 특성이 포화된 수화를 갖지 못한 상태에서 두유 속의 수분과 결합으로 조체묵 보다 더 많은 수분과 함께 겔화된 까닭으로 생각된다.

요 약

해조류 중 생산량이 많고 건강식품 소재로 가능성이 높은 미역과 다시마를 이용하여 두유와 분리대두단백질이 첨가된 혼합묵의 제조조건을 규명하였다.

두유혼합 미역묵의 제조는 두유의 비율을 증가시키기에 따라 겔강도는 감소되었고, 농축한 두유를 혼합할수록 겔강도는 증가하였다. 또한 조체용해액에 대한 두유의 비율을 7:1로 혼합하여 65°C에서 겔화하는 것이 적절하였다.

조체용해액에 분리대두단백질을 5%(w/w)를 혼합하여 65°C에서 겔화할때 조체묵이나 두유혼합묵에 비해 높은 겔강도(900g/cm²)을 가지는 분리대두단백질 혼합묵제조가 가능하였다.

참 고 문 헌

- Ayako, Y., Y. Koichi and O. Keiichi. 1992. Iodine distribution in blades of several *Laminarias* grown in the same sea area, *Nippon Suisan Gakkaishi* 58(7), 1373~1379.
- Bernal, V. M., C. Smajda and D. W. Stanley. 1987. Interactions in protein polysaccharide/calcium gels, *J. Food Sci.* 52(5), 1121~1136.
- Catsimipools, N. and E. W. Meyer. 1968. *Biochemistry, Biologys. Acta.* 168, 122.
- 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.
- Jung, Y. H, G. B. Kim, S. N. Choe and Y. J. Kang. 1994a. The optimum conditions of sea mustard and sea tangle Mooks -Preparation of Mook with sea mustard and sea tangle Mook. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23(1), 156~163.
- Jung, Y. H, J. L. Cook, S. H. Chang, J. B. Kim, S. N. Choe and Y. J. Kang. 1994b. Calcium contents and histochemical changes during processing Mook -Preparation of Mook with sea mustard and sea tangle. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23(1), 164~169.
- 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.
- Means, W. J. and G. R. Schmidt. 1986. Algin/calcium gel 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.
- Oh, J. S, G. H. Lee, W. Y. Lee, K. S. Lee and M. J. Oh. 1988. Effects of alkali treatments of soybean on the quality of soybean milk. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 17(2), 85~94.
- 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 College of Food Tech.* 8, 297~231.
- Ryu B. H, D. S. Kim, K.J. Cho and D. B. Sim, 1989. Antitumor activity of sea weeds toward sarcoma-180. *Korean J Food Sci Technol.* 21(5), 595~600.
- Smith, A. K. and S. J. Circle. 1972. Soybeans-Chemistry and technology-Proteins. McGraw Hill co. 1, 110.
- 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.
- 岩崎富生. 1986. 健康素材として海藻の效能と應用. 月刊フドケミカル. 10, 47~53.
- 奥平武則, 桑名好恵. 1987. 栽培コソ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. 昆布ミホラルの特性とその應用. 月刊フドケミカル 5, 10~15.
- 식품공전. 1991. 한국식품공업협회, 189~191.

1995년 2월 9일 접수

1995년 5월 6일 수리